

ÍNDICE GENERAL

Caracterización del área de influencia del proyecto	12
3.1 Área de influencia	12
3.1.1 Área de Influencia Indirecta (AII)	13
3.1.2 Área de Influencia Directa (AID)	15
3.2 Medio abiótico	23
3.2.1 Geomorfología	23
3.2.2 Geología	24
3.2.2.1 Geología regional	24
3.2.2.2 Geología estructural	25
3.2.2.3 Sismología	40
3.2.3 Suelos	41
3.2.3.1 Introducción	41
3.2.3.2 Antecedentes	41
3.2.3.3 Objetivo	41
3.2.3.4 Marco teórico conceptual	45
3.2.3.5 Aspectos metodológicos	45
3.2.3.6 Delimitación de los suelos	47
3.2.3.7 Descripción de las unidades cartográficas de los suelos y de sus componentes taxonómicos	49
3.2.3.8 Clasificación agrologica y grupos de uso y manejo	70
3.2.3.9 Conflicto usos del suelo:	77
3.2.3.10 Pendientes	78
3.2.4 Hidrología	79
3.2.4.1 Área de influencia indirecta	79
3.2.4.2 Sistemas lénticos	79
3.2.4.3 Sistemas lóticos	83
3.2.4.4 Patrones de drenaje a nivel regional	85
3.2.4.5 Usos por parte de los habitantes a nivel regional	86
3.2.4.6 Área de influencia directa	88
3.2.4.7 Gran Cuenca río Meta	90
3.2.4.8 Gran cuenca río Vichada	112

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE 230 kV SUBESTACIÓN CHIVOR - CAMPO RUBIALES	CAPÍTULO 3.0

3.2.5	Calidad del agua	119
3.2.5.1	Calidad de agua superficial	119
3.2.5.2	Calidad de aguas subterráneas	151
3.2.6	Usos del agua	160
3.2.7	Hidrogeología	163
3.2.8	Atmósfera	176
3.2.8.1	Clima	176
3.2.8.2	Calidad del aire	214
3.2.8.3	Ruido	234
3.2.9	Geotecnia	254
3.2.9.1	Zonificación geotécnica del área de influencia indirecta	254
3.2.10	Paisaje	288
3.2.10.1	Introducción	288
3.2.10.2	Metodología	294
3.2.10.3	Descripción de las unidades de paisaje por sector	298
3.2.10.4	Valoración social del paisaje	300
3.2.11	Valoración social del paisaje	319

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1	Biomás y ecosistemas terrestres en el sector subestación Chivor – río Upía	14
Tabla 3.2	Biomás y ecosistemas terrestres sector río Upía – río Meta	14
Tabla 3.3	Biomás y ecosistemas terrestres sector río Meta – Campo Rubiales	15
Tabla 3.4	Cuencas en el área de influencia local de la Línea Eléctrica 230 kV	15
Tabla 3.5	Listado de municipios y veredas del área de influencia indirecta de la línea eléctrica subestación Chivor – Campo Rubiales	18
Tabla 3.6	Predios a ser intervenidos durante la construcción y operación de la línea eléctrica Subestación Chivor – Campo Rubiales	19
Tabla 3.7	Geología sector Subestación Chivor - río Upía	26
Tabla 3.8	Geología sector río Upía – río Meta	33
Tabla 3.9	Geología sector río Meta – Campo Rubiales	37
Tabla 3.10	Eventos sísmicos presentados en el área	40
Tabla 3.11	Geomorfología sector Subestación Chivor - río Upía	42
Tabla 3.12	Geomorfología sector río Upía – río Meta	43
Tabla 3.13	Geomorfología sector río Meta – Campo Rubiales	44
Tabla 3.14	Nomenclatura de las Unidades Taxonómicas de suelos	48
Tabla 3.15	Unidades cartográficas y componentes taxonómicos de suelos	69
Tabla 3.16	Subclases limitantes para capacidad de uso de la tierra	70

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE 230 kV SUBESTACIÓN CHIVOR - CAMPO RUBIALES		CAPÍTULO 3.0
Tabla 3.17	Clases Agrológicas por capacidad de uso del suelo	70
Tabla 3.18	Caudales medios mensuales río meta: Estación Cabuyaro	85
Tabla 3.19	Caudales medios mensuales río meta: Estación Humapo	86
Tabla 3.20	Principales cuencas, en el corredor de la Línea Eléctrica 230 kV Subestación Chivor – Campo Rubiales	89
Tabla 3.21	Caudales máximos, medios y mínimos generados por el SOIL	91
Tabla 3.22	Caudales máximos, medios y mínimos generados por el SOIL	100
Tabla 3.23	Caudales máximos, medios y mínimos generados por el SOIL	101
Tabla 3.24	Caudales máximos, medios y mínimos generados por el SOIL	102
Tabla 3.25	Caudales máximos, medios y mínimos generados por el SOIL	104
Tabla 3.26	Caudales máximos, medios y mínimos generados por el SOIL	106
Tabla 3.27	Caudales máximos, medios y mínimos generados por el SOIL	109
Tabla 3.28	Pesticidas	122
Tabla 3.29	Rangos ICOTRO	123
Tabla 3.30	Análisis Físicoquímico de aguas superficiales sector Subestación Chivor – río Upía	124
Tabla 3.31	Análisis Físicoquímico de aguas superficiales sector Subestación río Upía – río Meta	125
Tabla 3.32	Análisis Físicoquímico de aguas superficiales sector Subestación río Meta – Campo Rubiales	126
Tabla 3.33	Parámetros físicoquímicos y técnicas utilizadas para el análisis físicoquímico	127
Tabla 3.34	Índices de contaminación	134
Tabla 3.35	Índices de contaminación	142
Tabla 3.36	Índices de contaminación	150
Tabla 3.37	Ubicación de los sitios de muestreo de agua subterránea	151
Tabla 3.38	Valores permisibles establecidos por el Decreto 1594/84, Decreto 475/98 y Decreto 1575 de 2007 según parámetros evaluados en los análisis Físicoquímicos	152
Tabla 3.39	Resultados de muestras de campo	152
Tabla 3.40	Parámetros y resultado de la vulnerabilidad en los puntos de agua con información de profundidad y pruebas de laboratorio	160
Tabla 3.41	Hidrogeología sector Subestación Chivor - río Upía	164
Tabla 3.42	Hidrogeología sector río Upía – río Meta	166
Tabla 3.43	Hidrogeología sector río Meta – Campo Rubiales	167
Tabla 3.44	Inventario de Puentes de Agua	168
Tabla 3.45	Temperaturas aproximadas por rangos niveles altitudinales presentes en el área de estudio	179
Tabla 3.46	Descripción general de las estaciones hidrometeorológicas - Sector Subestación Chivor- río Upía	190
Tabla 3.47	Balance hídrico y clasificación climática -sector subestación Chivor – río Upía	196
Tabla 3.48	Clasificación climática según thornthwaite - sector río Upía – río Meta	197
GEOINGENIERÍA		PÁG. 3

Tabla 3.49	Descripción general de las estaciones hidrometeorológicas - Sector río Upía- río Meta	197
Tabla 3.50	Balance Hídrico y Clasificación Climática - Sector río Upía – Río Meta	204
Tabla 3.51	Clasificación climática según Thornthwaite - Sector río Upía – río Meta	205
Tabla 3.52	Descripción general de las estaciones hidrometeorológicas - Sector río Meta – Campo Rubiales	206
Tabla 3.53	Balance Hídrico y Clasificación Climática - Sector río Upía – Río Meta	212
Tabla 3.54	Clasificación climática según Thornthwaite - Sector río Meta – Campo Rubiales	214
Tabla 3.55	Resumen marco legal concerniente a la calidad del aire para Colombia	214
Tabla 3.56	Niveles máximos permisibles para contaminantes criterio	215
Tabla 3.57	Niveles máximos permisibles para un contaminante no convencional con efecto carcinogénico	216
Tabla 3.58	Concentración y tiempo de exposición de los contaminantes para los niveles de prevención, alerta y emergencia	216
Tabla 3.59	Estaciones de monitoreo para sector río Upía a río Meta	218
Tabla 3.60	Coordenadas de los puntos de medición	225
Tabla 3.61	Resultados de partículas suspendidas totales en los puntos monitoreados	225
Tabla 3.62	Resumen de resultados de óxidos de azufre en los puntos monitoreados	226
Tabla 3.63	Resumen resultados de óxidos de nitrógeno en los puntos monitoreados	228
Tabla 3.64	Resumen resultados de monóxido de carbono en los puntos monitoreados	229
Tabla 3.65	Resultados de hidrocarburos totales en los puntos monitoreados	230
Tabla 3.66	Resumen de resultados de compuestos orgánicos volátiles en los puntos monitoreados	230
Tabla 3.67	Coordenadas de la estación de rebombear Horizonte	231
Tabla 3.68	Estándares máximos permisibles ruido ambiental	237
Tabla 3.69	Puntos de monitoreo niveles de presión sonora. estación A	237
Tabla 3.70	Puntos de monitoreo Estación B	243
Tabla 3.71	Coordenadas puntos de muestreo	246
Tabla 3.72	Resultados del monitoreo de ruido ambiental	246
Tabla 3.73	Ubicación de los puntos de monitoreo	248
Tabla 3.74	Coordenadas del sitio de perforación de los sondeos	258
Tabla 3.75	Coordenadas para líneas de refracción sísmica	260
Tabla 3.76	Calificación de la variable pendiente (P)	263
Tabla 3.77	Calificación de la variable material tipo suelo (MS)	263
Tabla 3.78	Calificación de la variable material tipo roca (MR)	264
Tabla 3.79	Calificación de la variable agua y drenaje natural (A)	264
Tabla 3.80	Calificación de la variable cobertura vegetal (C)	265
Tabla 3.81	Susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa	265

Tabla 3.82	Calificación de la variable pendiente (P)	265
Tabla 3.83	Calificación de la variable material (M)	266
Tabla 3.84	Calificación de la variable cobertura vegetal (C)	266
Tabla 3.85	Susceptibilidad a la erosión	266
Tabla 3.86	Calificación de la variable distancia a cuerpos de agua	267
Tabla 3.87	Morfología y Morfometría (MF)	267
Tabla 3.88	Calificación de la variable material (M)	267
Tabla 3.89	Calificación de la variable tipo y densidad de drenaje (DD)	267
Tabla 3.90	Susceptibilidad a la anegabilidad	268
Tabla 3.91	Unidades geotécnicas del sector Subestación Chivor – río Upía	271
Tabla 3.92	Unidades geotécnicas del sector río Upía – río Meta	278
Tabla 3.93	Unidades geotécnicas del sector río Meta – Campo Rubiales	283
Tabla 3.94	Expresiones empleadas para determinar ángulos de fricción	287
Tabla 3.95	Clasificación de la plasticidad	287
Tabla 3.96	Unidades geotécnicas del sector Subestación Chivor – río Upía – Área de influencia Directa	289
Tabla 3.97	Unidades geotécnicas del sector río Upía – río Meta – Área de influencia Directa	291
Tabla 3.98	Unidades geotécnicas del sector río Meta – Campo Rubiales – Área de influencia Directa	293
Tabla 3.99	Unidades de paisaje visual	299
Tabla 3.100	Valoración Paisaje Visual vereda Calichana	302
Tabla 3.101	Valoración paisaje visual vereda arrayanes alto	303
Tabla 3.102	Valoración Paisaje Visual vereda Arrayanes Bajo	304
Tabla 3.103	Valoración Paisaje Visual vereda Planadas	305
Tabla 3.104	Valoración paisaje visual vereda San Agustín	306
Tabla 3.105	Valoración Paisaje Visual vereda El Carmen	307
Tabla 3.106	Valoración Paisaje Visual vereda LA Dorada	308
Tabla 3.107	Valoración Paisaje Visual vereda El Cairo	309
Tabla 3.108	Valoración Paisaje Visual vereda San Rafael	310
Tabla 3.109	Valoración Paisaje Visual vereda San José del Chuy, El Tesoro	312
Tabla 3.110	Valoración Paisaje Visual vereda San José del Chuy	313
Tabla 3.111	Valoración paisaje visual vereda El Carmen	313
Tabla 3.112	Valoración Paisaje Visual vereda La Piñuela	314
Tabla 3.113	Valoración Paisaje Visual vereda La Colonia	315
Tabla 3.114	Unidades de paisaje visual	318
Tabla 3.115	Valoración paisaje visual vereda San Antonio	321
Tabla 3.116	Valoración paisaje visual vereda Monserrate	322

Tabla 3.117	Valoración paisaje visual vereda El Carmen	323
Tabla 3.118	Valoración paisaje visual vereda Botijera Alta	324
Tabla 3.119	Valoración paisaje visual vereda La Gileña	324
Tabla 3.120	Valoración paisaje visual vereda Iguaro	326
Tabla 3.121	Valoración paisaje visual vereda Barbasco	326
Tabla 3.122	Valoración paisaje visual vereda	327
Tabla 3.123	Valoración paisaje visual vereda El Guira	328
Tabla 3.124	Valoración paisaje visual vereda Vigia Trompillo	329
Tabla 3.125	Valoración paisaje visual vereda Carupana	330
Tabla 3.126	Valoración paisaje visual vereda La Palmira	331
Tabla 3.127	Valoración paisaje visual vereda Palonegro	332
Tabla 3.128	Unidades de paisaje visual	334
Tabla 3.129	Valoración paisaje visual vereda puerto Guadalupe	337
Tabla 3.130	Valoración paisaje visual vereda alto Yucao	337
Tabla 3.131	Valoración paisaje visual vereda Alto Manacacias	338
Tabla 3.132	Valoración paisaje visual vereda Santa Catalina	339
Tabla 3.133	Valoración paisaje visual vereda Rubiales	340

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1	Área hidrográfica del Orinoco vrs. áreas hidrográficas Res. 337 de 1978	80
Figura 3.2	Variación temporal de caudales medios y máximos del río Meta Estación Cabuyaro	86
Figura 3.3	Variación temporal de caudales medios y máximos del río Meta - Estación Humapo	86
Figura 3.4	Valores mensuales multianuales de caudales (m ³ /s)	91
Figura 3.5	Valores mensuales multianuales de caudales (m ³ /s)	92
Figura 3.6	Valores mensuales multianuales de caudales (m ³ /s)	93
Figura 3.7	Caudales máximos, medios y mínimos generados por el SOIL	107
Figura 3.8	Valores mensuales multianuales de caudales (M3/S)	109
Figura 3.9	Variación Comparativa del porcentaje de saturación de oxígeno entre las estaciones muestreadas	130
Figura 3.10	Variación comparativa de DQO y DBO entre las estaciones muestreadas	130
Figura 3.11	Variación comparativa de los coliformes fecales y totales entre las estaciones muestreadas	131
Figura 3.12	Variación comparativa de las diferentes formas químicas del fosforo entre las estaciones muestreadas	132
Figura 3.13	Variación comparativa de la conductividad y los sólidos disueltos entre las estaciones muestreadas	132
Figura 3.14	Variación comparativa de sólidos suspendidos entre las estaciones muestreadas	133

Figura 3.15	Variación Comparativa del porcentaje de saturación de oxígeno entre las estaciones muestreadas	137
Figura 3.16	Variación comparativa de DQO y DBO entre las estaciones muestreadas	138
Figura 3.17	Variación comparativa de los Coliformes Fecales y Totales entre las estaciones muestreadas	139
Figura 3.18	Variación comparativa de las diferentes formas químicas del fosforo entre las estaciones muestreadas	139
Figura 3.19	Variación comparativa de la conductividad y los sólidos disueltos entre las estaciones muestreadas	140
Figura 3.20	Variación comparativa de solidos suspendidos entre las estaciones muestreadas	141
Figura 3.21	Variación Comparativa del porcentaje de saturación de oxígeno entre las estaciones muestreadas	145
Figura 3.22	Variación comparativa de DQO y DBO entre las estaciones muestreadas	146
Figura 3.23	Variación comparativa de los Coliformes Fecales y Totales entre las estaciones muestreadas	147
Figura 3.24	Variación comparativa de las diferentes formas químicas del fosforo entre las estaciones muestreadas	147
Figura 3.25	Variación comparativa de la conductividad y los sólidos disueltos entre las estaciones muestreadas	148
Figura 3.26	Variación comparativa de solidos suspendidos entre las estaciones muestreadas	149
Figura 3.27	Resultados de conductividad de muestras de campo recolectadas comparados con los valores normativos	153
Figura 3.28	Variación comparativa del pH entre valores permisibles para agua potable y las muestras recolectadas	154
Figura 3.29	Variación comparativa del contenido de Magnesio entre valores permisibles para agua potable vs. las muestras recolectadas	154
Figura 3.30	Variación comparativa del contenido de Calcio entre valores permisibles para agua potable y las muestras recolectadas	154
Figura 3.31	Variación comparativa del contenido de sales cloruros entre valores permisibles para agua potable versus las muestras recolectadas	155
Figura 3.32	Variación comparativa del contenido de sales sulfatos entre valores permisibles para agua potable y las muestras	156
Figura 3.33	Variación comparativa del contenido de Hierro total entre valores permisibles para agua potable y las muestras recolectadas	157
Figura 3.34	Variación comparativa del contenido de Carbonatos entre valores permisibles para agua potable y las muestras recolectadas	157
Figura 3.35	Variación comparativa del contenido de fosfatos entre valores permisibles para agua potable y las muestras recolectadas	157
Figura 3.36	Variación comparativa de color con los valores permisibles para agua potable y las muestras recolectadas	158
Figura 3.37	Procedimiento GOD para calificar la vulnerabilidad de un acuífero, Foster e Hirata (1991)	160
Figura 3.38	Mapas de caracterización meteorológica a nivel nacional temperatura	179

Figura 3.39	Precipitación enero – febrero–marzo	180
Figura 3.40	Precipitación abril – mayo–junio	181
Figura 3.41	Precipitación julio – agosto–septiembre	181
Figura 3.42	Precipitación octubre – noviembre – diciembre	182
Figura 3.43	Mapas de caracterización meteorológica a nivel nacional - humedad relativa	183
Figura 3.44	Imagen de desplazamiento de los vientos durante el año para la zona de convergencia intertropical – ZCIT	184
Figura 3.45	Mapas de caracterización meteorológica a nivel nacional - velocidad y rosas de vientos	185
Figura 3.46	Mapas de caracterización meteorológica a nivel nacional - radiación solar	186
Figura 3.47	Mapas de caracterización meteorológica a nivel nacional - evaporación	187
Figura 3.48	Mapas de caracterización meteorológica a nivel nacional - Clasificación Agroclimática	188
Figura 3.49	Temperatura Mensual Multianual (°c) - Sector subestación Chivor – río Upía	191
Figura 3.50	Precipitación Máxima en 24 Horas Multianual - Sector subestación Chivor – río Upía	191
Figura 3.51	Precipitación Total Mensual Multianual (mm) - Sector subestación Chivor – río Upía	192
Figura 3.52	Número de días con lluvia - Sector subestación Chivor – río Upía	192
Figura 3.53	Humedad Relativa (%) – Estación Inst. Agr. Macanal - Sector subestación Chivor – río Upía	193
Figura 3.54	Humedad Relativa (%) – Estación San Luis de Gaceno - Sector subestación Chivor – río Upía	193
Figura 3.55	Velocidad del Viento (m/s) - Sector subestación Chivor – río Upía	194
Figura 3.56	Radiación Solar (horas) - Sector subestación Chivor – río Upía	195
Figura 3.57	Nubosidad (octas) - Sector subestación Chivor – río Upía	195
Figura 3.58	Evaporación (mms) - Sector subestación Chivor – río Upía	196
Figura 3.59	Balance Hídrico Instituto Agrícola Macanal - sector subestación Chivor – río Upía	197
Figura 3.60	Temperatura mensual multianual °c - Sector río Upía – río Meta	198
Figura 3.61	Precipitación máxima en 24 Horas (mm) - Sector río Upía – río Meta	198
Figura 3.62	Precipitación Media Mensual Multianual (mm) - Sector río Upía – río Meta	199
Figura 3.63	Número de días con lluvia - Sector río Upía – río Meta	200
Figura 3.64	Humedad Relativa (%) - Sector río Upía – Río Meta	200
Figura 3.65	Velocidad del Viento (m/s) Estación Aeropuerto Yopal - sector río Upía – Río Meta	201
Figura 3.66	Rosa de los vientos Estación de aeropuerto de Yopal - sector río Upía – Río Meta	201
Figura 3.67	Radiación Solar (horas) - Sector río Upía – Río Meta	202
Figura 3.68	Nubosidad (octas) - Sector río Upía – Río Meta	203
Figura 3.69	Evaporación (mms) - Sector río Upía – Río Meta	203
Figura 3.70	Balance hídrico Estación Tauramena- Sector río Upía – Río Meta	204

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE 230 KV SUBESTACIÓN CHIVOR - CAMPO RUBIALES	CAPÍTULO 3.0

Figura 3.71	Balance hídrico estación Huerta la Grande - Sector río Upía – Río Meta	205
Figura 3.72	Balance hídrico estación Aeropuerto Yopal - Sector río Upía – Río Meta	205
Figura 3.73	Temperatura mensual multianual (°c) - Sector río Meta – Campo Rubiales	206
Figura 3.74	Precipitación máxima en 24 horas estación hacienda Las Margaritas - Sector río Meta – Campo Rubiales	207
Figura 3.75	Precipitación total media mensual multianual (MM) - Sector río Meta – Campo Rubiales	208
Figura 3.76	Número de días con lluvia estación hacienda Las Margaritas -	208
Figura 3.77	Humedad relativa (%) - Sector río Meta – Campo Rubiales	209
Figura 3.78	Velocidad del viento (m/s) estación Carimagua - Sector río Meta – Campo Rubiales	209
Figura 3.79	Rosa de los vientos Estación Carimagua - Sector Río Meta – Campo Rubiales	210
Figura 3.80	Radiación Solar (horas) - Sector Río Meta – Campo Rubiales	211
Figura 3.81	Nubosidad (octas) - Sector Río Meta – Campo Rubiales	211
Figura 3.82	Evaporación total mensual estación Carimagua (mm) - Sector río Meta – Campo Rubiales	212
Figura 3.83	Balance hídrico estación hacienda Las Margaritas - Sector río Meta – Campo Rubiales	213
Figura 3.84	Balance hídrico estación Carimagua - Sector río Meta – Campo Rubiales	213
Figura 3.85	Valores diarios PST estación finca El Diviso	219
Figura 3.86	Valores Diarios PST - Estación Bombeo Monterrey	220
Figura 3.87	Valores Diarios PST Estación rebombeo trompillos	220
Figura 3.88	Valores diarios NOx, estación finca El Diviso	221
Figura 3.89	Valores diarios NOx, estación finca El Diviso	222
Figura 3.90	Valores diarios NOx estación Rebombeo Trompillos	222
Figura 3.91	Valores Diarios de SOx Estación Finca el diviso	223
Figura 3.92	Valores diarios de SOx - Estación Bombeo Monterrey	223
Figura 3.93	Valores Diarios de SOx Estación Bombeo Monterrey	224
Figura 3.94	Comportamiento de partículas suspendidas totales - promedio en los puntos monitoreados	226
Figura 3.95	Comportamiento de partículas suspendidas totales en los puntos monitoreados	226
Figura 3.96	Comportamiento de los óxidos de Azufre en los puntos monitoreados	227
Figura 3.97	Comportamiento de los Óxidos de Azufre promedio en los puntos monitoreados	227
Figura 3.98	Comportamiento de óxidos de nitrógeno Promedio en los puntos monitoreados	228
Figura 3.99	Comportamiento de óxidos de nitrógeno en los puntos monitoreados	229
Figura 3.100	Comportamiento de partículas suspendidas totales Estación 1 Horizonte (Puerto Gaitán)	232
Figura 3.101	Resultados determinación de concentración óxidos de nitrógeno - estación de rebombeo Horizonte (Puerto Gaitán Meta)	233

Figura 3.102	Resultados determinación de concentración óxidos de azufre - estación de rebombeo Horizonte (Puerto Gaitán Meta)	233
Figura 3.103	Lectura equivalente. Medición diurna	238
Figura 3.104	Lectura equivalente. Medición diurna	238
Figura 3.105	Lectura equivalente. Medición diurna	239
Figura 3.106	Lectura equivalente. Medición diurna	239
Figura 3.107	Lectura equivalente. Medición diurna	240
Figura 3.108	Lectura equivalente. Medición Nocturna	240
Figura 3.109	Lectura equivalente. Medición Nocturna	241
Figura 3.110	Lectura equivalente. Medición Nocturna	242
Figura 3.111	Lectura equivalente. Medición Nocturna	242
Figura 3.112	Lectura equivalente. Medición nocturna	242
Figura 3.113	Datos de Leq ambiental en el sector de estudio. estación de rebombeo Trompillos	244
Figura 3.114	Datos de Lmax ambiental en el sector de estudio. Estación de Rebombeo Trompillos	244
Figura 3.115	Datos de Lmin ambiental en el Sector de Estudio. Estación de Rebombeo Trompillos	245
Figura 3.116	Datos de I90 ambiental en el Sector de Estudio. Estación de Rebombeo Trompillos	245
Figura 3.117	Resultados del monitoreo de ruido ambiental	247
Figura 3.118	Mapa cartográfico de la locación Puerto Gaitán. Estación de Rebombeo Horizonte	248
Figura 3.119	Resultados lecturas nivel de presión sonora equivalente corregido leqdb (a) de los 6 puntos monitoreo diurno. Estación de Rebombeo Horizonte (Puerto Gaitán – Meta)	249
Figura 3.120	Resultados lecturas nivel de presión sonora máximo las maxdb (a) de los 6 puntos monitoreo diurno. Estación de Rebombeo Horizonte. (Puerto Gaitán – Meta)	249
Figura 3.121	Resultados lecturas nivel de presión sonora mínimo Lmindb (a) de los 6 puntos monitoreo diurno. Estación de Rebombeo Horizonte. (Puerto Gaitán – Meta)	250
Figura 3.122	Resultados lecturas nivel percentil 90, I90 db (a,) de los 6 puntos monitoreo diurno. Estación de Rebombeo Horizonte. (Puerto Gaitán – Meta)	250
Figura 3.123	Resultados lecturas nivel de presión sonora equivalente leqdb (a) de los 6 puntos monitoreo nocturno. Estación de Rebombeo Horizonte. (Puerto Gaitán – Meta)	250
Figura 3.124	Resultados lecturas nivel de presión sonora máximo las maxdb (a) de los 6 puntos monitoreo nocturno. Estación de Rebombeo Horizonte. (Puerto Gaitán – Meta)	251
Figura 3.125	Resultados lecturas nivel de presión sonora mínimo Lmindb (a) de los 6 puntos monitoreo nocturno. Estación de Rebombeo Horizonte. (Puerto Gaitán – Meta)	251
Figura 3.126	Resultados lecturas nivel percentil 90 db (a) de los 6 puntos monitoreo nocturno. Estación de Rebombeo Horizonte. (Puerto Gaitán – Meta)	251
Figura 3.127	Comportamiento resultados lecturas diurnas en los 6 puntos monitoreados. Estación de Rebombeo Horizonte. (Puerto Gaitán – Meta)	252
Figura 3.128	Comportamiento resultados lecturas nocturnas en los 6 puntos monitoreados. Estación de Rebombeo Horizonte. (Puerto Gaitán – Meta).	252

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE 230 kV SUBESTACIÓN CHIVOR - CAMPO RUBIALES		CAPÍTULO 3.0
Figura 3.129	Configuración Wenner	261
Figura 3.130	Clasificación de Varnes de FRM - (1978)	263
Figura 3.131	Clasificación de Suelos UCSC	286
Figura 3.132	Aplicación sig para el análisis del paisaje	295
Figura 3.133	Paisaje visual	296
Figura 3.134	Paisaje Ecológico	297

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

3.1 ÁREA DE INFLUENCIA

◆ SECTORES DE ESTUDIO

Teniendo en cuenta las diferencia marcadas con respecto a las características físicas, bióticas y socio-culturales, que se presentan en todo el trazado de la línea eléctrica proyectada, se definieron tres sectores de estudio para todo el proyecto, con el fin de unificar la caracterización de los componentes ambientales, la zonificación ambiental, la evaluación ambiental y la posterior zonificación de manejo ambiental. Los sectores de análisis determinados son los siguientes:

SECTOR 1: SUBESTACIÓN CHIVOR – RÍO UPÍA

Este sector ocupa el área del trazado de la línea eléctrica entre la subestación Chivor, de donde se captará la energía para la línea proyectada, hasta la margen izquierda del río Upía, donde será necesaria la intervención del cauce para la ubicación de una torre. Este sector que ocupa cerca de 35 Km del total del trazado de la línea, corresponde a una zona montañosa de los municipios de Santa María y San Luis de Gaceno en el departamento de Boyacá.

SECTOR 2: RÍO UPÍA – RÍO META

Este sector se localiza entre los municipios de Sabanalarga, Monterrey y Tauramena, por él transcurre cerca del 50% del trazado de la línea eléctrica proyectada. Corresponde en su mayoría a sabanas inundables del departamento de Casanare.

SECTOR 3: RÍO META – CAMPO RUBIALES

Este sector corresponde a una zona de altillanura, localizada entre los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán, ocupando cerca del 40% del total del trazado de la línea eléctrica. El sector se localiza entre la margen derecha del río Meta y el sitio de la subestación de Campo Rubiales. Es una zona donde predominan las áreas de cobertura vegetal de herbazales, mezcladas con morichales y bosques protectores de río como el Manacacías, Planas, Yucao, entre otros.

ÁREA DE ESTUDIO

Se define como área de estudio para todos los componentes físico y biótico, un corredor de 2,5 Km a lado y lado del eje de la línea eléctrica proyectada, dentro de la cual se van a desarrollar todas las actividades consideradas para la construcción y operación de la misma. Para el componente social, el área de estudio va desde la caracterización de los ocho municipios por donde transcurre el trazado de la línea, hasta la identificación de los predios que serán intervenidos. La cartografiada del área de estudio, presenta el corredor de análisis a escala de trabajo 1:25.000, la cual se divide en 12 planchas de trabajo.

ÁREAS DE INFLUENCIA

La determinación de las áreas de influencia, están referidas al entorno físico, biótico social y cultural donde se pueden manifestar los impactos causados por la realización de las actividades consideradas para la construcción y operación de la línea eléctrica. El área de influencia puede ser de tipo directo o indirecto, la primera corresponde a los sitios que son intervenidos por la realización de las acciones

consideradas para la materialización del corredor de la línea eléctrica (32m) y las áreas definidas para campamentos y patios de tendido. El área de influencia indirecta se determina como las zonas donde los impactos pueden llegar a verse reflejados por el desarrollo de cualquiera de las actividades ejecutadas durante la construcción y operación de la línea eléctrica.

3.1.1 ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII)

Se considera como área de influencia indirecta aquella en la que los impactos trascienden el espacio físico del proyecto y su infraestructura asociada, es decir, la zona externa al área de influencia directa y se extiende hasta donde se manifiestan tales impactos. Para la definición de las áreas de influencia indirecta para los medios abióticos y bióticos, se tuvieron en cuenta unidades fisiográficas naturales y ecosistémicas; y para los aspectos sociales, las entidades territoriales y las áreas étnicas de uso social, económico y cultural asociadas a las comunidades asentadas en dichos territorios.

◆ **ÁREAS DE INFLUENCIA INDIRECTA ASPECTOS FÍSICOS**

El Área de Influencia Indirecta desde el punto de vista físico a nivel regional se determinó teniendo en cuenta las principales cuencas que se encuentran a lo largo del trazado de la Línea de Transmisión Eléctrica, de tal forma que se define como principales cuencas los drenajes corresponden a la parte alta de la gran cuenca del río Meta y el río Vichada, cuyos cauces en su mayoría tienen su origen en el sistema montañoso, en la parte media a baja del piedemonte llanero, atravesando una parte de llanura aluvial, antes de su desembocadura.

Estos afluentes presentan en general una dirección de su curso de noroccidente a suroriente, las llanuras aluviales presentan variaciones en su inclinación originando un patrón de drenaje subparalelo dirección sur oriente a oriente con sectores en los que los canales se presenta levemente meandriformes. En los casos de inclinaciones mayores el patrón de drenaje es también subparalelo y los canales son menos meándricos.

◆ **ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA ASPECTOS BIÓTICOS**

Para la definición del área de influencia indirecta desde el punto de vista biótico se identificaron los biomas y ecosistemas que se encuentran dentro del área de estudio y los que serán intervenidos por la construcción de la línea eléctrica y la infraestructura anexa (campamentos y plazas de tendido), para lo cual se tomó como base el mapa de Ecosistemas Continentales y Marinos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2007) y los Ecosistemas de la Cuenca del Orinoco Colombiano (IAvH, 2004).

Para cada uno de los sectores analizados se identificaron los biomas y ecosistemas a intervenir, los cuales se muestran en el **PLANO EIA LECH-RU 13** y se relacionan a continuación:

SECTOR 1: SUBESTACIÓN CHIVOR – RÍO UPÍA

Este sector está ubicado dentro del Oroboma bajo de los andes (que se asimila al Oroboma subandino de la cordillera oriental) y el Zonobioma húmedo tropical del piedemonte Arauca-Casanare. Los biomas y ecosistemas que son atravesados por el proyecto en este primer sector se relacionan en la (**TABLA 3.1**).

Se identifican ecosistemas transformados, representados en agroecosistemas generados por el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas, así como en zonas que fueron transformadas para la construcción de zonas urbanas.

SECTOR 2: RÍO UPÍA – RÍO META

Este sector está ubicado dentro del Gran Bioma del Bosque Húmedo Tropical y presenta dos biomas principales: Anfibioma de Arauca-Casanare¹, caracterizado por presentar periodos de inundación y una

¹ Dentro del estudio de Ecosistemas Continentales y Marinos del IGAC, 2007, este bioma aparece como Peinobioma de la Amazonia-Orinoquia.

lenta formación de suelos que limitan la cobertura vegetal y Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia, conocido comúnmente como bosques de galería que se desarrolla sobre planicies aluviales (IAvH, 2004), (TABLA 3.2).

TABLA 3.1 BIOMAS Y ECOSISTEMAS TERRESTRES EN EL SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR – RÍO UPÍA

BIOMA	ECOSISTEMA	SÍMBOLO
Orobioma andino	BMD en montaña	30
Orobioma subandino	BMD en montaña	34
Zonobioma húmedo tropical del piedemonte Arauca-Casanare	BAD en piedemonte y lomerío	53
	BAD en montaña	49
Ecosistemas transformados	Agroecosistema de cultivos mixtos	1
	Agroecosistema ganadero	3
	Áreas con predominio de vegetación secundaria	9
	Áreas con predominio de pastos y cultivos	8
Otros	Tierras eriales	41
	Zona urbana	58
	Cuerpos de agua	11

Fuente: IAvH, 2004.

TABLA 3.2 BIOMAS Y ECOSISTEMAS TERRESTRES SECTOR RÍO UPÍA – RÍO META

BIOMA	ECOSISTEMA	SÍMBOLO
Helobioma	BMD en llanura aluvial con influencia eólica	12
	Sabana de desborde en llanura aluvial	13
	BAD en valle y llanura aluvial	17
Anfibiooma de Arauca Casanare	Sabana inundable de la llanura aluvial con influencia eólica	7
	Sabana en piedemonte	6
	Sabana inundable estacionalmente en llanura aluvial	4
Zonobioma húmedo tropical del piedemonte Arauca-Casanare	BMD en piedemonte	50
	BAD en piedemonte y lomerío	53
Zonoecotono del zonobioma húmedo tropical	BMD en valle y llanura aluvial	59
Ecosistemas transformados	Agroecosistema de cultivos mixtos	1
	Agroecosistema ganadero	3
	Agroecosistema arrocero	62
	Áreas de quema	10
	Áreas con predominio de vegetación secundaria	9
	Áreas con predominio de pastos y cultivos	8
Otros	Tierras eriales	41
	Zona urbana	58
	Cuerpos de agua	11

Fuente: IAvH, 2004.

SECTOR 3: RÍO META – CAMPO RUBIALES

De acuerdo con el mapa de Ecosistemas Continentales y Marinos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2007) y los Ecosistemas de la Cuenca del Orinoco Colombiano (IAvH, 2004), este sector está ubicado dentro del Gran Bioma del Bosque Húmedo Tropical y presenta dos biomas principales: Peinobioma de la Orinoquia – Amazonía, caracterizado por presentar afloramientos rocosos donde ocurren procesos de meteorización de las rocas y una lenta formación de suelos que limitan la cobertura vegetal y Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia, conocido comúnmente como bosques de galería que se desarrolla sobre planicies aluviales (IAvH, 2004), (TABLA 3.3).

La caracterización detallada de cada uno de los biomas encontrados por sector se presenta en el numeral 3.3.1 del presente capítulo.

TABLA 3.3 BIOMAS Y ECOSISTEMAS TERRESTRES SECTOR RÍO META – CAMPO RUBIALES

BIOMA	ECOSISTEMA	SÍMBOLO
Peinobomas de sabanas altas	Sabanas húmedas de la altillanura estructural erosional	38
Helobioma de sabanas altas.	BMD en vallecito de altillanura	21
	BMD en llanura aluvial con influencia eólica	12
	Sabana inundable de desborde	14
	Sabana inundable de la llanura aluvial con influencia eólica	7
Zonocotono del zonobioma húmedo tropical	BMD de altillanura húmeda	60
Ecosistemas transformados	Agroecosistema de cultivos mixtos	1
	Agroecosistema ganadero	3
	Áreas de quema	10

Fuente: IAvH, 2004.

♦ ÁREAS DE INFLUENCIA INDIRECTA ASPECTOS SOCIO-CULTURALES

Se considera como área de influencia indirecta desde el punto de vista regional para los aspectos socio - culturales, los municipios por los cuales pasará la línea eléctrica, dos localizados en el Departamento de Boyacá (Santa María y San Luis de Gaceno), tres en el departamento de Casanare (Sabana Larga, Monterrey y Tauramena) y dos en el Departamento del Meta (Puerto López y Puerto Gaitán).

3.1.2 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID)

El Área de influencia directa del proyecto de la línea eléctrica Subestación Chivor – Campo Rubiales, se dividió en dos tipos, local y puntual, dependiendo del tipo de impacto que se pueda causar. El área de influencia local, hace referencia a las áreas que pueden ser intervenidas por el desarrollo de actividades complementarias a las acciones constructivas y operativas de la línea y como área puntual se consideran los sitios donde se manifiestan los impactos generados por las actividades.

El área de influencia puede variar según el tipo de impacto y el elemento del ambiente que se esté afectando; por tal razón, a continuación se delimitan las áreas de influencia de tipo físico, biótico y socioeconómico.

♦ ÁREAS DE INFLUENCIA DIRECTA ASPECTOS FÍSICOS

Desde el punto de vista local, se define como área de influencia indirecta las cuencas que serán pasadas por la línea eléctrica, pero que de forma directa no recibirán impactos por el desarrollo del proyecto, estas cuencas se subdividen por los tres sectores de estudio y se relacionan en la **TABLA 3.4**.

TABLA 3.4 CUENCAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA LOCAL DE LA LÍNEA ELÉCTRICA 230 kV SUBESTACIÓN CHIVOR – CAMPO RUBIALES

GRAN CUENCA	CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA (PRIMER ORDEN)
Río Meta I	Río Upía	Río Lengupá	Quebrada Cristalina
			Quebrada Saldaña
			Quebrada Planadas
			Quebrada Monte Acacia
			Quebrada Cantonera
			Quebrada Negra
			Drenajes Directos Margen Derecha
			Quebrada Pedregal
			Quebrada Leona
			Quebrada La Colorada (Santa María)
			Quebrada San Antonio

GRAN CUENCA	CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA (PRIMER ORDEN)
Río Meta I	Río Upía	Río Lengupá	Caño La Paz
			Quebrada El Toro
			Quebrada Agua Fría
			Caño San Ignacio
			Quebrada La Colorada (San Luis de Gaceno)
			Quebrada Carnicería
			Caño Arenoso
			Drenajes Directos Margen Izquierda
		Caño La Chucua Drenajes Directos Margen Derecha Quebrada La Piñalera Quebrada Algarrobera Quebrada La Quinchalera Quebrada Botijera Drenajes Directos Margen Izquierda	
	Río Túa	Caño Barbasco	
		Caño Nuja	
		Caño Huesero	
		Drenajes Directos Margen Derecha	
		Cañada Tamarindo	
		Río Los Hoyos	Río Guafal
			Caño Las Palomas
		Drenajes Directos Margen Izquierda	
	Caño Guira	Caño Punta Guira	
		Caño Guacimalito	
		Caño La Vigía	Río Tacuya
			Cañada Chamuscada
		Caño Orocuecito	Caño Barro Grande
			Cañada Matepalma
	Caño Los Indios		
	Caño Humapo		
	Río Yucao	Caño La Emmita	Caño La Emma
		Caño Teneivo	
		Caño La Maternidad	
	Río Manacacias	Caño Manchaviva	
		Caño Pajaro Grande	Caño Pajarito
		Caño El Ingeniero	
		Caño el Sapo	
		Caño Dullacias	
Río Vichada II	Caño Guarrojo	Caño Sillatava	
	Río Planas	Caño Catamaribo	Cañon Cejalito
		Caño Samurruale	
		Caño Piriri	Caño Cochinite
		Caño Cajua	Caño MNN9
			Caño MNN10
	Río Tillavá *	Caño Rubiales	Caño MNN11
			Caño Guafas
			Caño MNN13
			Caño Masiferiana

Fuente: grupo de trabajo, Geoingeniería, 2010

Se determina como áreas de influencia de tipo puntual, los sitios en los que de una u otra forma se debe realizar movimientos de tierra para ser adecuados, en los cuales se manifiestan los impactos y que son los siguientes:

- Cada uno de los sitios que serán intervenidos de forma directa para la adecuación de vías al derecho de vía de la línea eléctrica y a cada una de las torres.
- Sitios donde se construirán cada una de las cimentaciones para las torres.
- Sitios seleccionados para la localización de campamentos base, incluye el área donde se dispondrán las aguas residuales domésticas.
- Sitios seleccionados para la localización de campamentos auxiliares.
- Sitios donde se ubicarán de forma temporal los patios de tendido.
- Sitios donde se realizarán las actividades de captación de aguas superficiales para el funcionamiento de campamentos y para la construcción de las cimentaciones para torres.
- El derecho de vía (DDV) de 32 m que será intervenido para el tendido de la línea eléctrica.

♦ ÁREAS DE INFLUENCIA DIRECTA ASPECTOS BIÓTICOS

Como área de influencia directa local desde el punto de vista biótico se definieron las diferentes unidades de cobertura vegetal que serán intervenidas durante la adecuación del derecho de vía (32m, 16m a lado y lado del eje de la línea eléctrica).

El área puntual, corresponde a las coberturas vegetales que serán intervenidas para la adecuación de los siguientes sitios:

- La vegetación presente en cada uno de los sitios donde se construirán las cimentaciones para la instalación de las torres.
- La vegetación existente en las áreas seleccionadas para sitios de campamentos (base y auxiliares) y para las plazas de tendido.

Teniendo en cuenta que la vegetación se constituye en el hábitat de la fauna silvestre, las especies de fauna que habitan dentro de las coberturas vegetales a intervenir, también se consideran como de influencia directa.

♦ ÁREAS DE INFLUENCIA DIRECTA ASPECTOS BIÓTICOS

Desde el punto de vista socioeconómico, el área de influencia directa corresponde a las zonas que de una u otra forma serán influenciadas durante el desarrollo del proyecto, ya sea por la realización dentro de ellas de las actividades o por la contratación de personal y de bienes y servicios.

Desde el punto de vista local, el área de influencia corresponde a las veredas, por las cuales pasará el trazado de la línea eléctrica y las vías que son consideradas como acceso al derecho de vía de la misma, las cuales se relacionan por departamento y municipio en la **TABLA 3.5**.

Desde el punto de vista puntual, se determinó como área de influencia social los predios por donde pasará la línea eléctrica, para los cuales se debe efectuar negociaciones de servidumbre, teniendo en cuenta las características con respecto a las actividades económicas que se realizan en cada uno de ellos, así como del tamaño y tipo de posesión que presentan. El listado de predios a intervenir por sector se presenta en la **TABLA 3.6**.

TABLA 3.5 LISTADO DE MUNICIPIOS Y VEREDAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA DE LA LÍNEA ELÉCTRICA SUBESTACIÓN CHIVOR – CAMPO RUBIALES

SECTOR	DEPARTAMENTO	AREA INFLUENCIA REGIONAL (Municipio)	AREA INFLUENCIA LOCAL (Veredas)	
Subestación Chivor – Río Upía	Boyacá	Santa María	Vereda Calichana	
			Vereda Planadas	
			Vereda San Agustín	
		San Luis de Gaceno	Arrayanes	Arriba abajo
			El Carmen	
			El Cairo	
			La Dorada – San Pedro -Unión – La Dorada	
			Guichirales	
			San José del Chuy	El Tesoro
			La Piñuela	
			La Colonia	
Río Upía – Río Meta	Casanare	Sabana Larga	San Antonio	
			El Carmen	
			Monserate	
			Botijera Alta	
			Guileña	
		Monterrey	Iguaro	
			Barbasco	
			Brisas del Llano	
			Palonegro	
			Palmira	
		Tauramena	Puente Guira	
			Vigía Trompillos	
			Carupana	
Río Meta – Campo Rubiales	Meta	Puerto López	Puerto Guadalupe	
			Las Leonas	
			Alto Yucao	
		Puerto Gaitán	Alto Manacacías	
			Comejenal	
			Santa Catalina	
			Santa Helena	
			Rubiales	

Fuente: Geoingeniería, 2010.

TABLA 3.6 PREDIOS A SER INTERVENIDOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LÍNEA ELÉCTRICA SUBESTACIÓN CHIVOR – CAMPO RUBIALES

CODIGO	No	COD-DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO	COD-MUN	MUNICIPIO	SECTOR	COD-VEREDA	VEREDA	PREDIO	FOLIO MATRICULA	NOMBRE PREDIO	OBSERVACIONES
PELL000100	1	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0007		0120			
PELL000200	2	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0008	PLANADAS	0025			
PELL000300	3	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0008	PLANADAS	0070			
PELL000400	4	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0008	PLANADAS	0024			
PELL000500	5	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0008	PLANADAS	0046			
PELL000600	6	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0008	PLANADAS	0047			
PELL000700	7	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0008	PLANADAS	0022			
PELL000800	8	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0008	PLANADAS	0023			
PELL000900	9	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0008	PLANADAS	0026			
PELL001000	10	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0008	PLANADAS	0027			
PELL001100	11	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0020	PLANADAS	0051			
PELL001200	12	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0020	PLANADAS	0052			
PELL001300	13	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0020	PLANADAS	0075	25801	LOTE	
PELL001400	14	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0020	PLANADAS	0086			
PELL001500	15	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0020	PLANADAS	0050	4607	LOS NARANJOS	
PELL001600	16	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0019	SAN AGUSTIN DEL CERRO	0075	9843	LA ESPERANZA	
PELL001700	17	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0019	SAN AGUSTIN DEL CERRO	0024	403	EL PORVENIR	
PELL001800	18	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0019	SAN AGUSTIN DEL CERRO	0025	14113	LA PRIMAVERA	
PELL001900	19	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0019	SAN AGUSTIN DEL CERRO	0026	101013000021710000		
PELL002000	20	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0019	SAN AGUSTIN DEL CERRO	0035	104016201305650156		
PELL002100	21	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0019	SAN AGUSTIN DEL CERRO	0031	9050	EL VERGEL	
PELL002200	22	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0019	SAN AGUSTIN DEL CERRO	0077	14325	EL GUAYABAL	
PELL002300	23	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0019	SAN AGUSTIN DEL CERRO	0029			
PELL002400	24	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0019	SAN AGUSTIN DEL CERRO	0033			
PELL002500	25	25	BOYACA	690	SANTA MARIA	00	0019	SAN AGUSTIN DEL CERRO	0016	102024400417610266		
PELL002600	26	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0002	ARRAYANES	0088	3458	LA VEGA	
PELL002700	27	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0002	ARRAYANES	0060	11487	LA CABANA	
PELL002800	28	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0002	ARRAYANES	0077	SN	XXX	
PELL002900	29	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0004	EL CARMEN	0078			
PELL003000	30	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0004	EL CARMEN	0153			
PELL003100	31	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0004	EL CARMEN	0116			
PELL003200	32	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0004	EL CARMEN	0163			
PELL003300	33	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0004	EL CARMEN	0164			
PELL003400	34	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0004	EL CARMEN	0080			
PELL003500	35	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0004	EL CARMEN	0137			
PELL003600	36	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0004	EL CARMEN	0027			
PELL003700	37	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0004	EL CARMEN	0028	143	LAGUNITAS	
PELL003800	38	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0004	EL CARMEN	0053	1668	EL PARAISO	
PELL003900	39	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0004	EL CARMEN	0052	1667	LAS MESETAS	
PELL004000	40	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0004	EL CARMEN	0032	17091	LA BELLEZA	
PELL004100	41	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0004	EL CARMEN	0033	27435	CHAPARRAL	
PELL004200	42	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0003	EL CAIRO	0004	SN	LA GRANJA	
PELL004300	43	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0003	EL CAIRO	0010	23567	LA ESPERANZA	
PELL004400	44	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0003	EL CAIRO	0009	7381	SAN JOSE	
PELL004500	45	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0003	EL CAIRO	0015	7346	EL RECREO	
PELL004600	46	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0003	EL CAIRO	0016	2317	EL PARAISO	
PELL004700	47	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0009	LA DORADA	0084	4044	LA ISLA	
PELL004800	48	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0009	LA DORADA	0053			
PELL004900	49	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0009	LA DORADA	0085	SN	MEREY	
PELL005000	50	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0009	LA DORADA	0118	849	EL PORVENIR	
PELL005100	51	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0009	LA DORADA	0180	18098	LA CUNA O LOTE	
PELL005200	52	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0009	LA DORADA	0026	19408	SAN IGNACIO	
PELL005300	53	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0009	LA DORADA	0094			
PELL005400	54	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0009	LA DORADA	0082	SN	BUENAVISTA	
PELL005500	55	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0009	LA DORADA	0081	3892	SAN ROQUE	
PELL005600	56	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0009	LA DORADA	0128	SN	EL PORVENIR	
PELL005700	57		BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0009	LA DORADA	0016			
PELL005800	58		BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0009	LA DORADA	0015			
PELL005900	59		BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0009	LA DORADA	0014			
PELL006000	60	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0010	GUICHIRALES	0005	23748	LA UNION	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE 230 kV SUBESTACIÓN CHIVOR - CAMPO RUBIALES											CAPÍTULO 3.0	
CODIGO	No	COD-DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO	COD-MUN	MUNICIPIO	SECTOR	COD-VEREDA	VEREDA	PREDIO	FOLIO MATRICULA	NOMBRE PREDIO	OBSERVACIONES
PELL006100	61	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0010	GUICHIRALES	0015	7832	RECUERDO	
PELL006200	62	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0010	GUICHIRALES	0007	4704	CANO AMARILLO	
PELL006300	63	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0010	GUICHIRALES	0010	24	SIBONEY	
PELL006400	64		BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0010	GUICHIRALES	0145			
PELL006500	65	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0010	GUICHIRALES	0013	17849	RESERVA	
PELL006600	66		BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0010	GUICHIRALES	0012			
PELL006700	67		BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0010	GUICHIRALES	0076			
PELL006800	68		BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0010	GUICHIRALES	0146			
PELL006900	69		BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0010	GUICHIRALES	0077			
PELL007000	70		BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0010	GUICHIRALES	0078			
PELL007100	71		BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0010	GUICHIRALES	0065			
PELL007200	72		BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0010	GUICHIRALES	0060			
PELL007300	73	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0012	SAN JOSE DEL CHUY	0061	19746	LA CABAÑA	
PELL007400	74	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0012	SAN JOSE DEL CHUY	0061	19747	ESCUELA VEREDA SAN JOSE DEL CHUY	
PELL007500	75	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0012	SAN JOSE DEL CHUY	0063	2319	LA UNION	
PELL007600	76		BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0012	SAN JOSE DEL CHUY	0045			
PELL007700	77		BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0012	SAN JOSE DEL CHUY	0151			
PELL007800	78		BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0012	SAN JOSE DEL CHUY	1034			
PELL007900	79	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0012	SAN JOSE DEL CHUY	0042	9835	BUENAVISTA	
PELL008000	80		BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0012	SAN JOSE DEL CHUY	0085			
PELL008100	81		BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0012	SAN JOSE DEL CHUY	0182			
PELL008200	82		BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0012	SAN JOSE DEL CHUY	0149			
PELL008300	83	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0012	SAN JOSE DEL CHUY	0086	21980	SAN MARTIN	
PELL008400	84		BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0012	SAN JOSE DEL CHUY	0148			
PELL008500	85	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0012	SAN JOSE DEL CHUY	0007	21919	EL BARAL	
PELL008600	86	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0012	SAN JOSE DEL CHUY	0088	2956	SAN JOSE	
PELL008700	87		BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0012	SAN JOSE DEL CHUY	0092			
PELL008800	88	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0011	PIÑUELA	0041	SN	EL LIMON	
PELL008900	89	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0011	PIÑUELA	0066	14884	LA MACARENA	
PELL009000	90	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0011	PIÑUELA	0042	16730	CORINTO	
PELL009100	91	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0011	PIÑUELA	0047	SN	EL REPOSO	
PELL009200	92	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0011	PIÑUELA	0053	11944	EL ENCANTO	
PELL009300	93	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0011	PIÑUELA	0077	28283	LOTE	
PELL009400	94	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0011	PIÑUELA	0043	22036	EL COROZO	
PELL009500	95	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0011	PIÑUELA	0037	SN	LA ESCUADRA	
PELL009600	96	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0017	SANTA TERESA	0019	5564	LA CEIBA	
PELL009700	97		BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0017	LA COLONIA	0008			
PELL009800	98	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0017	LA COLONIA	0006	13030	LA MACARENA	
PELL009900	99	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0017	LA COLONIA	0007	SN	ARGELIA	
PELL010000	100	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0017	LA COLONIA	0011	SN	LOS CHIGUIROS	
PELL010100	101	25	BOYACA	667	SAN LUIS DE GACENO	00	0017	LA COLONIA	0005	SN	EL TRIUNFO	
PELL010200	102	85	CASANARE	300	SABANALARGA	00	0007		0032	no tiene fmi en r1 y r2	SIN NOMBRE	
PELL010300	103	85	CASANARE	300	SABANALARGA	00	0007		0031	470-0048438-2002	SIN NOMBRE	
PELL010400	104	85	CASANARE	300	SABANALARGA	00	0008		0003	470-0022442	EL DIAMANTE	
PELL010500	105	85	CASANARE	300	SABANALARGA	00	0008		0004	10102070005472	SIN NOMBRE	
PELL010600	106	85	CASANARE	300	SABANALARGA	00	0008		0006	no tiene fmi en r1 y r2	SIN NOMBRE	
PELL010700	107	85	CASANARE	300	SABANALARGA	00	0008		0036	no esta incorporado en los r1 y r2	SIN NOMBRE	
PELL010800	108	85	CASANARE	300	SABANALARGA	00	0008		0032	470-10737	LA FLORIDA	
PELL010900	109	85	CASANARE	300	SABANALARGA	00	0008		0010	470-12234	LA ESPERANZA	
PELL011000	110	85	CASANARE	300	SABANALARGA	00	0012		0011	470-661	MACARENA N. 2	
PELL011100	111	85	CASANARE	300	SABANALARGA	00	0009		0055	no esta incorporado en los r1 y r2	SIN NOMBRE	
PELL011200	112	85	CASANARE	300	SABANALARGA	00	0009		0017	10200970017870	SIN NOMBRE	
PELL011300	113	85	CASANARE	300	SABANALARGA	00	0009		0018	102042100821690000	SIN NOMBRE	
PELL011400	114	85	CASANARE	300	SABANALARGA	00	0009		0022	102040400788690000	SIN NOMBRE	
PELL011500	115	85	CASANARE	300	SABANALARGA	00	0009		0023	470-38928	ALTAMAR	
PELL011600	116	85	CASANARE	300	SABANALARGA	00	0009		0026	102042100820690000	LA ESPERANZA???	
PELL011700	117	85	CASANARE	300	SABANALARGA	00	0009		0029	470-504	SANTA BARBARA	
PELL011800	118	85	CASANARE	300	SABANALARGA	00	0014		0020	470-9719	SAN ANTONIO BOTIJERA	
PELL011900	119	85	CASANARE	300	SABANALARGA	00	0014		0023	470-3161	EL PICACHO	
PELL012000	120	85	CASANARE	300	SABANALARGA	00	0015		0020	470-16334	EL PARAISO	
PELL012100	121	85	CASANARE	300	SABANALARGA	00	0015		0021	470-10506	LA ESPERANZA	
PELL012200	122	85	CASANARE	300	SABANALARGA	00	0015		0023	no tiene fmi el r1 y r2	SIN NOMBRE	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE 230 kV SUBESTACIÓN CHIVOR - CAMPO RUBIALES												CAPÍTULO 3.0
CODIGO	No	COD-DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO	COD-MUN	MUNICIPIO	SECTOR	COD-VEREDA	VEREDA	PREDIO	FOLIO MATRICULA	NOMBRE PREDIO	OBSERVACIONES
PELL012300	123	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0001		0066	no hay FMI	SIN NOMBRE	
PELL012400	124	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0001		0065		SIN NOMBRE (CREADO)	
PELL012500	125	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0001		0009	470-14427	EL VERGEL	
PELL012600	126	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0001		0067	no hay FMI	SIN NOMBRE	
PELL012700	127	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0001		0095	470-75258	CAÑOFISTOL	
PELL012800	128	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0001		0042	470-72741	MACAPAY	
PELL012900	129	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0001		0094	470-0065012	LA ESPERANZA	
PELL013000	130	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0001		0044	470-3786	SANTA ROSITA DEL TUA	
PELL013100	131	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0020		0019	470-3789	EL JAZMIN	
PELL013200	132	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0020		0020	470-0028306	HARAUATO III	
PELL013300	133	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0020		0040	470-21473	TAILANDIA	
PELL013400	134	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0020		0041	470-0021474	FUERA DEL TRAZADO	
PELL013500	135	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0020		0021	470000241000079	GUAYACAN O SANTA HELENA	
PELL013600	136	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0019		0024	no esta incorporado en los r1 y r2	SIN NOMBRE	
PELL013700	137	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0019		0049	no esta incorporado en los r1 y r2	SIN NOMBRE	
PELL013800	138	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0019		0027	470-82918	EL MORICHAL (FUERA DEL TRAZADO)	
PELL013900	139	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0019		0031	470-75331	PATIO BONITO	
PELL014000	140	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0019		0016	102013100685710000	LA PALESTINA	
PELL014100	141	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0019		0004	470-3732	LA FLORIDA	
PELL014200	142	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0019		0061	470-16302	VILLA LORENA	
PELL014300	143	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0019		0062	470-16302	VILLA LORENA	
PELL014400	144	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0019		0039	470-4578	LA PROVINCIA	
PELL014500	145	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0019		0040	470-9693	LA REFORMA	
PELL014600	146	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0018		0023	470-12558	BRAMADORA	
PELL014700	147	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0018		0048	470-32848	LA ENVIDIA	
PELL014800	148	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0018		0018	470-13273	BRUSELAS	
PELL014900	149	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0018		0087	470-61740	BRUSELAS (COOPERATIVA)	
PELL015000	150	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0018		0033	470-14214	SIN NOMBRE	
PELL015100	151	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0017		0013	470-5692	LA UNION SAN ISIDRO	
PELL015200	152	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0017		0023	470-25801	EL CHAPARRAL	
PELL015300	153	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0018		0019	470-23676	CALAMAR FUERA DEL TRAZADO	
PELL015400	154	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0018		0053	470-36628	SIN NOMBRE (FUERA DEL TRAZADO)	
PELL015500	155	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0017		0070	no hay FMI	FUERA DEL TRAZADO	
PELL015600	156	85	CASANARE	162	MONTERREY	00	0017		0052	470-18415	LA REVANCHA (FUERA DEL TRAZADO)	
PELL015700	157	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0005		0046	no hay FMI	FUERA DEL TRAZADO	
PELL015800	158	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0005		0045	no hay r1 y r2	FUERA DEL TRAZADO	
PELL015900	159	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0005		0229	470-0074703	EL TANQUERO	
PELL016000	160	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0005		0014	470-74705	LA CABAÑA	
PELL016100	161	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0005		0015	470-49784	EL MIEDO	
PELL016200	162	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0005		0141	470-14213	LA PRADERA	
PELL016300	163	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0005		0172	en proceso de adjudicacion	APARENTEMENTE ESTA DUPLICADO	
PELL016400	164	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0005		0185	470-56951	FUERA DEL TRAZADO	
PELL016500	165	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0005		0223	470-0068634	LA GARABATERA	
PELL016600	166	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0005		0142	470-27171	LA CUCHARITA	
PELL016700	167	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0005		0202	470-49805	LAS MARIAS	
PELL016800	168	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0005		0021	470-00001182/470-49804	LA CANDELARIA	
PELL016900	169	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0005		0140	470-13532	LAS MALVINAS	
PELL017000	170	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0005		0110	470-14183	LA PREVISION	
PELL017100	171	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0005		0145	470-55314	CAMBIADO POR EL 0148	
PELL017200	172	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0005		0206	470-45390	EL MATAL II	
PELL017300	173	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0005		0228	470-0077093	EL ESTERO	
PELL017400	174	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0005		0189	470-46051	EL DESCANSO	
PELL017500	175	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0005		0173	470-35135	LOS ALGARROBOS	
PELL017600	176	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0164	no esta incorporado en los r1 y r2	FUERA DEL TRAZADO	
PELL017700	177	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0172	no esta incorporado en los r1 y r2	EL COLEADOR	
PELL017800	178	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0160	470-12320	EL REGRESO	
PELL017900	179	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0096	470-14653	BOGOTA	
PELL018000	180	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0097	470-14100	MATA DE LOS TROMPILLOS	
PELL018100	181	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0135	470-24750	TROMPILLOS	
PELL018200	182	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0227	no hay r1 y r2	LA VIGIA II	
PELL018300	183	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0027	470-14802	HATO VIGIA MATRIZ	
PELL018400	184	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0139	470-29297	LA ANGOSTURA	

CODIGO	No	COD-DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO	COD-MUN	MUNICIPIO	SECTOR	COD-VEREDA	VEREDA	PREDIO	FOLIO MATRICULA	NOMBRE PREDIO	OBSERVACIONES
PELL018500	185	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0025	470-35281	CHAPARRALITO	
PELL018600	186	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0022	470-38781	SANTA ROSITA	
PELL018700	187	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0023	470-0027423 / 470-79531	UNIEMPRENDER	
PELL018800	188	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0005	no hay FMI	LA DEFENSA	
PELL018900	189	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0005	470-61575	LOS MANGOS	
PELL019000	190	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0013	no hay FMI	HATO MARAURE	
PELL019100	191	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0008	470-37470	EL DIAMANTE-EL PALMAR	
PELL019200	192	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0169	470-61717	EL DIAMANTE-EL PALMAR	
PELL019300	193	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0197	470-63764	EL DIAMANTE-EL PALMAR	
PELL019400	194	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0015	470-46796	EL TURPIAL	
PELL019500	195	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0007	470-1495	EL RETIRO	
PELL019600	196	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0060	470-0084494	EL TAMARINDO	
PELL019700	197	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0062	173017200699780000 / 470-18770	DANUBIO	
PELL019800	198	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0102	470-10581	COROCITO	
PELL019900	199	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0101	470-43570	EL CARUTO	
PELL020000	200	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0109	470-16357	LOS LAURELES	
PELL020100	201	85	CASANARE	410	TAURAMENA	02	0007		0116	470-19208	SAN JOSE	
PELL020200	202	50	META	573	PUERTO LOPEZ	02	0009		0006	234-546	GUADALUPE	
PELL020300	203	50	META	573	PUERTO LOPEZ	02	0009		0069	234-14279	FUERA DEL TRAZADO	
PELL020400	204	50	META	573	PUERTO LOPEZ	02					LEONAS	PREDIO COMPUESTO POR 176 LOTES, DE LOS CUALES SE AFECTAS 24
PELL020500	205	50	META	573	PUERTO LOPEZ	02	0010		0087	234-3331	EL SOL	
PELL020600	206	50	META	573	PUERTO LOPEZ	02	0010		0083	234-2723	LA JUANA	
PELL020700	207	50	META	573	PUERTO LOPEZ	02	0012		0006	234-1203	EL CAPRICH0	
PELL020800	208	50	META	573	PUERTO LOPEZ	02	0012		0005	en proceso de adjudicacion	NAHUAL	
PELL020900	209	50	META	568	PUERTO GAITAN	01	0001		0888	234-15912 / 234-0005078	LAS BRISAS	
PELL021000	210	50	META	568	PUERTO GAITAN	01	0001		0888	234-5078		
PELL021100	211	50	META	568	PUERTO GAITAN	01	0001		0734	234-8163	MACHIJURE	
PELL021200	212	50	META	568	PUERTO GAITAN	01	0001		0737	234-8248	EL TIGRILLO	
PELL021300	213	50	META	568	PUERTO GAITAN	01	0001		0739	234-8164	EL STARE	
PELL021400	214	50	META	568	PUERTO GAITAN	01	0001		0275	234-5193	EL PARAISO	
PELL021500	215	50	META	568	PUERTO GAITAN	01	0001		1040	234-5041	HORIZONTES	
PELL021600	216	50	META	568	PUERTO GAITAN	01	0001		0378	234-13964	CIMARRONES	
PELL021700	217	50	META	568	PUERTO GAITAN	01	0001		0652	234-15463	PROVIDENCIA	
PELL021800	218	50	META	568	PUERTO GAITAN	01	0001		1267	234-15461 / 234-15462	SANTA CLARA	
PELL021900	219	50	META	568	PUERTO GAITAN	01	0001		1266	234-15462	SAN FRANCISCO	
PELL022000	220	50	META	568	PUERTO GAITAN	01	0001		0254	234-12020	LA LUNA	
PELL022100	221	50	META	568	PUERTO GAITAN	01	0001		0253	234-3873	LA PALMERA-SANTA SOFIA	
PELL022200	222	50	META	568	PUERTO GAITAN	01	0001		0250	No tiene fmi el r1 y el r2	VILLA (VALLE) CAMPO	
PELL022300	223	50	META	568	PUERTO GAITAN	01	0001		0250	234-10250	VILLA (VALLE) CAMPO	
PELL022400	224	50	META	568	PUERTO GAITAN	02	0001		0247	234-0012	LA GALICIA	
PELL022500	225	50	META	568	PUERTO GAITAN	02	0001		0255	234-12746	EL MIRADOR	
PELL022600	226	50	META	568	PUERTO GAITAN	02	0001		0254	234-1545	LA GIRALDA	
PELL022700	227	50	META	568	PUERTO GAITAN	02	0001		0257	234-12744	DEVA	
PELL022800	228	50	META	568	PUERTO GAITAN	02	0001		0064	No tiene fmi el r1 y el r2	LA SIERRA (FUERA DEL TRAZADO)	
PELL022900	229	50	META	568	PUERTO GAITAN	02	0001		0283		LA PUNTA	
PELL023000	230	50	META	568	PUERTO GAITAN	02	0001		0342	234-0015435	VILLA LUZ	
PELL023100	231	50	META	568	PUERTO GAITAN	02	0001		0341	234-0015433	MONACO	
PELL023200	232	50	META	568	PUERTO GAITAN	02	0001		0083	en proceso de adjudicacion	HATO RUBIALES	
PELL023300	233	50	META	568	PUERTO GAITAN	02	0001		0315	234-14893	LAGUNAS	
PELL023400	234	50	META	568	PUERTO GAITAN	02	0001		0317	234-14894	PARAGUAY	
PELL023500	235	50	META	568	PUERTO GAITAN	02	0001		0316	234-13555	RONCADOR	
PELL023600	236	50	META	568	PUERTO GAITAN	02	0001		0136		CALIFORNIA (CREADO)	
PELL023700	237	50	META	568	PUERTO GAITAN	02	0001		0028	no tiene fmi r1 y el r2	COROCORAS (CREADO)	
PELL023800	238	50	META	568	PUERTO GAITAN	02	0001		0329	234-13737	TIYABA	
PELL023900	239	50	META	568	PUERTO GAITAN	02	0001		0031	FOLIO	MALABARES UNO	
PELL024000	240	50	META	568	PUERTO GAITAN	02	0001		0435	FOLIO	MALABARES DOS	
PELL024100	241	50	META	568	PUERTO GAITAN	02	0001		0268	234-12584	EL PARAISO	
PELL024200	242	50	META	568	PUERTO GAITAN	02	0001		0156	234-8697	MONZONERO	
PELL024300	243	50	META	568	PUERTO GAITAN	02	0001		0155	234-8612	LAGUNAZA	
PELL024400	244	50	META	568	PUERTO GAITAN	02	0001		0187	234-6260	LA MORELIA	

Fuente: Arce & Rojas, 2010

3.2 MEDIO ABIÓTICO

3.2.1 GEOMORFOLOGÍA

A través del paso de la Cordillera Oriental a la cuenca de los Llanos Orientales, se puede observar variedad de geoformas generadas a partir de diferentes procesos con una única génesis estrechamente ligada a la evolución tectónica de la cordillera Oriental. El corredor correspondiente al área de interés se encuentra sobre tres sectores con claras diferencias geomorfológicas, de occidente a oriente sector montañoso, sector de planicie y un último sector de altillanura. El primer sector corresponde a la cordillera y piedemonte donde la geología estructural ha sido el agente con mayor incidencia levantando la zona montañosa a través de sucesivas fallas inversas, la mayoría de alto ángulo produciendo verticalización en muchos estratos de diferentes formaciones, este plegamiento y fallamiento han generado geoformas como montañas y cadena montañosas con barras y espinazos cuyas pendiente estructural de los estratos es mayor a 45°, crestas y crestones con pendientes entre 10°-45° y cuevas con pendientes estructurales menores a 10°. La erosión que actúa simultáneamente a medida que el terreno se eleva, moldea lomas y colinas que son elevaciones menores a 300 m con respecto al terreno, con cimas redondeadas y pendiente de ladera entre 3.15°-10°. Estas morfologías dependen también de la litología que en algunas ocasiones sea más susceptible a la erosión y permite un modelamiento diferente, permitiendo también la generación laderas coluviales, valles aluviales.

El paso a la cuenca de los Llanos hasta el río Meta, Cuenca de los Llanos de Casanare, que estructuralmente conforma el bloque yacente de la Falla de Guaicáramo, conforma una planicie aluvial con morfologías de colinas y lomas denudadas de la Formación Guayabo, depósitos cuaternarios producto de la erosión de la cordillera y el depósito de esta carga al cambiar la pendiente del piedemonte a la planicie, en general estas geoformas cuaternarias se componen terrazas subrecientes y recientes, que evidencian la neotectónica que presente. Esta planicie que abarca desde el piedemonte hasta el río Meta conforma la llanura inundable, mal drenada por su configuración cóncava, con un patrón de drenaje subparalelo con ríos trenzados (Río Túa), río sinuosos y ríos Meándricos. Contigua a la Cuenca de los Llanos de Casanare con límite en el río Meta y con una diferencia de elevación de 30 metros se extiende la Cuenca de los Llanos del Meta, con morfologías propias de la altillanura, este sector se presenta con una forma en general convexa que da paso al tipo de drenaje dendrítico.

En el sector del río Meta, margen derecho y Campo Rubiales se distinguen siete unidades geomorfológicas las cuales son demarcadas por la falla del río Meta y son provenientes de la denudación de antiguas llanuras agradacionales. En el área se encuentran: la Altillanura plana, que comprende un paisaje particular en donde la morfología es plana o casi plana, con pendientes de 0 a 3%, característica ya que el proceso de disección es bajo por los drenajes de baja densidad. Limitando esta unidad en el margen izquierdo, se puede demarcar la unidad de borde de Altillanura Plana que corresponde a una geoforma de cañadas o escarpes que recortan profunda y ampliamente la superficie de altillanura plana configurando un paisaje de laderas de pendientes entre los 50-75%.

Se encuentra la Altillallura Disectada, la cual se extiende casi a lo largo de todo el tramo, característico por presentar un conjunto de lomeríos y colinas con taludes de distinta longitud, pendiente y modelado, junto con depresiones y valles demarcados por un drenaje de patrón dendrítico, además de geoformas de gran variabilidad residuales aisladas como serranías, mesas o butes provocados por múltiples patrones de erosión.

Complementando la Altillanura Disectada se encuentra la Penillanura de Lomas y suaves inclinaciones, correspondiente a una parte de la altillanura en donde la madurez es mucho más avanzada con respecto a su etapa de disección, con respecto a las anteriores, en donde se reducen los niveles interfluviales y se redondean aún más las superficies, dando una topografía plana casi uniforme, con ligeras desnivelaciones que dan geoformas de lomas y suaves inclinaciones, cuyas pendientes son 3-7%. De igual forma se encuentra Altillanura Alomada con pendientes entre 12 al 25%, con una topografía alomada típica y mesa con cimas concordantes y vallecitos de fondo plano. Para este caso se puede hablar de una madurez temprana en su etapa de disección.

Por último se presentan unidades representadas principalmente por un ambiente de depositación como lo son Vallecitos Coluvio-Aluviales de patrón Dendrítico con una topografía es plana con microrelieve plano-cóncavo y pendientes de 0-3%, formando fajas angostas y alargadas y Llanura Aluvial de Desborde de río Meándrico, que corresponde a los planos aluviales recientes de los ríos Meta, Yucao, Manacacías y Planas, con una topografía plana con pendientes medias inferiores a 1%.

Todas las unidades identificadas y descritas en las **TABLAS 3.11 A TABLA 3.13**, las cuales se espacializan en el mapa geomorfológico **EIA LECH-RU 04**.

3.2.2 GEOLOGÍA

3.2.2.1 GEOLOGÍA REGIONAL

El área por la que transcurre el trazado de la línea eléctrica proyectada se localiza al oriente de Colombia, comprende la cordillera oriental, el Cinturón Plegado y Fallado del Piedemonte de la Cordillera Oriental y los llanos orientales de los departamentos de Casanare y Meta.

El sector noroccidental, se caracteriza por la presencia de rocas cretácicas constituidas por areniscas consolidadas, limolitas y lutitas que por lo general forman un relieve montañoso a escarpado; y rocas terciarias sobre las cuales se presentan fenómenos de remoción en masa, principalmente en áreas desprotegidas de vegetación, con pendientes transversales pronunciadas o afectadas por procesos tectónicos como la actividad de la Falla de Guaicáramo.

En la cordillera Oriental la topografía es muy irregular con pendientes que varían entre bajas (0% al 30%) en los sectores conformados por depósitos aluviales y post-glaciares; medias a altas (entre 15% y 30%) en zonas montañosas correspondientes a pendientes y contrapendientes estructurales; y escarpes (>45%) en crestas y montañas. La altitud varía entre 500 m.s.n.m. en el sector central y sur y 2500 m.s.n.m. al noroccidente.

En el sector de piedemonte predominan sedimentos cuya edad varía entre el Cretácico y Cuaternario, afectados por varios sistemas de fallamiento y deformaciones tectónicas como son: el Sistema de Fallas de Guaicáramo y el Sistema de Fallas de Yopal.

Hacia el suroriente, la zona de los llanos orientales se relaciona estrechamente con la geología de la cordillera oriental, pues los depósitos conformados en las planicies y los valles aluviales, se constituyen principalmente de sedimentos originados a partir de la alteración, degradación, erosión y transporte de las rocas de preexistentes en la parte alta de la cordillera.

Lo anterior se explica porque durante el pleistoceno ocurrió la mayor parte de la erosión de la cordillera, precedida de un gran orogenia y un sin número de glaciaciones en América del Sur, donde cubrieron gran parte de la Cordillera Oriental en Colombia. Dichos glaciares tuvieron una gran actividad erosiva en la cordillera, removiendo grandes cantidades de materiales, las cuales fueron transportadas hasta los llanos orientales. Estos sedimentos han originado una amplia cobertura aluvial extendiéndose desde la cordillera hasta el río Orinoco. Después del pleistoceno los depósitos aluviales fueron afectados por movimientos tectónicos dando origen a diferentes niveles, después del Pleistoceno los depósitos aluviales fueron afectados por movimientos tectónicos que dieron origen a diferentes niveles.

En forma general, los llanos han sido rellenados gradualmente con los sedimentos de la cordillera oriental. Cerca del pie de la cordillera, las partículas gruesas fueron depositadas en forma de abanicos aluviales; aquí los ríos tienen forma trenzada, que va cambiando hacia el oriente a forma meándrica, junto con una gran planicie aluvial formada por numerosos cauces, que cambian de curso frecuentemente.

Los levantamientos y plegamientos produjeron una zona de subsidencia hacia el final de la última glaciación, de tal forma que se hundieron los suelos que hoy corresponden a Arauca y Casanare; el hundimiento ha continuado en menor grado extendiéndose hacia el río Meta. El límite occidental de la

zona de subsidencia lo constituye el cauce del río Meta. La depresión así formada entre la cordillera oriental y el cauce del río Meta, ha sido posteriormente rellenada con depósitos aluviales del Pleistoceno medio hasta el Pleistoceno reciente.

Como producto de la subsidencia, los Llanos de Arauca y Casanare, tomaron una forma cóncava mal drenada (Orinoquía inundable), mientras que los del Meta y el Vichada mantuvieron una forma convexa que permite un mejor drenaje (Orinoquía no inundable o altillanura).

Los sedimentos terciarios que afloran en el área, forman una faja elongada plegada con rumbo noreste y corresponden a una estructura asimétrica plegada denominada Sinclinal de Zapatosa, cuyo eje pasa por el costado noroccidental del área; la secuencia está representada principalmente por capas de arenitas, arcillolitas, lodolitas y localmente por conglomerados de origen marino somero a continental.

◆ ESTRATIGRAFÍA

Las rocas aflorantes en el área de estudio están representadas por El Grupo Farallones, Calizas del Guavio, Lutitas de Macanal, Areniscas de Las Juntas, Guaduas, Fómeque, Une, Chipaque, Grupo Guadalupe, Guaduas, Barco, Cuervos, Mirador, Carbonera, León y Guayabo; sedimentos del neógeno-cuaternario sin diferenciar de carácter arcilloso y arenoso arcilloso; y depósitos de Terrazas subrecientes, recientes, depósitos aluviales recientes, activos y coluvio aluviales.

En la **TABLA 3.7, TABLA 3.8 Y TABLA 3.9**, se describen e ilustran por sectores las principales unidades litológicas presentes en el área de influencia del corredor de la línea de transmisión eléctrica. Su espacialización se muestra en el mapa geológico **EIA LECH-RU 03**.

3.2.2.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Los casi 253 Km de longitud del área indirecta y su dirección ENE- WSW, pasan de Chivor en la cordillera oriental hasta la altillanura de campo Rubiales por varios sistemas estructurales ocasionados por un mismo evento tectónico que desarrolló el plegamiento y levantamiento de la Cordillera Oriental. De esta manera en la Cordillera y Piedemonte se encuentra un sistema de cabalgamiento donde el bloque colgante o sucesivos bloques colgantes cabalgan entre sí a través de la numerosas falla inversas, con buzamiento al W y NW, hasta llegar a la falla de Guaicáramo, que es la falla maestra del sistema, separando el piedemonte de la cuenca de los Llanos que representa el bloque yacente. A partir de la Falla de Guaicáramo hacia el oriente se desarrolla un sistema de fallas Normales cubiertas y evidentes sólo a través de la geofísica, que generan Grabens y Horns, trampas estructurales que permiten el almacenamiento de hidrocarburos. Campo Rubiales en el extremo oriental del área de estudio, se encuentra bajo el dominio estructural de los Llanos del Meta con fallas normales convergencia a W y sus correspondientes fallas antitéticas convergencia al E, causadas por flexión como respuesta a la carga tectónica impuesta por la cordillera Oriental.

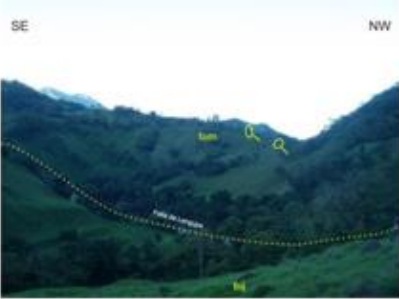
CORDILLERA ORIENTAL-PIEDEMONTES

Al oriente las fallas que afectan las rocas son estructural regionales, orientadas SW-NE, y se extienden por decenas de kilómetros, correspondiendo como se mencionó, a fallas inversas con buzamiento al W, (sistema de fallas del Piedemonte Llanero).

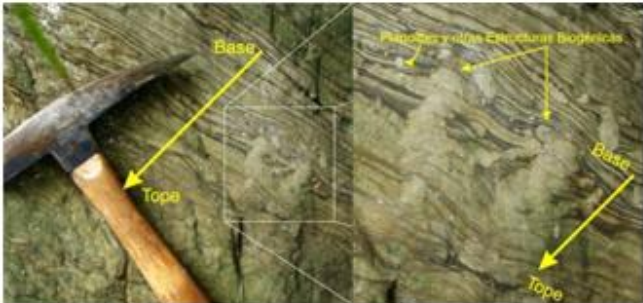
FALLA DE SANTA MARÍA

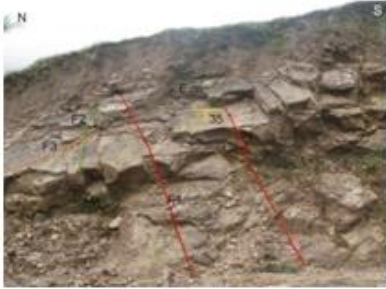
Es una estructura de tipo regional que pasa por la población de Santa María de la cual toma su nombre. Atraviesa el sector oriental del área en sentido SW-NE desde el sur de Mámbo hasta el oriente de Los Cedros, se encuentra localizada en el flanco occidental de Sinclinal de Nazareth. Es de tipo Inverso con ángulo de buzamiento alto, con buzamiento al NW y posiblemente presenta componente transcurrentedextral, pone en contacto rocas del Grupo Farallones con rocas de la Formación Lutitas de Macanal y Formación Calizas del Guavio. Generando una amplia zona de deformación con estratos verticalizados, inversión de capas, fracturamiento y plegamiento.

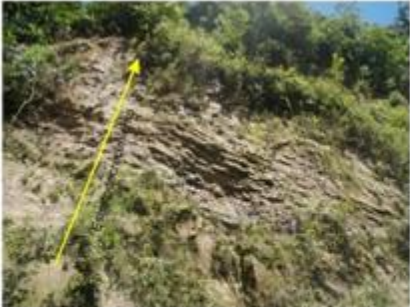
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE 230 KV SUBESTACIÓN CHIVOR - CAMPO RUBIALES			CAPÍTULO 3.0
TABLA 3.7 GEOLOGÍA SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR - RÍO UPÍA			
UNIDAD GEOLÓGICA (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	DESCRIPCION LITOLÓGICA	FOTOGRAFÍAS
DCf	Grupo Farallones	Potente sucesión sedimentaria, predominantemente siliciclástica, con arenitas, limolitas y lodolitas muy compactas, de color gris, roja o verde, en algunos sectores (río Chivor) muestra niveles calcáreos de wackestones y packstones de crinoideos y braquiópodos. En general la roca muestra foliación tectónica que enmascara la estratificación (Informe Geológico Cinturón Esmeraldífero Oriental CEOR 2008). En campo se observó aflorando por la carretera de la vereda San Rafael, un paquete muy grueso de capas delgadas tabulares de arenita muy fina, de color verde, muy cementada, con alto contenido de moscovita y arcilla blanca, óxidos de hierro, cuarzo con foliación incipiente, meta arenita. Se presentan intercalaciones de arcillolita negra y lodolita verde posiblemente filitas con lustre debido al contenido de micas metamórficas. En otro punto de control 900 metros al norte en el cruce de la misma carretera con la quebrada la Cristalina aflora una secuencia muy fracturada roca meta-sedimentaria verde, de grano medio, presenta lustre, foliación y contiene actinolita.	 Fotografía 1: Vista Panorámica de Grupo Farallones, cerros de la margen derecha del Río Lengupá desde el punto de control E:762926, N:1032234.  Fotografía 2: Acercamiento de afloramiento de capas tabulares, delgadas a medias de arenita muy fina color verde con laminación interna planar del Grupo Farallones, sobre la carretera de la Vereda San Rafael, municipio de Santa María, punto de control E:759857, N:1032812.  Fotografía 3: Clasto tamaño bloque mayor a 5 metros de diámetro de conglomerado con matriz arena fina color rojo, armazón guijas y cantos de arcillolita amarilla y negra. Rodado del Grupo Farallones, sobre la Quebrada la Cristalina, Vereda San
K1cg	Calizas del Guavio	A la base se presenta un nivel conglomerático basal, con intercalaciones de arenitas y lodolita, lutitas, suprayacido por un potente paquete de shales que hacia el tope pasa a limolitas arcillosas con algunas intercalaciones arenosas, sobre las cuales se encuentra dos niveles calcáreos separados por un nivel lutítico (Informe Geológico Cinturón Esmeraldífero Oriental CEOR 2008). En campo se observó aflorando la unidad por la quebrada Negra, de base a tope se presenta un paquete grueso con estratificación tabular en capas medias a gruesas de margas de color negro, suprayacida por una sucesión gruesa de intercalaciones de shale calcáreo y micritas negras en capas medias con estrato decrecimiento a capas delgadas y muy delgadas en estratificación tabular.	 Fotografía 4: Base Afloramiento de la formación Calizas del Guavio sobre la quebrada Negra, margas negras en capas medias y gruesas, muy diaclasadas. Punto de control E:759238, N:1031113.  Fotografía 5: Secuencia de intercalaciones de margas y micritas negras en capas medias. Punto de control E:759102, N:1031026  Fotografía 6: Secuencia de intercalaciones de margas y micritas negras en capas medias, quebrada Negra. Punto de control E:759163, N:1031100

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE 230 KV SUBESTACIÓN CHIVOR - CAMPO RUBIALES			CAPÍTULO 3.0
UNIDAD GEOLÓGICA (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	DESCRIPCION LITOLÓGICA	FOTOGRAFÍAS
b2m	Lutitas de Macanal	Según la literatura a la base se comprende de arcillolitas grises en capas medias a delgadas, con gran cantidad de restos de plantas y bivalvos; meteoriza a crema y rojizo, en la parte media presenta sectorialmente intercalaciones de arenitas en arcillolitas, al tope aumentan las intercalaciones de arenita y limolita. En campo se observó aflorando esta formación sobre la quebrada la Cristalina, donde se presenta en paquetes muy gruesos de arcillolita negra carbonosa en capas medias con laminación ondulosa y capas muy delgadas de calcita, la unidad se encuentra diaclasada y fallada, con estrato decrecimiento pasando a capas delgadas y laminas gruesas de lodolita calcárea con cristales gruesos de piritita. Hacia el tope aflora arenita arcillosa de grano medio en capas delgadas y muy delgadas con láminas medias de piritita en laminación plana, suprayacida por un nivel conglomerático matriz-soportado con clastos de guijos y cantos de limolita y arenita, clasto subredondeados a subangulares y subelongados, granodecrecimiento a arenita fina, limolita y finalmente arcillolita negra. Al tope se presentan intercalaciones de paquetes gruesos de arenita media, muy cementada, color negro, con alto contenido de materia orgánica y piritita en cristales euhedrales y paquetes de arcillolitas negras carbonosas. En la sección la unidad buza al Nororiente con una inclinación de 70°a 20° de base a tope.	 Fotografía 7: Panorámica de la Formación Lutitas de Macanal margen derecha río Lengupá, fotografía desde el punto de control E:761577, N:1032868.  Fotografía 8: Afloramiento plegado de conglomerado suprayacido por arenita y arcillolita negras, Formación Lutitas de Macanal margen derecha río Lengupá, punto de control E:761007, N:1034613.  Fotografía 9: Afloramiento diaclasado y fallado en limolitas y arcillolitas negras con venas de calcita que evidencian el movimiento de las fallas, Formación Lutitas de Macanal margen derecha río Lengupá, punto de control E:761320, N:1034401.
b3j	Areniscas Las Juntas	Se conforma por dos miembros arenosos separados por un nivel lutítico intermedio. De base a tope: Miembro el Volador se compone de secuencias granocrecientes de arcillolitas gris oscuro, en láminas lenticulares a láminas ondulosas de arenita cuarzosa de grano muy fino, que pasan al tope a arenita fina con cemento silíceo, grises con laminación flaser, se encuentran bivalvos, ichnofosiles horizontales y ondulitas de oleaje. Miembro Lutitas Intermedias constituido por arcillolitas grises, con laminación lenticular de cuarzoarenita fina, presenta nódulos huecos y algunas intercalaciones delgadas de limolita arcillosa, capas de porcelanita negra y menos frecuentes capas gruesas a muy gruesas de cuarzoarenita gris, hacia el tope se encuentra el miembro Almeida compuesto de capas muy gruesas de cuarzoarenita gris en capas tabulares compactas de grano medio y cemento silíceo, con algunas intercalaciones de arcillolita gris, al tope la arenitas son de grano fino a medio, bien seleccionadas en capas gruesas que meteorizan a amarillo y rojizo. En campo sobre la carretera que conduce de San Luis de Gaceno a la vereda Planadas, se presentan las arenitas superiores de Las Juntas con capas muy diaclasadas de arenita de grano grueso con cemento ferruginoso, granos redondeados, buena selección y porosidad, aparentemente impregnadas de bitumen, también se expone el miembro medio conformado de paquetes medios de arcillolita en láminas medias y delgadas con intercalaciones de capas muy delgadas a delgadas de limolita y arenita muy fina, rojiza.	 Fotografía 10: Panorámica de la Formación Arenitas de las Juntas margen izquierda río Lengupá, fotografía desde el punto de control E: 763517, N:1032804.  Fotografía 11: Detalle de arenitas gruesas con cemento ferruginoso e impregnación de la formación Arenitas las Juntas, punto de control E:761912, N:1031398  Fotografía 12: Detalle intercalaciones de limolitas negras y shales sobre la carretera a Planadas, formación Arenitas las Juntas, punto de control E:762980, N:1032083

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE 230 KV SUBESTACIÓN CHIVOR - CAMPO RUBIALES			CAPÍTULO 3.0
UNIDAD GEOLÓGICA (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	DESCRIPCION LITOLÓGICA	FOTOGRAFÍAS
b4b6f	Fómeque	Se compone de arcillolitas con intercalaciones frecuentes de biomicritas y algunas arenitas y bioesparitas. En campo se observó parte de la formación sobre la Quebrada la Cantonera, se presenta de tope a base con arcillolitas grises, no calcáreas en paquetes gruesos, hacia la base se presentan biomicritas en capas onduladas, niveles de lodolitas café calcárea con concreciones ovoides, lodolitas carbonosas con hierro y limolitas negras silíceas en capas tabulares, cerca de la base se observan capas gruesas de calizas con conchas hasta de 4 cm.	 Fotografía 13: Detalle. Pliegue anticlinal en arcillolitas y arcillolitas carbonosas de la Formación Fómeque en la Quebrada Cantonera, E:762607, N:1030772  Fotografía 14: Falla normal donde se ve el contacto segmento de shale contra capas delgadas de arenita fina, punto de control E:763106 N:1030630  Fotografía 15: Detalle. capa de nódulos ferrosos en capas de shale calcárea. Punto de control Quebrada la Cantonera E:763220, N:1030678
b6k1u	Une	Sucesión de capas gruesas de cuarzoarenita de grano grueso, blanca con gránulos redondeados y sobrecrecidos, bien cementada con cemento silíceo, trazas de feldespatos, glauconita y minerales pesados, porosidad primaria muy baja, son secuencias estrato y grano decrecientes hacia el tope, donde también presenta capas delgadas de carbón antracítico y capas delgadas de lodolita arenosa, (ATG 2008). En campo se observó aflorando la formación Une a lo largo del Río Lengupá cerca al cruce con la carretera a San Luis; en el nacimiento de la Quebrada San Antonio se presenta una morfología escarpada con laderas cubiertas por bloques de cuarzoarenita media muy cementada con lentes de materia orgánica, se encontraron bloques angulares de cuarzoarenita de grano medio con estilolitos hasta de 1 cm, pertenecientes a la formación Une en la quebrada la Cantonera.	 Fotografía 16: Panorámica de la Formación Une en la Quebrada San Antonio. Punto de control E:764132, N:1028616  Fotografía 17: Capas subverticales de la formación Une, Puente Campana sobre el río Lengupá, punto de control E:761932, N:1027825  Fotografía 18: Bloque angular de la Formación Une con granulometría gruesa y estilolitos centimétricos. Quebrada la Cantonera, punto de control E:762607, N:1030772
k1k4c	Chipaue	En general la Formación se conforma de base a tope de arcillolitas fósiles, gris oscuro a negro con intercalaciones de cuarzoarenitas, suprayacida por un nivel de cuarzoarenitas de grano medio a grueso en capas gruesas plano paralelas a inclinadas, con intercalaciones de lodolitas fósiles gris oscuro ricas en materia orgánica, finalizando al techo con lodolitas y arcillolitas fósiles color gris oscuro a negro, ricas en materia orgánica, bioturbadas con intercalaciones de arenitas. En campo se observó un afloramiento de la unidad en la Quebrada el Toro donde se presenta compuesta de base a tope de arenita muy fina bien cementada con laminación wavy flaser, pasa transicionalmente a arcillolitas en laminación lenticular, con laminas medias a capas delgadas en paquetes muy gruesos, hacia el tope la arcillolita pasa a color gris masiva, terminando el afloramiento con un paquete muy grueso de arenita de grano medio, cementada con intraclastos de arcillolita tamaño guijo, las arenitas gradan a grano fino con laminación flaser y laminas de lodolita gris oscuro. La seccion buza al noroccidente 40° y parece estar invertida.	 Fotografía 19: Sucesión invertida de Chipaque en la Quebrada El Toro con estrato decrecimiento capas gruesas a medias de arenita de grano medio. Punto de control E:765508, N:1028549  Fotografía 20: Sucesión invertida de Chipaque en la Quebrada El Toro intercalaciones de arcillolita negra en capas delgadas y arenita muy fina en estratificación ondulosa. punto de control E:765503, N:1028503  Fotografías 21 y 22: Tope de la sucesión de la formación Chipaque en la Quebrada el Toro. 21 paquete muy grueso de arcillolita negra no calcárea pasa transicionalmente a (22) intercalaciones de arenita y arcilla con laminación lenticular a laminación flaser. Puntos de control E:765503, N:1028503 

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE 230 KV SUBESTACIÓN CHIVOR - CAMPO RUBIALES			CAPÍTULO 3.0
UNIDAD GEOLÓGICA (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	DESCRIPCION LITOLÓGICA	FOTOGRAFÍAS
k4k6g	Grupo Guadalupe	De base a tope: formación Arenisca Dura se presenta como una sucesión de capas gruesas de cuarzoarenita de grano grueso a fino intensamente bioturbadas de color blanco, con delgada interposiciones de shales grises, y niveles lenticulares de calizas lumaquélicas con moldes de ostras decimétricos. Formación Plaeners se observa como una sucesión de shales negros predominando sobre las intercalaciones limolitas y cuarzoarenitas, con lentes de calizas lumaquélicas. Formación Labor-Tierna en el tope del grupo Guadalupe se compone de una sucesión de cuarzoarenitas en capas gruesas y muy gruesas con estratificación cruzada, con granos tamaño fino a grueso. En campo en la Quebrada San Antonio, se presenta el contacto transicional de las arcillolitas de la formación Chipaque al grupo Guadalupe con capas gruesas de arenita muy fina gris, con láminas de materia orgánica y laminación flasser, altamente bioturbada con ichnofósiles de alimentación y madrigueras, hacia el tope la secuencia grada de nuevo a arcillolitas grises en capas delgadas en estratificación ondulosa y arcillolitas laminadas con partición gruesa, con capas delgadas de arenita. La sección buza al noroccidente, pero la disposición de los ichnofósiles sugiere que las capas se encuentran invertidas. En el sector del cruce de la Qb. San Antonio con la carretera principal a San Luis de Gaceno se encuentran afloramientos de la parte superior del Grupo Guadalupe, con arenita de grano medio en capas gruesa a muy gruesas, poco cementada, con contenido de caolín, granos redondeados y subesféricos, formando estructuras sinclinales pequeñas.	 Fotografía 23: Base del grupo Guadalupe sobre la Quebrada San Antonio. Paquete grueso interlaminaciones de arenita muy fina con lodolita. Punta de control E:763723, N:1027341  Fotografía 24: Detalle de ichnofósiles de alimentación en la base del grupo Guadalupe sobre la Quebrada San Antonio. Punta de control E:763723, N:1027341  Fotografía 25: Flanco de Sinclinal al tope del grupo Guadalupe. punta de control E:763644, N:1026737, Sobre el camino paralelo a la Quebrada San Antonio
k6E1g	Guaduas	Según la literatura se presenta la Formación Guaduas entre el grupo Guadalupe y la formación Paleógena Barco en el sector central de la cordillera oriental con un espesor cercano a los 50m, mientras en el piedemonte la formación Guaduas desaparece y la arenisca de la formación Barco se presenta directamente sobre el grupo Guadalupe. En campo la Formación Guaduas se observó en la margen derecha del río Lengupá conformada de lodolitas gris oscuro, arcillolitas gris verdosas con intercalaciones de cuarzoarenita gris friable, bien seleccionada, limpia, con granos subredondeados y subesféricos.	 Fotografía 26: Detalle arcillolita con interlaminaciones de arenita en laminación wavy. punta de E:763395, N: 1026611  Fotografía 27: Intercalaciones de capas medias de arcillolita negra con arenita. E:763395, N: 1026611

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE 230 KV SUBESTACIÓN CHIVOR - CAMPO RUBIALES			CAPÍTULO 3.0
UNIDAD GEOLÓGICA (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	DESCRIPCION LITOLÓGICA	FOTOGRAFÍAS
E1b	Barco	Cuarzoarenitas en capas gruesas y muy gruesas, con alta porosidad y tamaño de grano medio. Esta unidad se reconoce individualmente en la cordillera al occidente de San Luis de Gaceno como un nivel no cartografiable de capas gruesas de cuarzoarenita de grano grueso con gránulos color crema friable buzando al sur lo que indica la cercanía a la Falla La Paz, sin embargo en el piedemonte la formación Barco descansa directamente sobre el grupo Guadalupe, haciendo difícil su separación por lo que algunos autores sugieren llamar Grupo Palmichal a la unión del Grupo Guadalupe con la formación Barco. (Ingeominas 2001)	 Fotografía 28: Detalle capa de arenita de la Formación Barco, buzando 50° al SE, el afloramiento se encuentra altamente diaclosado y no es cartografiable. Punto de control E:766406, N:1028465.
E1c	Cuervos	Sucesión predominantemente lodosa con niveles de limolitas y arcillolitas de color gris verdoso a negro, presenta algunos mantos de carbón y lodolitas moteadas. En el camino que conduce a la Quebrada el Toro se observa una morfología suave constituida por shales negros.	 Fotografía 29: Formación Cuervos en el camino que conduce a la Quebrada El Toro. Punto de control: E:766129, N:1028342.  Fotografía 30: Detalle shales de la formación Cuervos punto de control: E:765724, N:1028451.
E2m	Mirador	Se expone en el flanco occidental del Sinclinal de Nazareth y marca el cierre del Anticlinal del Silbadero, en general se conforma de cuarzoarenitas de grano medio a muy grueso de color blanco, con gránulos redondeados de cuarzo lechoso y buena porosidad, capas de arenita fina bioturbadas y cementadas. En campo se observaron afloramientos en la Cuchilla Monserrate, donde se presenta capas muy gruesas con estratificación cruzada de cuarzoarenitas de grano medio, limpias, con granos redondeados y esféricos, blanca a crema, muy friable, con madrigueras horizontales y verticales. Hacia la base se observa arenita conglomerática con guijos de cuarzo lechoso.	 Fotografía 31: Escarpe en pendiente estructural de la Formación Mirador en el Cerro Monserrate con familias de diaclosas F1, F2 y F3. Punto de control E:785765,  Fotografía 32: Afloramiento en contrapendiente en el cerro Monserrate con estructuras biogénicas como madrigueras a la base de las capas, con estratificación cruzada y estrato crecimiento Punto de control E:785171, N:1028151,  Fotografía 33: Detalle capa conglomerática de la Formación Mirador sobre el camino que conduce del Cairo a la Quebrada El Toro. punto de control E:766594, N:1028071.
GEOINGENIERÍA		GI-1876	PÁG. 30

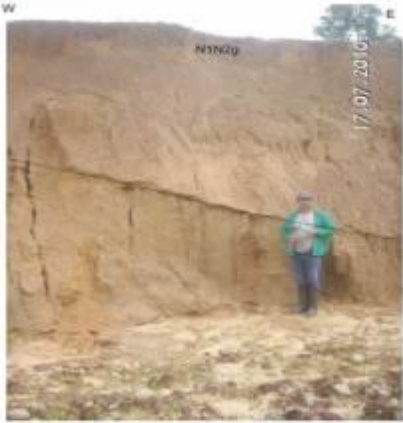
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE 230 KV SUBESTACIÓN CHIVOR - CAMPO RUBIALES			CAPÍTULO 3.0
UNIDAD GEOLÓGICA (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	DESCRIPCION LITOLÓGICA	FOTOGRAFÍAS
E3N1c	Carbonera	Aflora en el núcleo del Sinclinal de Nazareth, y flanco occidental del Anticlinal de Silbadero, se conforma de alternancias de lodolitas y arenitas, donde los niveles lodolíticos se nombran con números pares y los arenosos con números impares, en campo se observaron varios niveles. Por el Caño Grande que surte el acueducto de Sabana Larga se observa la base de la formación con niveles gruesos de lodolitas negras con láminas de arenita de grano muy fino en laminación ondulosa, en el camino que conduce a la Quebrada La Mona, se observa un afloramiento con arcillolita gris moteada a rojo en la base, suprayacida por capas gruesas con estrato decrecimiento a capas delgadas de arenita cuarzosa y lítica, color gris, de grano fino, con laminación paralela y cruzada planar, niveles de carbón en capas delgadas con pirita, en Caño Hondo se observan capas gruesas que gradan a muy gruesas de arenita friable de grano medio y materia orgánica, los segmentos superiores de Carbonera se pueden observar en Caño Arenoso y Quebrada La Colorada, donde se presentan arcillolitas y limolitas arenosas, grises con moteamiento rojizo, con intercalaciones de arenita de grano fino a medio, en capas medias cuneiformes, ligeramente friable, color gris rojizo.	 Fotografía 34: Afloramiento con estratodecrecimiento en arenitas de Carbonera : E: 779013, N:1029556.  Fotografía 35: Afloramiento con capas cuneiformes de arenita con intercalaciones de arcillolita gris moteada de la formación Carbonera sobre la carretera principal a San Luis de Gaceno punto de control E: 773158 , N:1026423  Fotografía 36: Afloramiento de arenita fina arcillosa gris rojiza suprayacida por capas gruesas de arenita de grano medio y niveles conglomeráticos de la formación Carbonera Quebrada La Colorada E:772187, N:1027808,
N1l	León	Esta formación sólo aflora una delgada franja al oriente de San Luis de Gaceno en el núcleo del Sinclinal de Nazareth, comprende una potente sucesión de shales negros, con un nivel de cuarzoarenitas de grano grueso, bien seleccionada con laminación cruzada, en la parte media.	 Fotografía 37: Detalle de delgado nivel de cuarzoarenita al tope de un paquete grueso de arcillolita de la Formación León E: 769769, N:1023714.
Q1t	Depósitos de Terrazas Subrecientes	Estos depósitos sobresalen topográficamente encima de la unidad Cuaternaria de Depósitos de Terrazas Recientes (Q2t). Están compuestos principalmente por clastos heterométricos y de composición heterogénea, subredondeados y subalargadas, clastosoportadas. Son depósitos que se originaron en llanuras aluviales, que han sido levantadas tectónicamente con respecto al nivel actual del cauce y geomorfológicamente conforman unidades de terraza, presentes en los ríos Upía y Lengupá.	 Fotografía 38: Depósito de terraza reciente del río Upía en Cercanías a la Quebrada La Mona. E:779722, N:1033639.

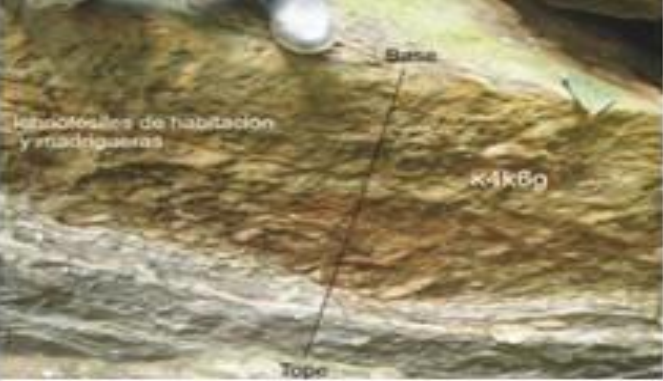
UNIDAD GEOLÓGICA (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	DESCRIPCION LITOLÓGICA	FOTOGRAFÍAS
Q2t	Depósitos de Terrazas Recientes	Depósitos recientes con morfología plana al nivel del cauce, diferentes a los sedimentos actualmente trabajados por los ríos, se componen de clastos subredondeados a redondeados y subesféricos a elongados de variada composición.	 Fotografía 39. Margen derecho del Rio Lengupá. E: 761577, N:1032868.
Qc	Depósitos Coluviales	Sedimentos inconsolidados con clastos heterométricos, angulares, de composición variada, predominando la arenosa, algunas veces embebidos en una matriz areno-arcillosa, se presentan en la mayoría de las laderas altas, sin embargo, se han cartografiado los de mayor extensión.	 Fotografía 40. Clastos angulares mayores a 3 metros sobre la Quebrada La Cantonera E:765507, N:1028549,  Fotografía 41. Clastos angulares de cantos a bloques con matriz arenosa sobre la Quebrada La Cantonera E:765507, N:1028549,  Fotografía 42 Clastos tamaño bloques mayores a 1metro angulares sobre cresta de la formación Arenitas las Juntas punto de control E:761858, N:1032040.
Qal	Depósitos Aluviales Recientes	Esta unidad se restringe a zonas aledañas y dentro de los cauces de los Ríos Upía y Lengupá. Se caracterizan por presentar un tipo de relieve de llanura, periódicamente inundables. Estos depósitos están constituidos por partículas que varían en tamaño desde bloques hasta gránulos, redondeadas y subalargadas, de composición heterogénea, con predominio cuarzoso. Alternando con lentes de arenas y arcillas, de espesores variados y de geometrías diversas.	 Fotografía 43 . Isla dentro del río Upía, punta de control. E:779965, N:1029951.  Fotografía 44. Panorámica sobre el río Upía, barras longitudinales , fotografía desde punto de control E:778631, N:1028426.

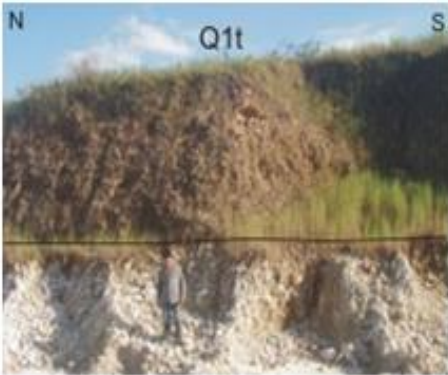
Geología Estructural		
CÓDIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
120000	Falla de Santa María	Cabalgamiento, con dirección NE- SW y buzamiento al noroccidente, contacto pre cretácico con unidades Calizas del Guavio y Lutitas de Macanal
120000	Falla de Lengupá	Cabalgamiento, con dirección NE- SW y buzamiento al noroccidente, se genera dentro de la unidades del cretácico temprano, repitiendo la Formación Lutitas de Macanal y Arenitas Las Juntas.
120000	Falla del Río Garagoa	Cabalgamiento, con dirección NE- SW y buzamiento al noroccidente, que repite la Formación Fômeque
120000	Falla La Paz	Cabalgamiento, con dirección NE- SW y buzamiento al noroccidente, enfrenta el Grupo Guadalupe con la formación Cuervos
120000	Falla del Río Meta	Falla Normal con dirección NE- SW y buzamiento al Suroriente, que enfrenta sedimentos Neógenos-Cuaternarios contra depósitos Cuaternarios de la Cuenca occidental del Río Meta.
120000	Falla de Botijera	Cabalgamiento, con dirección NE- SW y buzamiento al noroccidente, repite las Formaciones Cuervos y Mirador
120300	Falla de Guaicaramo	Cabalgamiento, con dirección NE- SW y buzamiento al noroccidente, levanta la cordillera oriental la cuenca de los Llanos.
135000	Falla de Rumbo	Falla de Rumbo sinextral que desplaza la Formación Lutitas de Macanal
400000	Sinclinal de Nazareth	Núcleo en la Formación Carbonera
400000	Sinclinal de Tierra Negra	Con Núcleo en la Formación Carbonera y flancos en la cuchilla de Monserrate con la formación Mirador
540000	Anticlinal de Silbadero	Con Núcleo en el Grupo Guadalupe y flancos con Barco Cuervos y Mirador
540000	Anticlinal de Tierra Negra	En el sector de estudio se presenta el cierre con la Formación Mirador
500300	Anticlinal de La Florida	Núcleo Formado por la Formación Guayabo, eje cubierto en el sector

Fuente: Geoingeniería, 2010

TABLA 3.8 GEOLOGÍA SECTOR RÍO UPÍA – RÍO META

UNIDAD GEOLÓGICA (SIMBOLO COLOR)	NOMBRE	DESCRIPCION	FOTOGRAFÍAS
N1N2g	Formación Guayabo	Constituida por arcillolitas y limolitas con intercalaciones de arenisca arcillosa de grano fino a medio, suprayacidas por limolitas, arcillolitas y conglomerados de cantos cuarzosos en una matriz arenosa, hacia el techo los conglomerados se hacen más gruesos presentando granocrecimiento	 Fotografía 1: Afloramiento de la Formación Guayabo donde se observan arcillolitas y limolitas de color amarillo ocre a rojizo. Punto de Control E:797918, N:1024252 Vereda Buenavista Fotografía 2: Afloramiento de la Formación Guayabo donde se observan conglomerados de cantos en una matriz arenosa de color amarillo ocre. Punto de Control E:797918, N:1024252 Vereda Buenavista
E3N1c	Formación Carbonera	Aflora en el flanco occidental del Anticlinal de Silbadero; se conforma de alternancias de lodolitas y arenitas, donde los niveles lodolíticos se nombran con números pares y los arenosos con números impares (se observaron varios de estos niveles en campo). Por el Caño Grande que surte el acueducto de Sabana Larga se observan niveles gruesos de lodolitas negras con láminas de arenita de grano muy fino en laminación ondulosa.	 Fotografía 3: Afloramiento de la Formación Carbonera 1. Sección Caño Grande. Punto de Control E:785080, N:1028487. Vereda El Carmen
E2m	Formación Mirador	Se expone en el flanco occidental del Anticlinal del Silbadero, en general se conforma de cuarzoarenitas de grano medio a muy grueso de color blanco, con gránulos redondeados de cuarzo lechoso, y buena porosidad, y capas de arenita fina bioturbadas y cementadas. En campo se observaron afloramientos en la Cuchilla Monserrate, donde se presenta capas muy gruesas con estratificación cruzada de cuarzoarenitas de grano medio, limpias, con granos redondeados y esféricos, blancas a crema, muy friables, con madrigueras horizontales y verticales. Hacia la base se observa arenita conglomerática con guijos de cuarzo lechoso.	 Fotografía 4: Escarpe en pendiente estructural de la Formación Mirador en el Cerro Monserrate ;F1, F2 y F3 son familias de Diaclasas medidas. Punto de Control E:785765,1028415. Vereda El Fotografía 5: Se observa afloramiento en contrapendiente en el mismo cerro con estructuras biogénicas como madrigueras a la base de las capas, estratificación cruzada y estrato crecimiento. Punto de Control E:785765, N:1028415. Vereda El Carmen

UNIDAD GEOLÓGICA (SIMBOLO COLOR)	NOMBRE	DESCRIPCION	FOTOGRAFÍAS
E1c	Formación Cuervos	Sucesión predominantemente lodosa con niveles de limolitas y arcillolitas de color gris verdoso a negro, presenta algunos mantos de carbón y lodolitas moteadas. En el camino que conduce a la Cuchilla Monserrate se observa una morfología suave constituida por shales negros.	 Fotografía 6: Afloramiento de la Formación Cuervos, en el camino que conduce a la Cuchilla Monserrate, Punto de Control E:785171, N:1028151 Vereda El Carmen  Fotografía 7: Afloramiento de la Formación Cuervos, en contacto con la Formación Mirador, Punto de Control E:785171, N:1028151 Vereda El Carmen
E1b	Formación Barco	Cuarzoarenitas en capas gruesas y muy gruesas, con alta porosidad y tamaño de grano medio. En el piedemonte la formación Barco descansa directamente sobre el grupo Guadalupe, haciendo difícil su separación por lo que algunos autores sugieren llamar Grupo Palmichal a la unión del Grupo Guadalupe con la Formación Barco. (Ingeominas 2001)	 Fotografía 8: Formación Barco Vía Monterrey-Estación El Porvenir. Punto de Control E:792421, N:1031466 Vereda Tierra Grata
k4k6g	Grupo Guadalupe	De base a tope: Formación Arenisca Dura se presenta como una sucesión de capas gruesas de cuarzoarenita de grano grueso a fino intensamente bioturbadas de color blanco, con delgadas interposiciones de shales grises, con niveles lenticulares de calizas lumaquélicas con moldes de ostras hasta decimétricos. Formación Plaeners se observa como una sucesión de shales negros predominando sobre las intercalaciones limotitas y cuarzoarenitas, con lentes de calizas lunmaquélicas. Formación Labor-Tierna en el tope del grupo Guadalupe se compone de una sucesión de cuarzoarenitas en capas gruesas y muy gruesas con estratificación cruzada, con granos de tamaño fino a grueso. La sección buza al noroccidente, pero la disposición de los icnofósiles sugiere que las capas se encuentran invertidas.	 Fotografía 9: Afloramiento de la base de la Formación Guadalupe en la Cuchilla El Palmichal al NW de Monterrey. Punto de Control E:792421, N:1031466. Vereda Tierra Grata

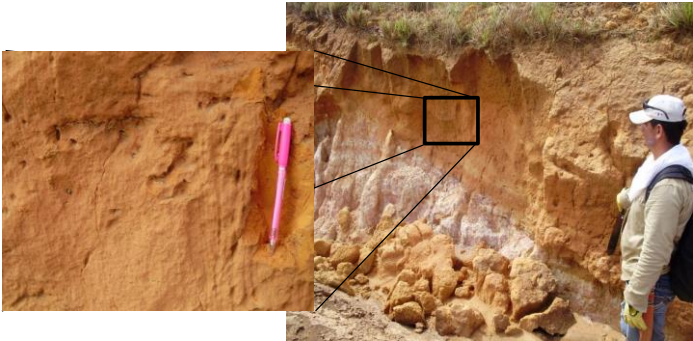
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE 230 kV SUBESTACIÓN CHIVOR - CAMPO RUBIALES			CAPÍTULO 3.0
UNIDAD GEOLÓGICA (SIMBOLO COLOR)	NOMBRE	DESCRIPCION	FOTOGRAFÍAS
Q1t	Depósitos de Terraza Subrecientes	Depósitos originados en llanuras, geomorfológicamente conforman unidades de terrazas medias y altas. Entrelazan horizontes de gravas (bloques y en menor proporción guijos), de composición lítica sedimentaria y cuarzosa de color pardo amarillento pálido, localmente pardo amarillento oscuro, de consolidación muy dura, textura general heterogénea, clasto-soportados y matriz soportados, interdigitados con capas de arenas gruesas conglomeráticas. La arena contiene granos medios a finos, sub-redondeados, sub-angulares, con matriz arcillosa, arena de cuarzo y ocasionalmente con líticos, color pardo amarillento.	 Fotografía 10: Depósitos de Terraza Subrecientes (Q1t) de la Terraza de Sabanalarga. Vista SW-NE. Punto de Control E: 783279, N: 1029019. Vereda San Antonio.  Fotografía 11: Depósitos de Terraza Subrecientes en cercanías al Río Upiá. Punto de Control E: 782141, N: 1029638. Vereda San Antonio.
Q2t	Depósitos de Terraza Recientes	Depósitos de terraza baja, acumulados relativamente hace poco tiempo, de edad reciente (Holoceno). Estas terrazas se componen de barras de gravas clasto-soportadas con bancos de arenas y gravas. En la fracción de grava se pueden diferenciar dos tipos de granulometría y de formas: la primera corresponde a una grava mal seleccionada, redondeada a sub-redondeada y la segunda con clastos redondos y subelongados, acompañados de arena de grano medio a fino compuesta de cuarzo y líticos oscuros, moderadamente seleccionada. De acuerdo al régimen del río la relación entre grava - arena y lodo varía.	 Fotografía 12: Depósitos de Terraza Aluvial Reciente del Río Guafal. Vista NE-SW. Punto de Control E: 814130, N: 1012269. Vereda Palмира.  Fotografía 13: Depósitos de Terraza Aluvial Reciente Río Guafal. Vista SE-NE. Punto de Control E: 814181, N: 1012318.
Qal	Depósitos Aluviales Activos	Estos depósitos están constituidos por bancos de partículas que varían en tamaño desde bloques hasta gránulos que constituyen la mayoría de las playas de los ríos, estos clastos son redondeados y subelongados de composición heterogénea, pero predominantemente cuarzosa. Alternando con bancos de arenas y arcillas, no continuas, de espesores variados y de geometrías alargadas.	 Fotografía 14: Depósitos Aluviales Activos correspondiente al Río Yacuya. Vista SW-NE. Punto de Control E: 816451, N: 1027617.  Fotografía 15: Depósitos Aluviales Activos correspondiente al Río Los Hoyos. Vista SW-NE. Punto de Control E: 809682, N: 1014248. Vereda Palo Negro.

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL RIO UPIA - RIO META

CÓDIGO	ESTRUCTURA GEOLÓGICA	DESCRIPCIÓN
120000	Falla del Río Meta	Falla Normal con dirección NE- SW y buzamiento al Suroriente, que enfrenta sedimentos Neógenos-Cuaternarios contra depósitos Cuaternarios de la Cuenca occidental del Río Meta.
120000	Falla de Botigera	Falla de Cabalgamiento, con dirección NE- SW y buzamiento al noroccidente, repite las Formaciones Cuervos y Mirador
120300	Falla de Guaicaramo	Falla de Cabalgamiento, con dirección NE- SW y buzamiento al noroccidente, levanta la Cordillera Oriental la cuenca de los Llanos.
400000	Sinclinal de Tierra Negra	Falla con núcleo en la Formación Carbonera y flancos en la cuchilla de Monserrate con la Formación Mirador
540000	Anticlinal de Silbadero	Falla con núcleo en el Grupo Guadalupe y flancos con las Formaciones Barco Cuervos y Mirador
540000	Anticlinal de Tierra Negra	En el sector de estudio se presenta el cierre con la Formación Mirador
500300	Anticlinal de La Florida	Falla con núcleo formado por la Formación Guayabo, eje cubierto en el sector.

Fuente: Geoingeniería, 2010

TABLA 3.9 GEOLOGÍA SECTOR RÍO META – CAMPO RUBIALES

UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	UNIDAD GEOLÓGICA	DESCRIPCION LITOLÓGICA	FOTOGRAFÍAS
NQ-arc	Sedimentos del Neógeno-Cuaternario sin diferenciar de carácter arcilloso	Constituidos por sedimentos inconsolidados arcillolimosos y limosos de color gris, amarillo y rojo, cubiertas por delgadas capas de material ferruginoso en forma de gravas delgadas. Al meteorizarse se generan un suelo residual arcilloso con materia orgánica que le da una coloración mas oscura en algunos sectores.	 Fotografía 1: Afloramiento en forma de una profunda carcarva en el borde de una altillanura plana. Vista S-N E: 892328 N: 946596 Ubicación Escuela Horizonte Vereda Alto Manacacias
NQ-are-arc	Sedimentos del Neógeno-Cuaternario sin diferenciar de carácter areno arcilloso	Constituidos por sedimentos inconsolidados de arena arcillosa de grano medio a fino de color gris, amarillo y rojo predominantemente y arcilla arenosa varicoloreadas predominatemenete amarillo, lila y rojo (Fotografía 2- Fotografía 5). Afloran corazas ferruginosas con espesores de hasta 70 cm generadas por la presencia de óxidos de hierro y aluminio que aglutinan arenas y forman superficialmente una capa de aspecto rígido que se conocen con el nombre de arrecifes (Foto 4); en los flancos de las laderas de las colinas y lomas se encuentra un capa de gravilla producto de la fragmentación de la coraza y bloques angulosos característicos por estar conformados de una arenisca poco consolidada de color amarillo ocre e intraclastos arenolimosos de tamaño gravilla de color amarillo ocre y hacia la superficie con un color rojizo a negro por la alteración de óxidos de hierro (Fotografía 3).	 Fotografía 2: Afloramiento dado por un corte por el trazado de una via secundaria donde se observa una arena de grano fino de color rojo, y hacia la base una arcilla limosa varicoloreada. Vista NW-SE Ubicación E: 952541 N: 913521 Inspección Planas  Fotografía 3: Se encuentran sobre las colinas bloques angulosos de roca arenosa con clastos arenolimosos de color amarillo ocre y hacia la superficie con un color rojizo a negro por la alteración ferruginosa. Vista NE-SW Ubicación: E: 942073 N: 917324  Fotografía 4: Afloramiento dado por el corte en la mina Bengarla. En la superficie de la colina se observa una costra ferruginosa. Vista N-S Ubicación E: 896384 N: 940482 Sector Chapa Chapa Vereda Alto Manacacias  Fotografía 5: Afloramiento donde se observa una arena de grano medio a fino, alternando con clastos tipo granulos. Se presenta una capa de suelo menor a 20 cm. Ubicación E: 951976 N: 913628 Inspección Planas

UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	UNIDAD GEOLÓGICA	DESCRIPCION LITOLÓGICA	FOTOGRAFÍAS
Qal	Depósitos Aluviales	Depósitos de aluviones medios y finos compuestos por arenas gruesas a arcillas y ausente de materiales gravillosos. Esta unidad constituye los planos aluviales recientes, localizado a lo largo de los ríos Meta, Manacacías, Yucao y Planas.	 <i>Fotografía 6: Llanura Aluvial de desborde del río Manacacías Vista N-S</i>  <i>Fotografía 7: Llanura Aluvial de desborde del Río Planas, se observa el cauce actual del río. Vista NE-SW Ubicación: E: 911389 N: 933140</i>
Qcl-al	Depósitos Coluvio-aluviales	Corresponden por una mezcla heterogénea de materiales constituidos superficialmente por material orgánico y en profundidad por sedimentos mixtos de texturas moderadamente gruesas a finas entre limos y arcillas de poca extensión lateral. Corresponden a una mezcla heterogénea de materiales provenientes de la degradación de las laderas del piedemonte y del arrastre y acumulación sedimentos aluviales.	 <i>Fotografía 8: Cruce con un caño, donde se puede apreciar sedimentos de un material arcilloso Vista NE-SW Ubicación E: 892236 N: 946727 Sector Escuela Horizontes Vereda Alto Manacacías</i>  <i>Fotografía 9: Se observa un material arcilloso de color café castaño, producto de la acumulación de sedimentos aluviales. Vista NW-SE Ubicación E: 914887 N: 929796 Inspección Planas</i>

Fuente: Geoingeniería, 2010

FALLA DE LENGUPÁ: El trazo de esta Falla es aproximadamente paralelo a la Falla de Santa María, a través de toda su extensión controla el cauce del río Lengupá, es de tipo inverso, con alto ángulo de buzamiento hacia el NW, y posiblemente también con componente transcurrentedextral. Verticaliza las capas de la Formación Areniscas Las Juntas y en la Formación Lutitas de Macanal genera plegamiento.

FALLA DEL RÍO GARAGÓA: Se trata de una Falla de tipo regional con dirección SW-NE paralela a las Fallas de Santa María y Lengupá, es una falla inversa con buzamiento alto al NW, que en el área de estudio se encuentra dentro de la Formación Fómeque generando una repetición de ésta y verticalización en capas de la Formación Une.

FALLA LA PAZ: De similares características a la secuencia de fallas anteriores, se trata de una falla regional con buzamiento alto al NW paralela a las fallas del Río Garagoa, Lengupá y Santa María. Esta estructura es afectada por pequeñas fallas de rumbo a lo largo de su recorrido, en el sector de estudio coloca el grupo Guadalupe, contra la Formación Cuervos dejando delgadas fajas de la Formación Guadalupe y Barco al sur y norte en el área de interés. Es la falla inmediatamente al oriente del Sinclinal de Nazareth.

FALLA DEL SILBADERO: Es una falla inversa con buzamiento al NW paralela al tren de falla de la cordillera, se encuentra al oriente del Sinclinal del Silbadero cortándole este flanco, y colocando las unidades del terciario y cretácico superior contra una faja con rumbo SW-NE de estas mismas Formaciones, y engrosando la Formación Carbonera.

FALLA DE BOTIJERA: Se trata de una falla con trazo NE-SW, de tipo inverso que se presenta predominantemente en la Formación Cuervos generando repetición de esta unidad y ocasionalmente en la Formación Barco, durante su recorrido esta falla es afectada por cortas fallas de rumbo posteriores.

FALLA DE GUAICÁRAMO: Es una falla inversa, de bajo ángulo, cuyo plano de falla buza hacia el NW y pone en contacto rocas cretáceas y Paleógenas con rocas neógenas de la Formación Guayabo, es la falla más importante del piedemonte ya que es la que limita el bloque colgante (cordillera) con el bloque yacente (Cuenca de los Llanos) del sistema.

SINCLINAL DE NAZARETH: Es un pliegue dentro de las formaciones Paleógenas-neógenas, formado núcleo en la Formación Carbonera, su eje tiene dirección aproximada de N40-45°E.

ANTICLINAL DE TIERRA NEGRA: En el área de estudio sólo aflora su cierre en la formación Carbonera y Mirador al oeste de Santa Teresita, su núcleo se genera en la Formación cretácica Une y su eje tiene una dirección N40-50E.

SINCLINAL DE TIERRA NEGRA: Se genera al oriente del Anticlinal de Tierra Negra, su eje tiene una dirección de N50°E y en el área de estudio se presenta cubierto por depósitos cuaternarios, sin embargo se observa en sus flancos a la Formación carbonera.

ANTICLINAL DE SILBADERO: Al oriente del Sinclinal de Tierra Negra, se encuentra fallado en su flanco oriental por la falla del Silbadero, en el sector de estudio presenta su cierre, con las formaciones Carbonera y Mirador en sus flancos y hacia su núcleo se encuentra el Gripo Guadalupe. La dirección de su eje es N50-60°E.

♦ CUENCA DE LOS LLANOS

FALLA DEL RÍO META: Hace parte del sistema de Fallamiento Normal de la cuenca de los Llanos del Meta su trazo genera el rumbo del río Meta y baja el bloque colgante del occidente cerca de 30 metros con respecto al bloque yacente del oriente, generando en este último una morfología de altillanura. Los rasgos tectónicos principales para el área cartografiada se incluyen en el mapa geológico EIA LECH-RU 03.

3.2.2.3 SISMOLOGÍA

El riesgo sísmico se define como la probabilidad de que una pérdida específica iguale o exceda un valor predeterminado durante un tiempo de exposición dado. Cuando se habla de pérdida se hace referencia a un efecto económico o social adverso, o a la acumulación de efectos, causados por uno o más sismos, generalmente expresado en valor monetario o como el porcentaje del valor total de un bien, generalmente edificaciones.

La zonificación del país se realizó con base en criterios netamente cualitativos, que tratan de mostrar los sismos que se espera ocurran en cada una de las regiones relacionados con las normas de construcción sismo resistente. De acuerdo con esta zonificación el área de Monterrey, corresponde a una zona de riesgo sísmico alto. Esto significa que existe la posibilidad de alcanzar valores de aceleración pico horizontal² del orden 0.3 g, por lo cual se han fijado parámetros de construcción específicos que garanticen que la estructura cumpla con las normas sismo resistente en lo que respecta a daño y colapso.

Según la información de la Red Sismológica Nacional de INGEOMINAS (Boletín Trimestral de Sismos de diciembre de 1.995, Vol. 3 N° 4) y de reportes no publicados de los últimos años, se constató que en el área se registraron por lo menos ocho eventos sísmicos, los cuales se relacionan en la **TABLA 3.10**, para evaluar el riesgo geológico se zonificó el área de acuerdo a las siguientes categorías:

RIESGO GEOLÓGICO ALTO (ROJO)

Se encuentran formando coluviones y depósitos de ladera, deslizamientos en roca y socavación lateral de los ríos y quebradas. El terreno, la pendiente y la composición de las rocas en este sector facilitan los movimientos.

RIESGO GEOLÓGICO MEDIO (AMARILLO)

Se presenta en áreas de contrapendiente estructural en sedimentos de arcillolita y areniscas.

RIESGO GEOLÓGICO BAJO (VERDE)

Corresponde principalmente a planicies aluviales antiguas que actualmente son superficies estables, con pendientes menores a los 5 grados.

TABLA 3.10 EVENTOS SÍSMICOS PRESENTADOS EN EL ÁREA

FECHA	HORA	MUNICIPIO	MAGNITUD ESCALA DE RICHTER	CARACTERÍSTICAS
19/01/95	15:05	Tauramena	6.5	Sentido en Bogotá y en la mayor parte del territorio colombiano
20/01/95	13:59	Tauramena	5.5	Réplica del sismo de enero 19/95
22/01/95	10:41	Tauramena	5.7	Réplica del sismo de enero 19/95
06/04/95	19:26	Tauramena	5.4	Réplica del sismo de enero 19/95, sentido en Boyacá y Casanare, no se reportaron daños. Sentido con fuerza en Morichal, Yopitos, Aguazul, Esmeralda, Salitrico, San José de Bobuy. Se reportaron 8 heridos y 18 viviendas destruidas. Sentido en Boyacá sin daños.
23/04/95	23:55	El Veler, Casanare	6.0	Sentido con fuerza en Morichal, Yopitos, Aguazul, Esmeralda, Salitrico, San José de Bobuy. Se reportaron 8 heridos y 18 viviendas destruidas. Sentido en Boyacá sin daños.
22/10/95	07:22	Tauramena	3.9	Réplica del sismo de enero 19/95. Epicentro a 3 kilómetros de profundidad.

Fuente: INGEOMINAS 2009.

²Valor pico: máximo valor de una variable que cambia con el tiempo durante un sismo. ACELERACIÓN DE DISEÑO: cuantificación de la aceleración del terreno en un lugar de interés, empleado para el diseño sísmico de obras de ingeniería o como dato para determinar un espectro de diseño.

3.2.3 SUELOS

3.2.3.1 INTRODUCCIÓN

Los levantamientos de suelos presentan una información que permiten utilizar elementos de juicio valiosos como son los diferentes aspectos geológicos-geomorfológicos donde se ubican los suelos, los componentes físicos de los suelos, así como las características mineralógicas, tipos de arcillas y composición de arenas, entre otros aspectos.

La mayoría de esta información analítica se presenta en los levantamientos de suelos y puede utilizarse directamente. Para el desarrollo del estudio de suelos aplicado al diagnóstico ambiental de alternativas línea eléctrica Chivor-Campo Rubiales, se utiliza la información y cartografía agrológica disponible a nivel nacional y regional, como son los mapas de suelos y los estudios edáficos a escalas 1:25000.

Se requiere por lo tanto la construcción de una cartografía edáfica que contenga los elementos básicos y temáticos aplicados que apoyen las características geológicas y geomorfológicas del área de estudio y de las regiones involucradas.

3.2.3.2 ANTECEDENTES

El inventario de los suelos y su conocimiento son pasos fundamentales para la ordenación territorial y la planeación económica de nuestro país y sus regiones.

El levantamiento de suelos define el estudio sistemático de los mismos en el campo, a través de sus características internas y externas y del análisis de muestras tomadas en los pedones representando la población edáfica, la cual posteriormente es clasificada y mapeada a una escala determinada, de acuerdo a los objetivos del estudio.

Además de lo anterior el estudio, debe alcanzar un inventario preciso de los suelos, siendo éste elemento fundamental en la zonificación homogénea, facilitando la programación del desarrollo regional, al igual que las características químicas, físicas y mineralógicas en forma integral, deben conducir a la determinación de la aptitud de uso y manejo de los suelos.

Igualmente la potencialidad de un suelo se puede determinar a través de las limitaciones, por lo tanto es conveniente hacer una agrupación en unidades cartográficas según su uso y manejo. Es necesario definir con precisión el contenido podológico ubicando las poblaciones de suelos en clases, a un nivel categórico determinado, el cual se refleja en la pirámide taxonómica y traducirlo a un sistema de clasificación internacional conocido como sistema taxonómico internacional.

3.2.3.3 OBJETIVO

Proporcionar información edáfica, sobre algunos factores de formación de los suelos, además del patrón de distribución geográfica de los mismos, para que de acuerdo a sus características se determinen las unidades cartográficas de suelos, los usos actuales de estos suelos, las limitaciones y potencialidades para la explotación agrícola, pecuaria, forestal e ingenieril, de tal forma que este estudio sirva de apoyo en los objetivo del estudio de impacto ambiental del proyecto en el área de estudio definido.

TABLA 3.11 GEOMORFOLOGÍA SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR - RÍO UPÍA

TABLA 3.12 GEOMORFOLOGÍA SECTOR RÍO UPÍA – RÍO META

TABLA 3.13 GEOMORFOLOGÍA SECTOR RÍO META – CAMPO RUBIALES

♦ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos con el aporte de los mapas agrológicos son:

- Procesos en la recopilación de la información edafológica básica y aspectos para la captura y validación de la información de agrológica aplicada a la EIA.
- Definir, clasificar y caracterizar las unidades de suelos en sus horizontes diagnósticos.
- Desarrollar una metodología para los trabajos de campo de la edafología a la ingeniería.

3.2.3.4 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

El suelo es la resultante de numerosas interacciones dinámicas tanto de componentes orgánicos como inorgánicos, de cuya integración se desprende este cuerpo natural, cuya función más sobresaliente ha sido la constituir el medio para el desarrollo vegetal.

El suelo es el producto de muchos siglos de desarrollo, en los cuales la naturaleza acumuló los sedimentos o alteró las rocas. En la zona tropical a pesar de favorecerse la formación de los suelos, debido a las condiciones climáticas, su ritmo varía de acuerdo con los materiales de origen. Así fácilmente se entiende que sedimentos transportados por ríos pueden generarlo rápidamente al depositarse en zonas plana, mientras que rocas sedimentarias; en zonas pendientes, lo produzcan a un ritmo menor y muy diferente.

Una población homogénea de suelos es aquella en que la mayoría de sus componentes pertenecen a una misma clase taxonómica (entisoles, inceptisoles), como también son homogéneas las denominadas tierras misceláneas, que son áreas que no tienen suelo o con poca capacidad de soportar vegetación, como es el caso de los afloramientos rocosos, playas, áreas severamente erosionadas, sitios de relleno, pantanos.

A este tipo de población homogénea se denomina consociación de suelos; en esta unidad el 70% o más de los pedones que la constituyen encajan dentro de los límites de la variación de la clase taxonómica que describe e identifica la población de suelos delimitada.

La consociación puede estar formada por suelos clasificados a cualquier nivel taxonómico, dependiendo de la escala de mapeo, siendo así como en los estudios semidetallados o generales puede darse el caso de consociaciones a nivel de familia, subgrupo o gran grupo, su denominación es a través de nombres taxonómicos los correspondientes a la serie o al conjunto de suelos que la forman.

Se considera que una población de suelos es heterogénea cuando sus componentes principales pertenecen a clases taxonómicas o a tierras misceláneas distintas, o a una combinación de cuerpos de suelos y tierras misceláneas.

La asociación es una agrupación de dos, tres o más suelos diferentes, asociados por lo regular geográficamente, según una distribución proporcional definida, las cual se pueden separar en un levantamiento más detallado. Al igual que en las asociaciones el nombre dado es propio de la clasificación taxonómica de acuerdo a la serie o los conjuntos pertenecientes.

3.2.3.5 ASPECTOS METODOLÓGICOS

El proceso metodológico para determinar las unidades taxonómicas de suelos y las características físicas de los suelos requirió en primera instancia la recolección de los estudios de suelos del área, para lo cual se consulta en primera instancia a la entidad rectora de los suelos en el país, como es el Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" a través de la subdirección agrológica, igualmente los estudios de suelos de los entes planificadores de los municipios del país.

Se evalúan principalmente el Estudio general de suelos. Departamento de Boyacá. 2005. El estudio general de suelos. Departamento de Casanare. 1993, el estudio general de suelos. Departamento del Meta. 2004 y el estudio general de suelos del municipio Puerto Gaitán – Departamento del Meta, 1982.

Dado lo específico de su contenido edafológico, se convierte en la herramienta base para el análisis de capacidad de uso de la tierra. Incluye en este estudio, además de los análisis de los suelos, el mapa de suelos a escala 1:25000 y los perfiles modales pertenecientes a las unidades cartográficas de suelos del área de estudio.

Esta información permite evaluar en forma preliminar cada una de las unidades edáficas, teniendo como base fundamental el mapa de suelos y que de acuerdo a su contenido taxonómico en sus unidades cartográficas, sirve para clasificar el potencial de uso en función de la clase agrológica correspondiente por capacidad de uso, igualmente base para determinar la subclase y grupos de manejo, que permiten a su vez evaluar los factores limitantes para su uso, la taxonomía, la clase textural, así como los usos mas recomendables dada sus condiciones físicas, químicas y climáticas.

◆ ESCALAS DE CARTOGRAFÍA

De acuerdo con los objetivos del proyecto y a la elaboración del EIA, la escala de trabajo está determinada por la disponibilidad de información y el número de factores a relacionarse con el Sistema de Información Geográfica (Van Westen, 1993). El estudio se orienta a la evaluación de las características físicas del suelo e identificación de áreas críticas que puedan estudiarse a mayor detalle en etapas posteriores, permitiendo tener información para planeadores, durante las fases de desarrollo de proyecto. La escala de presentación del mapa de suelos es de 1:25000.

Se debe tener en cuenta igualmente, la relación que debe existir entre la escala de un levantamiento agrológico, el área mínima a especializar y la intensidad de observaciones.

◆ REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En esta fase edáfica, se buscó familiarizarse con la zona donde se encuentra el área de estudio, igualmente con el objetivo que se busca con la información agrológica. La información geológica y geomorfológica es fundamental para poder conocer los estratos de la corteza terrestre y el comportamiento del material parental. Aunque se debe buscar la información edáfica reciente sobre el área de estudio, se debe hacer consultas sobre estudios anteriores, ya que eso permite el análisis multitemporal y de génesis de los suelos de una región.

◆ TRABAJO DE CAMPO

Una vez que se ha obtenido la cartografía básica y la cartografía edáfica, se realiza un recorrido general de la zona, en el cual se observan y se corroboran las formas de la tierra a nivel local y en la cual se ubican y se describen brevemente algunos perfiles de suelos utilizando para ello, los talud o bordes de carretera y otras excavaciones o zonas donde sea fácil la observación de los horizontes superficiales o subsuperficiales del suelo, al igual que se debe observar la cobertura y el uso actual de la tierra, la naturaleza de los materiales parentales y los factores que de alguna manera están relacionando las características de los suelos.

La observación de los suelos se realiza en forma ordenada de acuerdo a la información de suelos ya existente y al patrón de distribución de los mismos, es así como en primera instancia se tuvo en cuenta los siguientes tipos de apreciaciones:

Descripciones de comprobación: Se efectúa en cortes existentes en el terreno, en cárcavas o excavaciones recientes, y cuyo objetivo es la identificación de las unidades taxonómicas y de mapeo que han sido caracterizadas y definidas previamente.

Descripciones detalladas: Se ejecutan sobre la tierra en huecos (Calicatas) de unos 50 o 60 cm aproximadamente, en el cual se pretende identificar los horizontes subsuperficiales del suelo y la descripción de los mismos, con el fin de establecer los límites de variación de las características de las unidades taxonómicas. El barreno se utiliza en esta misma descripción para determinar la profundidad de los suelos y algunas de sus características, especialmente las texturales.

♦ DESCRIPCIÓN DE LOS PERFILES MODALES

En un estudio de suelos, es importante y fundamental la descripción de las características edáficas a través de la observación directa de los perfiles modales que conforman las unidades taxonómicas que a su vez conforman las unidades de mapeo agrológica.

Los perfiles modales permiten determinar la geomorfología, el relieve, el material parental, la profundidad efectiva, el clima ambiental, el régimen edáfico, la vegetación natural, el uso actual, el grado de erosión, los horizontes diagnósticos. También se pueden apreciar aspectos a nivel de sus diferentes horizontes genéticos, como la profundidad del suelo, la fertilidad, la acidez, la textura, la estructura y el drenaje, la porosidad y la presencia de organismos, existencia de pedregosidad superficial o subsuperficial, todos ellos, factores básicos para evaluar la capacidad agrológica de uso de las tierras. Igualmente importante es la evaluación de la salinidad e inundabilidad que pudiera estar presente en las unidades de suelos.

Las calicatas se ubican en los perfiles representativos de una unidad cartográfica de suelos y se hacen físicamente de tal forma que permitan cómodamente la toma de datos, toma de fotografías y recolección de muestras, para posteriores análisis de laboratorio.

Técnicamente se hace una excavación en forma rectangular con dimensiones de dos (2) m de largo, uno con cincuenta (1.50) m de ancho y de dos (2) m de profundo, que generalmente coincide con la profundidad efectiva del suelo; orientándola de tal manera que al describir el perfil del suelo, el sol ilumine la cara del suelo que se piensa describir, posteriormente la sección a describir se refresca y en ella se delimitan los diferentes horizontes señalando con una cinta métrica la profundidad. Una vez efectuado estos pasos, se toman fotografías del perfil y se recolectan las muestras no disturbadas para efectos de los análisis físicos y químicos.

♦ FASE INTERPRETATIVA

Dado que los términos y clasificaciones agrológicas, contienen términos que para un usuario no especialista en suelos y particularmente en lo que se refiere a génesis, taxonomía y cartografía de suelos no son fácilmente entendibles, es necesario elaborar una parte interpretativa de los datos de laboratorio y de oficina, que permitan una correlación con la información que pueda existir y que a su vez pueda alcanzar una buena comprensión de los fenómenos pedológicos, del estado actual del suelo y su capacidad de uso.

La interpretación de los datos físicos, químicos y mineralógicos se pueden determinar a través de las siguientes fases:

La interpretación de valores numéricos consignados en las tablas de resultados de laboratorio, que se denomina como la acción de colocar en palabras lo que aparece como numérico en las pruebas de laboratorio. Correlación de cada parámetro físico, químico o mineralógico con características internas y externas del suelo y/o propiedades físicas del suelo. Indicativos de la distribución geográfica de cada parámetro y su correlación ingenieril, geológica y geomorfológica.

3.2.3.6 DELIMITACIÓN DE LOS SUELOS

La cartografía definitiva se obtiene una vez que sea realiza la extrapolación e interpolación de los datos de campo, junto con la información suministrada por el laboratorio, necesaria Para la elaboración del informe del estudio de suelos.

El informe consta de una parte descriptiva, en donde se presenta las características geográficas más relevantes de las unidades cartográficas de suelos y la segunda, interpretativa, en donde se analizan los resultados obtenidos de las pruebas físicas, químicas y mineralógicas, de los muestreos realizados en campo.

El informe igualmente, está acompañado por mapas a escala 1:25.000 obtenidos y restituidos de cartografía elaborada por el IGAC, para los Departamentos de Boyacá, Casanare y Meta.

En el mapa de suelos los símbolos de las unidades de suelos están representados por tres letras mayúsculas que indican la primera de ellas el paisaje, la segunda el clima, y la tercera el contenido pedológico. Así mismo estas letras están acompañadas por subíndices alfanuméricos que indican el rango de pendiente, grado de erosión y pedregosidad (**TABLA 3.14**).

TABLA 3.14 NOMENCLATURA DE LAS UNIDADES TAXONÓMICAS DE SUELOS

Letras empleadas para el Paisaje:
M = Montaña
A = Altiplanicie
L = Lomerío
V = Valle
Letras empleadas para el clima:
A = Nival
L = Frio humedo
M = Frio seco
P = Medio muy húmedo
R = Medio seco
V = Cálido humedo
Letras minúsculas empleadas para las fases de pendientes:
a =Pendiente 0–3 % Topografía plana, plano – cõncava.
b =Pendiente 3–7 % Topografía ligeramente inclinada y ligeramente ondulada.
c =Pendiente 7-12 % Topografía moderadamente inclinada, ligeramente quebrada y moderadamente ondulada.
d = Pendiente 12-25 % Topografía fuertemente inclinada, moderadamente quebrada y fuertemente ondulada.
e = Pendiente 25-50 % Topografía ligeramente empinada, fuertemente quebrada y ligeramente escarpada.
Números arábigos empleados para las fases por erosión:
1 = Grado de erosión ligero
2 = Grado de erosión moderado
3 = Grado de erosión severo
Letras empleadas para las fases por pedregosidad:
P = pedregosidad
Letras empleadas para las fases de inundabilidad o encharcamiento:
x = inundable
y = encharcable

3.2.3.7 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE LOS SUELOS Y DE SUS COMPONENTES TAXONÓMICOS

♦ SUELOS DEL PAISAJE DE MONTAÑA

El paisaje de montaña hace parte de la formación orogénica de la cordillera oriental, donde el ambiente morfogenético de crestas y crestones en pendiente estructural, contrapendientes, homoclinales, espinazos erodados y barras erodadas. La altitud varía entre los 200 y los 5000 m.

El modelado de los relieves del paisaje de montaña se ha originado por procesos de escurrimiento y erosión geológica. Los factores determinantes para la formación de los suelos, son básicamente el clima, los organismos vivos (fauna, flora y el hombre), material parental y el relieve. En su conjunto han originado preferentemente la existencia de suelos de escaso desarrollo genético, con alta y media saturación de bases, moderados a ligeramente ácidos y de fertilidad media a lata.

Geomorfológicamente el paisaje de montaña presenta diferentes tipos de relieve denominados:

Crestas y Crestones en Pendiente Estructural, en contrapendiente estructural, en homoclinales, en espinazos erodados, barras erodadas y espinazos. Presenta laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30°, formando cuchillas alargadas en las cuales predominan la pendiente estructural con buzamientos iguales con cimas agudas a subagudas, frecuentemente las laderas que sobrepasan los 25° se presentan con escasa vegetación.

Los relieves se han formado a partir de rocas sedimentarias, donde los afloramientos rocosos son frecuentes y los suelos dominantes son superficiales.

Dentro del paisaje de Montaña se encuentran siete (7) unidades cartográficas distribuidas en diferentes climas ambientales e identificadas en el mapa con los símbolos MVA, MPE, MVX, MVE, MVH, VMA, VMB.

En el paisaje de montaña se delimitaron las siguientes unidades cartográficas:

♦ ASOCIACIÓN TYPIC DYSTRUDEPTS – LYTHIC DYSTRUDEPTS – HUMIC DYSTRUDEPTS. SÍMBOLO MVA

Los suelos de esta unidad se encuentran entre los 300 y 1000 m.s.n.m, en clima cálido húmedo, caracterizado por una temperatura media anual de 26° C y una precipitación promedio anual de 2000 y 4000 milímetros, que corresponde a la zona de vida bosque húmedo tropical (bh-T), aunque en algunos sectores puede ser bosque muy húmedo tropical (bmh-T).

La unidad se encuentra afectada por movimientos en masa como deslizamientos, solifluxión y reptación y reacción hídrica ligera. La topografía es moderada, con pendientes de 50 – 75% y en amplios sectores existe acumulación de fragmentos de roca (**FOTOGRAFÍA 3.1**).

Los suelos Typic Dystrudepts se encuentran en las laderas medias del relieve de vigas y se caracterizan por tener un perfil de nomenclatura A-B-C, el horizonte A tiene 30 cm de espesor, color pardo grisáceo oscuro, textura franco arcillosa gravilosa, con estructura blocosa moderada; el horizonte B es de color pardo amarillento, textura franco arcillosa gravilosa; el horizonte C es de color pardo rojizo y textura franco arcillosa gravilosa. Son suelos muy superficiales limitados por niveles tóxicos de aluminio, bien drenados, de reacción química fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada y la fertilidad es muy baja.

Los suelos Lithic Dystrudepts se encuentran en los crestones y su perfil característico es de tipo A-B-C. El horizonte A con espesor de 15 cm, de color gris oscuro, de textura franco arcillosa y estructura en bloques de grado fuerte, el horizonte B es de color gris muy oscuro, con textura franco arcillo limosa. Son suelos muy superficiales, limitados por rocas y contenidos de aluminio a niveles tóxicos, capacidad de cambio catiónica alta a media, reacción fuerte a muy fuertemente ácida y saturación de aluminio mayor de 60% (**FOTOGRAFÍA 3.2**).

**FOTOGRAFÍA 3.1****SUELOS DE PAISAJE MONTAÑOSO DE TOPOGRAFÍA MODERADA***Fuente: Grupo G.I 2010***FOTOGRAFÍA 3.2****PEDREGOSIDAD SUBSUPERFICIAL Y SUPERFICIAL DE LOS HORIZONTES A-B***Fuente: Grupo G.I 2010*

Los suelos Humic Lithic Dystrudepts, se encuentran en las laderas inferiores del relieve de crestones, caracterizados por un perfil de nomenclatura A-B-C-R, el horizonte A presenta un espesor de 22 cm, color pardo grisáceo muy oscuro y textura arcillosa; el horizonte B es de color pardo amarillento muy oscuro y la textura es arcillosa gravillosa; el horizonte C es de color pardo grisáceo oscuro con manchas rojas y textura arcillosa gravillosa. Son suelos muy superficiales limitados por altos contenidos de aluminio, bien drenados; tienen reacción química muy fuertemente ácida. La fertilidad natural es muy baja.

Las fuertes pendientes, la susceptibilidad a la erosión, la presencia de fragmentos de roca en la superficie por sectores, permiten ubicar los suelos en la clase VII por capacidad de uso. Se deben implementar sistemas silvopastoriles, en donde se combinen las actividades forestales con la ganadería de tipo extensivo. Los MVAfp, son de fase topográfica moderadamente escarpada y pedregosidad en superficie.

♦ ASOCIACIÓN OXIC DYSTRUDEPTS – LITHIC UDORTHENTS –LITHIC DYSTRUDEPTS. SIMBOLO MPE

Esta unidad se encuentra en altitudes entre los 1000 y 2000 m.s.n.m, dentro de un clima medio muy humedo, caracterizado por tener una temperatura media anual de 20° C y precipitaciones de 400 milímetros, correspondiendo de acuerdo a Holdridge a una zona de vida de bosque muy humedo Premontano.

Los suelos se han desarrollado a partir de rocas sedimentarias (lutitas, shales y areniscas) y metamórficas (filitas); con relieves de crestas homoclinales, moderada a fuertemente escarpados, con pendientes superiores al 50%. Se encuentran afectados por movimientos en masa, por presencia de fragmentos de roca en la superficie. La cobertura de bosques ocupa la mayor parte de la unidad y los pastos la menor proporción del terreno.

Los suelos Oxic Dystrudepts se ubican las laderas de fuertes pendientes y presentan un perfil tipo A-B-C. El Horizonte A tiene un espesor de 8 cm., color negro, textura franca gravilosa y estructura débil, el B es de color amarillo parduzco, textura arcillosa gravilosa y estructura moderada. Son suelos muy superficiales limitados por niveles tóxicos de aluminio, bien drenados. Químicamente tienen alta a media la capacidad de cambio cationica, baja saturación de aluminio intercambiable en todo el perfil, reacción extremadamente acida y fertilidad neutra a baja.

Los Lithic Udorthents, se localizan en las laderas inferiores de las crestas, presentando un perfil de nomenclatura A-C-R. El horizonte A con espesor de 18 cm, color pardo oscuro, textura franco arcillosa gravilosa, siendo este el único horizonte diagnóstico de este perfil. Son suelos muy superficiales y bien drenados, su reacción química es extremadamente acida. La fertilidad natural es baja.

Los suelos Lithic Dystrudepts, se localizan en las laderas intermedias de los relieves escarpados, caracterizados por presentar perfil de nomenclatura A-B-C. El Horizonte A, tiene un espesor de 12 cm, color pardo a pardo oscuro y textura franca; el horizonte B es de color pardo grisáceo y pardo amarillento, textura franca. Son suelos muy superficiales y bien drenados, químicamente tiene reacción muy fuerte a fuertemente acida. La fertilidad es muy baja.

Las fuertes pendientes y la poca profundidad efectiva permiten ubicarlos en la clase VII por capacidad de uso. Estos suelos se deben mantener con cobertura vegetal, especialmente de tipo arbórea. Presentan las fases MPEg, de topografía fuertemente escarpada y MPEf de topografía moderadamente empinada y moderadamente escarpada.

♦ ASOCIACIÓN TYPIC EUTRUDEPTS – TYPIC UDORTHENTS – HUMIC DYSTRUDEPTS. SIMBOLO MVX

La unidad cartográfica se localiza entre los 400 y los 100 m.s.n.m, dentro de un clima calido humedo, con una temperatura media anual de 26° C y una precipitación de 2000 mm. Hace parte de una zona de vida ecológica de bosque humedo tropical (bh-T).

Los tipos de relieve de estos suelos son lomas y glacia, constituidos por rocas sedimentarias (lutitas, lodositas y areniscas) y depósitos superficiales coluvio aluviales. La topografía es moderada a fuertemente quebrada, con pendientes inferiores al 50%. En gran parte del territorio se presentan procesos de solifluxión y concentración de fragmentos de roca en superficie. La vegetación de bosque natural, ha sido reemplazada por pastos, rastrojo y en algunos sectores por cultivos de café, cacao, yuca, cítricos y caña.

Los suelos Typic Eutrudepts, se encuentran en los relieves de glacia y se caracterizan por un perfil de nomenclatura A-B-C. El Horizonte A con 43 cm de espesor color pardo grisáceo oscuro, textura franco arcillosa gravilosa, con estructura blocosa moderada. Son suelos moderadamente profundos limitados por material saprolítico con lutitas, moderadamente bien drenados, tienen reacción química fuerte a moderadamente acida.

Los suelos Typic Udorthents, se encuentran en las laderas de las lomas y presentan un perfil A-C. El horizonte A tiene 17 cm de espesor, color gris muy oscuro, textura franca gravillosa con estructura débil. Son suelos moderadamente profundos, limitados por roca madre fragmentada, bien drenados, con capacidad de cambio de cationes alta a media y tienen reacción muy fuertemente ácida.

Los suelos Humic Dystrudepts, se encuentran en los relieves de glasis y se caracterizan por un perfil de nomenclatura A-C. El horizonte A tiene 47 cm de espesor, color pardo oscuro, con textura Franco arcillosa gravillosa. Son suelos moderadamente profundos limitados por material saprolítico de lutitas, bien drenados, reacción fuertemente ácida, capacidad de cambio alta y fertilidad natural moderada.

La susceptibilidad a la erosión, la baja fertilidad en la mayoría de los suelos y la pedregosidad en superficie, permiten incluirlos en la clase VI por capacidad de uso para tierras de pendiente 25-50% y deben dedicarse a actividades agropecuarias de tipo extensivo y en la clase IV las tierras de pendiente 12-25%, que se deben dedicar a cultivos con prácticas culturales como enalamiento y fertilización. En esta unidad cartográfica se encuentra la fase MVXdp con topografía moderadamente quebrada y pedregosidad en superficie; la fase MVXep con topografía fuertemente quebrada y pedregosidad superficial.

♦ COMPLEJO LITHIC UDORTHENTS – OXIC DYSTRUDEPTS- AFLORAMIENTOS ROCOSOS. SÍMBOLO MVE

Los suelos de esta unidad se ubican en alturas que oscilan entre los 1000 y 1500n m.s.n.m. El clima ambiental que domina es cálido húmedo, definido por una temperatura media anual de 26° C y una precipitación promedio anual de 2000 a 4000 mm lo cual, corresponde a la zona de vida ecológica de bosque húmedo tropical (bh-T). La topografía es desde ligera a fuertemente escarpada, con pendientes mayores al 25%. Se presentan procesos de deslizamientos, solifluxión, en grado severo y erosión hídrica. (FOTOGRAFÍA 3.3)



FOTOGRAFÍA 3.3
PROCESOS DE EROSIÓN HÍDRICA Y SOLIFLUXIÓN SEVERA
Fuente: Grupo G.I 2010

La unidad está constituida por Lithic Udorthents 50%, Oxic Dystrudepts 30%, afloramientos rocosos 10% e inclusiones que no sobrepasan el 10%.

Los suelos Lithic Udorthents, se ubican en las laderas inferiores, presentando un horizonte A con espesor de 12 cm, color pardo oscuro y textura arenosa franca gravillosa. Son suelos muy superficiales, excesivamente drenados, reacción química ligeramente ácida, capacidad de cambio baja. La fertilidad natural es alta.

Los suelos Oxic Dystrudepts, se caracterizan por un perfil A-B-C. El horizonte A tiene 10 cm de espesor, color pardo oscuro, con manchas pardas rojizas oscuras y textura franca; el horizonte B es de color rojo amarillento con manchas pardo amarillento y oliva pálido con textura franca. Son suelos muy superficiales limitados por altos contenidos de aluminio, bien drenados y de reacción química ácida. La fertilidad natural es baja. Las fuertes pendientes y el alto porcentaje de afloramientos rocosos, permiten ubicarlos en la clase VIII, por capacidad de uso. Se pueden dedicar estas tierras a programas de reforestación. (FOTOGRAFÍA 3.4).



FOTOGRAFÍA 3.4
SUELOS SUPERFICIALES, EXCESIVAMENTE DRENADOS
Fuente: Grupo G.I 2010

En esta unidad cartográfica se delimitaron las siguientes fases: MVEe, con topografía ligeramente escarpada; MVEf con topografía moderadamente escarpada y la fase MVEg con topografía fuertemente escarpada (FOTOGRAFÍA 3.5).



FOTOGRAFÍA 3.5
AFLORAMIENTOS ROCOSOS. LIMITANTES DE PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA
Fuente: Grupo G.I 2010

♦ **CONSOCIACIÓN HUMIC DYSTRUDEPTS. SÍMBOLO MVH**

La unidad cartográfica se ubica en altitudes entre los 200 y 1000 m.s.n.m. Clima cálido húmedo, caracterizado por presentar una temperatura media anual de 26° C y una precipitación promedio anual de 2000 mm; corresponde a la zona de vida ecológica de bosque húmedo tropical (bh-T).

Los suelos se han originado a partir de depósitos superficiales clásticos y de topografía plana, con pendientes menores del 3%; las tierras se ven afectadas en amplios sectores por pedregosidad superficial.

Los suelos Humic Dystrudepts, se caracteriza por un perfil de nomenclatura A-B-C. El horizonte A tiene un espesor de 15 cm, color pardo grisáceo muy oscuro, con textura franco arcillo arenosa; el horizonte B es de color pardo oscuro y la textura igualmente franco arcillo arenosa. Son suelos bien drenados, reacción química fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico moderada. La presencia de fragmentos de roca en superficie y la poca profundidad efectiva de los suelos permiten clasificarlo en la clase IV por capacidad de uso.

En esta unidad cartográfica se delimitó la fase MVHa, con topografía plana.

♦ **ASOCIACIÓN TIPYC DYSTRUDEPTS-TYPIC TROPORTHENTS.SÍMBOLO VMA**

Se localiza dentro del clima cálido y húmedo, en altitudes de 500 a 1000 m, con temperaturas mayores de 24° C y precipitaciones promedias anuales cercanas a 2500 mm; estas condiciones permiten clasificar estos suelos dentro de la zona de vida ecológica bosque húmedo tropical (bh-T). El relieve es ondulado a escarpado con pendientes que oscilan entre los 7 a 75%. Son tierras además que presentan fuertes fenómenos de erosión hídrica ligera y moderada.

Esta unidad está integrada en un 55% por suelos Typic Dystrudepts, 30% por suelos Typic Troorthents y un 15% por inclusiones de suelos Eutropets.

Los suelos derivados de materiales lutíticos son profundos, de texturas arcillosas y colores pardos amarillentos, mientras los que se forman de areniscas son de texturas franco grueso, muy superficial y limitado por fragmentos rocosos y de muy baja fertilidad. La susceptibilidad a la erosión, los niveles tóxicos de aluminio, llevan a que estos suelos sean clasificados en la clase agrológica VII por capacidad de uso.

La fase VMAe2 a que corresponde, se caracteriza por su relieve fuertemente quebrado, con pendientes 25-50% y erosión hídrica laminar moderada.

♦ **CONSOCIACIÓN LITHIC TROPORTHENTS. SÍMBOLO VMB**

Esta unidad se localiza en relieves quebrados, en climas cálidos y húmedos, con altitudes de 500 a 1000 m y temperaturas mayores de 24 °C y precipitación media anual cercana a 2500 mm. De acuerdo a la zona ecológica de vida pertenece al bosque húmedo tropical (bh-T). Son suelos afectados por erosión hídrica laminar moderada y severa.

Esta unidad está integrada en más de un 80% por los suelos Lithic Troorthents y por afloramientos rocosos.

Los suelos Lithic Troorthents presentan un horizonte relativamente espeso, de color rojo amarillento, textura franco arenosa, bien drenados y profundidad efectiva muy superficial, limitada por la presencia de roca.

El relieve escarpado, la alta susceptibilidad a la erosión, la superficialidad de los suelos, los niveles tóxicos de aluminio y su muy baja fertilidad, llevan a estas tierras a clasificarlas en categoría VIII por capacidad de uso.

En esta unidad cartográfica se delimitaron las siguientes fases: VMBf2, con topografía de relieve escarpado, con pendientes 50-75% y erosión hídrica laminar moderada. La fase VMBf3 tiene las mismas características de la anterior, pero la erosión hídrica laminar es más severa.

♦ SUELOS DE PAISAJE DE LOMERÍO

Los suelos de Lomerío se localizan al pie del paisaje de Montaña en altitudes entre los 200 y 500 metros, en clima cálido húmedo y muy húmedo, correspondiente a la zona de vida de bosque húmedo tropical (bh-T). El paisaje de lomerío formado por movimientos en masa, disección y tectonismo, han dado origen a relieves de Colinas y Lomas, conformado con elevaciones relativas de terreno menores a 300m entre un paisaje de montañas, cuyas ladera tienen inclinaciones entre 3°-10, en el caso de las colinas las laderas divergen en todas las direcciones con cimas redondeadas, en tanto las lomas presentan cimas alargadas. Esta morfología se presenta predominantemente en la formación Carbonera, debido a la presencia de paquetes gruesos de niveles blandos, en general la formación esta conformada por alternancias de shales carbonoso en la base a arcillolita gris con moteado rojo al tope con interposiciones de arenitas subliticas y cuarzosas de grano fino a grueso con niveles conglomeráticos de guijos.

Los tipos de relieve de lomas, principalmente muestras una topografía ondulada simétrica con pendientes menores del 50%. Los suelos allí formados han sido afectados fundamentalmente por procesos de escurrimiento difuso y concentrado en grado moderado, lográndose una evolución genética moderada.

En la mayoría de los suelos la explotación de los suelos es de ganadería extensiva, utilizando pastos mejorados y naturales y cultivos de subsistencia.

En el paisaje de Lomerío, se determinaron seis (6) unidades cartográficas, identificadas en el mapa con los siguientes símbolos: LVG, LVK, VLA, VLB, VLE, VPA.

♦ COMPLEJO TYPIC HAPLUSTOX – TYPIC HAPLUDOX. SÍMBOLO LVG

Los suelos de esta asociación están localizados en clima cálido húmedo a subhúmedo, con una temperatura media anual de 26° C y una precipitación promedia entre los 200 y 4000 mm, lo cual corresponde a la vida ecológica de bosque húmedo tropical (bh-T). Los materiales que han dado origen a estos suelos son arcillas y conglomerados El complejo está integrado por lod Typic Haplustox 50%, - Typic Hapludox 50%,

De relieve quebrado y pendientes de 7-25%, laderas y cortas rectilíneas y ligeramente convexas. Erosión ligera moderada y cárcavamiento remontante con escurrimiento difuso.

Los suelos Typic Haplustox y Typic Hapludox se caracterizan por ser profundos a superficiales, texturas variadas de finas a moderadamente gruesas, bien drenados, químicamente fuerte a muy fuertemente ácidos, fertilidad baja; con alta toxicidad por aluminio y muy susceptibles a la erosión (**FOTOGRAFÍA 3.6**).

La erosión en en grado moderado, las pendiente quebradas, la toxicidad del aluminio y fertilidad moderada en la mayoría de los suelos, permiten ubicarlos en la clase VII, por capacidad de uso.

En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase: LVGdc2, con topografía fuertemente inclinada, moderadamente quebrada y fuertemente ondulada y erosión moderada.

♦ ASOCIACIÓN TYPIC HAPLUSTOX-USTOXC DYSTRUDEPTS. SÍMBOLO LVK

Los componentes de esta unidad cartográfica se encuentran en altitudes que oscilan entre los 200 y 400 m, en clima cálido en transición a húmedo y temperaturas mayores a 24° C. Se localizan en lomas y colinas, con relieve ligeramente ondulado a ligeramente quebrado, con pendientes 7-12%. Estos suelos se caracterizan por ser en su mayoría profundos, bien a excesivamente drenados, que han evolucionado a partir de arcillas y conglomerados (**FOTOGRAFÍA 3.7**).

**FOTOGRAFÍA 3.6****SUELOS MODERADAMENTE PROFUNDOS, LIMITADOS POR PIEDRA Y GRAVILLA***Fuente: Grupo G.I 2010***FOTOGRAFÍA 3.7****SUELOS DE LOMERÍO CON VEGETACIÓN EN PASTOS NATURALES***Fuente: Grupo G.I 2010*

La unidad de suelos esta integrada en un 45% por Typic Haplustox; 35% de suelos por Ustoxic Dystrudepts e inclusiones de Trophaquepts y otros Dystrudepts en un 20%.

Los suelos Typic Haplustox son en términos generales profundos, de buen drenaje a moderadamente excesivo, que se han desarrollado a partir de conglomerados y su pedo génesis es avanzado. El horizonte A tiene de 10 a 15 cm de espesor, color pardo amarillento oscuro, textura franco arenosa. El horizonte B tiene más de 80 cm de profundidad, color pardo fuerte a rojo amarillento, textura franca. Son suelos de reacción fuertemente ácida en los horizontes superficiales y medianamente ácida en profundidad, baja capacidad de intercambio catiónico, altos niveles de aluminio y fertilidad baja. **(FOTOGRAFÍA 3.8).**



FOTOGRAFÍA 3.8

SUELOS PROFUNDOS CON ALTOS NIVELES DE ALUMINIO Y FERTILIDAD BAJA

Fuente: Grupo G.I 2010.

Los suelos Ustoxic Dystrudepts se distribuyen en planos inclinados de las lomas de pendientes 3-7%, se caracterizan por ser profundos, bien drenados, originados a partir de arcillas. Presenta perfiles A-B-C. El horizonte A tiene 15 a 20 cm de espesor, color amarillo oscuro, textura franco arenosa. El horizonte B tiene un espesor mayor de 60 cm, color pardo a pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa. Químicamente son de reacción fuerte a extremadamente ácida, contenidos altos de aluminio intercambiable, capacidad de cambio baja y fertilidad baja.

Son limitantes severos la baja fertilidad, los niveles de aluminio y la erosión hídrica laminar. Estas limitantes sitúan estos suelos en la clase agrológica VI por capacidad de uso. En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase: LVKbc1, con topografía ligeramente inclinada y ligeramente ondulada 7-12% y grado de erosión ligero.

♦ ASOCIACIÓN USTIC DYSTRUDEPTS-TYPIC USTORTHENTS. SÍMBOLO VLA

Se localizan en relieve de lomerío, con pendientes que varían de 12 a 75%. Clima cálido húmedo y corresponde a la zona de vida denominada bosque húmedo tropical (bh-T).

Esta unidad esta integrada en un 50% por suelos superficiales a moderadamente profundos, franco gruesos (Ustic Dystrudepts) que se encuentran en las faldas y parte media de las laderas y en un 35% por suelos muy superficiales, franco finos, que se encuentran en las cimas y partes altas de las laderas; el restante 15% son inclusiones de suelos de texturas finas, que se encuentran en las partes cóncavas.

Son suelos bien drenados, de color pardo oscuro en superficie y pardo amarillento a pardo fuerte en profundidad y de texturas franco arcillosa a franco arenoso. Tienen reacción fuerte a extremadamente ácida, baja capacidad de intercambio catiónico. Estas condiciones hacen que su fertilidad sea baja a muy baja.

Las pendientes fuertes, la alta susceptibilidad a la erosión, los niveles tóxicos de aluminio activo, el déficit de humedad y la baja fertilidad, constituyen los limitantes que afectan significativamente el uso de estos suelos y los ubican en las clases IV, VI y VII por su capacidad de uso.

En esta unidad cartográfica se encuentran las fases VLAA con topografía plana VLAd2, con topografía quebrada, erosión moderada y la fase VLAe2, con topografía fuertemente quebrada y erosión moderada.

♦ CONSOCIACIÓN VERTIC DYSTRUDEPTS. SÍMBOLO VLB

Los suelos que conforman esta unidad se ubican sobre relieve quebrado, con pendientes hasta del 50% y localizados en altitudes menores de 500 m, en clima cálido húmedo y que corresponden a la zona de vida ecológica de bosque húmedo tropical (bh-T). Está integrada en más del 80% por los suelos Vertic Dystrudepts y el 20% restante por inclusiones de superficiales y rocosos como son los Lithic y Typic Trophorthents.

Los Vertic Dystrudepts, se han desarrollado a partir de arcillositas y lodositas, son bien drenados, profundos, de colores pardo grisáceo oscuro en el primer horizonte y gris claro manchado en profundidad; textura arcillosa. Químicamente son fuertemente ácido, niveles bajos de nutrientes y el aluminio activo alcanza niveles tóxicos; todo lo anterior se manifiesta en su baja fertilidad, que desde la clasificación agrológica permite ubicarlos en la clase VI y VII, por capacidad de uso.

En esta unidad cartográfica se encuentran las fases VLBd1, con pendiente 12-25%, topografía fuertemente inclinada, moderadamente quebrada y fuertemente ondulada y erosión ligera. La fase VLBe1 tiene pendientes de 25-50%, con topografía ligeramente empinada, fuertemente quebrada y ligeramente escarpada e igualmente de erosión ligera.

♦ CONSOCIACIÓN TYPIC USTORTHENTS. SÍMBOLO VLE

Los suelos de esta consociación se encuentran en terrenos ligeramente inclinados, tienen relieves planos y/o ligeramente ondulados, con pendientes menores al 7%. Se localizan en altitudes menores de 500 m, en clima cálido húmedo y en la zona de vida bosque húmedo tropical (bh-T). **(FOTOGRAFÍA 3.9)**



FOTOGRAFÍA 3.9
SUELOS ARENOSOS BIEN DRENADOS
Fuente: Grupo G.I 2010.

La unidad está integrada en más de un 80% por los Typic Ustorthents, con inclusiones de suelo Fluvaquents; estos suelos son bien drenados, superficiales a moderadamente profundos, de colores pardo en superficie y pardo amarillento oscuro en profundidad y de textura arenosa franca y franca arenosa.

Presentan reacción muy fuertemente ácida, bajos contenidos de materia orgánica, baja cantidad de nutrientes y de muy baja fertilidad. La presencia de pedregosidad, baja retención de humedad, niveles tóxicos de aluminio, ubican agrologicamente a estos suelos en las clases IV y VII por capacidad de uso. **(FOTOGRAFÍA 3.10).**



FOTOGRAFÍA 3.10
SUELOS CON VEGETACIÓN NATURAL DE PASTOS Y ARBUSTOS
Fuente: Grupo G.I 2010.

Se presentan las fases VLEa, con topografía plana, pendientes menores del 3%. La fase VLEax igualmente se encuentra en zonas planas, pero que en algunas épocas del año se tornan inundables y finalmente la fase VLEb1 con topografía ligeramente ondulada y quebrada, con pendientes del 7% y una etapa de erosión ligera.

♦ **ASOCIACIÓN FLUVENTIC DYSTRUDEPTS – TYPIC UDORTHENTS. SÍMBOLO VPA**

Esta unidad cartográfica esta localizada en altitudes que no superar los 500 m, con un relieve en general plano a ondulado con pendientes menores de 12%, tienen clima cálido y húmedo y pertenecen a la zona de vida ecológica bosque húmedo tropical (bh-T).

La unidad está integrada en un 45% por los suelos Fluventic Dystrudepts, que ocupan las áreas no pedregosas de las zonas coluviales y un 35% por los suelos Typic Udorthents, que se ubican en los sectores pedregosos de los glaciares; el otro 20% está integrado por inclusiones de Oxic Dystrudepts y Aquic Dystrudepts.

Estos suelos se han formado a partir de materiales coluviales, son bien drenados, de colores negros a pardo oscuro en superficie y pardo amarillento oscuro en profundidad; de textura arenosa franca a franco arenosa (**FOTOGRAFÍA 3.11**).

Son suelos muy fuertemente ácidos, con niveles bajos y medios de nutrientes; baja capacidad de cambio catiónico, altos contenidos de aluminio activo y la fertilidad baja. Tiene limitantes por pedregosidad tanto superficial como subsuperficial, los niveles tóxicos de aluminio, permiten ubicar estas tierras en las clases agrológicas VI y VII por capacidad de uso.

Se presentan las fases VPAA, con topografía plana, pendientes menores del 3%. La fase VPAbx que igualmente se encuentra en zonas planas, pero con pendientes de 3-7% y con zonas inundables y pedregosidad.

♦ **SUELOS DE PAISAJE ALTIPLANICIE**

Geomorfológicamente la altiplanicie corresponde a una superficie de acumulación de materiales de origen terciario provenientes de la cordillera Oriental, que por efectos de tectonismo fue levantada de la planicie aluvial. Los materiales que conforman esta unidad son básicamente areniscas y arcillas. El relieve varía de plano a ligeramente ondulado con pendientes de 1-12%, de diferente longitud y forma.



FOTOGRAFÍA 3.11
SUELOS FORMADOS A PARTIR DE MATERIALES COLUVIALES. COLORES
NEGROS A PARDOS OSCUROS
Fuente: Grupo G.I 2010.

Los suelos de este paisaje son de evolución baja a muy avanzada, caracterizados por su baja fertilidad natural y niveles altos de aluminio; se distribuyen en relieves planos, ondulados e inclinados de mesas y superficies onduladas.

Los suelos están afectados por escurrimiento difuso generalizado y sectorialmente por fenómenos de sufusión que han originado un microrelieve denominado Zurales.

La cobertura vegetal de esta geoforma es predominantemente herbácea, manifiesta en las extensas sabanas naturales que la caracterizan y que las hace de vocación principalmente pecuaria. El uso corresponde en su mayoría a ganadería de tipo extensivo.

En el paisaje de Altiplanicie, se determinaron siete (7) unidades cartográficas, identificadas en el mapa con los siguientes símbolos: AVD, AVE, AVG, VAE, VRE, VRC, VRF.VPB.

♦ **CONSOCIACIÓN TYPIC HAPLUSTOX. SÍMBOLO AVD**

Se encuentra esta unidad de suelos en clima cálido subhúmedo, con temperatura media anual superior a los 24° C y en altitudes entre 200 y 400 m.s.n.m. Los suelos corresponden a mesas y superficies onduladas de relieve ligeramente plano a ligeramente ondulado, con pendientes menores al 7%. Los suelos se han desarrollado a partir de arcillas de avanzado grado de meteorización; son bien drenados, profundos a superficiales, con texturas finas a moderadamente finas.

Los suelos Typic Haplustox, morfológicamente presentan perfiles de tipo A-B. El horizonte A, tiene de 15 a 20 cm, color pardo oscuro, textura franco arcillosa; el horizonte B cuenta con mas de 100 cm de espesor y colores pardo fuertes, rojo amarillento y rojo, textura arcillosa. Químicamente de reacción muy fuertemente ácida, altos contenidos de aluminio, baja capacidad de cambio; su fertilidad es baja. Por sus limitantes se encuentra en la clase agrológica VI por capacidad de uso.

En esta unidad cartográfica se delimitó la fase AVDa con topografía plana con pendientes que no superan el 3%.

♦ **CONSOCIACIÓN USTIC QUARTZIPSAMMENTS. SÍMBOLO AVE**

Esta consociación se encuentra en altitudes comprendidas entre 150 y 200 m.s.n.m, bajo clima ambiental cálido húmedo y precipitaciones de los 2000 mm al año y temperaturas superiores a los 24° C.

Topográficamente ocupa superficies onduladas, bajo un relieve plano. Estos suelos se han desarrollado a partir de mantos espesos de arenas. Pertenecen al grupo textura gruesa, son excesivamente drenados y moderadamente profundos a superficiales.

Los suelos Ustic Quartzsipsamments, tienen una evolución pedogenética baja, que en su horizonte superficial tiene 10 a 15 cm de espesor, color pardo amarillento oscuro textura arenosa y sin estructura o sea de grano suelto.

Son suelos de reacción muy fuerte a fuertemente ácida, bajo contenido de nutrientes, capacidad de cambio baja y fertilidad baja.

Las bajas condiciones tanto físicas como químicas, que constituyen los principales limitantes, colocan estos suelos en la clase agrológica VI por capacidad de uso.

En esta unidad cartográfica se delimitó la fase AVEb con topografía ligeramente inclinada y ligeramente ondulada con pendientes que oscilan entre el 3 -7%.

♦ ASOCIACIÓN USTOXIC DYSTRUDEPTS – USTIC QUARTZSIPSAMMENTS. SÍMBOLO AVG

Estos suelos ocupan la posición de glasis en la altiplanicie, con relieve ligeramente plano a ligeramente inclinado y pendientes menores al 7%. Los suelos son en su mayoría moderadamente profundos, limitados por la baja retención de humedad, su drenaje natural es naturalmente excesivo y su evolución ha sido a partir de materiales arenosos depositados sobre arcillas.

Los suelos Ustoxic Dystrudepts, presentan perfiles A-AB-B-C. El horizonte superficial presenta un espesor de 10 a 15 cm, color pardo rojizo oscuro, textura arenosa franca y estructura granular; el horizonte transicional a B, tiene igualmente un espesor de 10 a 15 cm, color pardo oscuro a pardo y el horizonte B, tiene un espesor de 80 a 90 cm, colores pardo fuerte y rojo amarillento, textura franco arenosa.

Químicamente son suelos de muy bajo contenido nutricional, la capacidad de cambio catiónico baja; los niveles de saturación de aluminio son medio a altos; reacciones fuertemente ácidas y fertilidad baja.

Los Ustic Quartzsipsamments, se caracterizan por tener un drenaje natural bueno a moderadamente excesivo, en pendientes que no superan el 3% y profundidad efectiva moderada a causa de la baja retención de humedad. Químicamente estos suelos reflejan una reacción muy fuertemente ácida tanto en superficie como en profundidad; los niveles de saturación de aluminio alcanzan valores medios a altos y su fertilidad es baja.

Las bajas condiciones tanto físicas como químicas, que constituyen los principales limitantes, colocan estos suelos en la clase agrológica VI por capacidad de uso.

En esta unidad cartográfica se delimitó la fase AVGb con topografía ligeramente inclinada y ligeramente ondulada con pendientes que oscilan entre el 3 -7%.

♦ CONSOCIACIÓN TYPIC USTORTHENTS. SÍMBOLO VAE

Se ubican estos suelos en las escarpes de la altiplanicie y en relieves fuertemente quebrados a escarpados, con pendientes dominantes mayores del 50%; están localizados en altitudes menores de 500 metros, en la zona de vida denominada bosque húmedo Tropical (bh-T). La consociación está constituida en más del 90% por el suelo Typic Ustorthents, que son excesivamente drenados, muy superficiales de textura arenosa franca, esqueléticos y de colores pardos; tienen reacción muy fuertemente ácida, baja capacidad de cambio y la fertilidad es muy baja.

Tierras limitadas por las pendientes fuertes, abundante pedregosidad, alta erosión y muy baja fertilidad. Corresponde a la clase VIII por su capacidad de uso, debiéndose dedicar a la conservación de bosques.

En esta unidad cartográfica se encuentran las fases VAEf3 desarrollados en relieve escarpado, con pendientes 50-75% y erosión hídrica severa. La fase VAEg3 es de relieve topográfico escarpado, con pendientes mayores del 75% y erosión hídrica severa.

♦ ASOCIACIÓN TYPIC TROPAQUEPTS – USTIC QUARTZIPSAMMENTS- AERIC TROPAQUEPTS. SÍMBOLO VRE

Los suelos se encuentran en zonas de planicie en altitudes menores de 350 m, en clima cálido húmedo y pertenecen a la zona de vida bosque húmedo tropical (bh-T). Los suelos Typic Tropaquepts son superficiales, mal drenados, de texturas francas y colores pardos grisáceos y grises, con pocas manchas y concreciones de colores rojizos y pardos amarillentos. Son químicamente fuertemente ácidos y baja capacidad de cambio catiónico. Los contenidos de aluminio activo y muy baja fertilidad.

Los suelos Ustic Quartzipsamments son profundos excesivamente drenados, arenosos y de colores pardo amarillentos. Son fuertemente ácidos, pobres en materia orgánica, de baja capacidad de cambio, los contenidos de aluminio de cambio son alto y muy baja fertilidad.

Los suelos Aeric Tropaquepts son de textura franco arenoso y franca y ocupan posiciones intermedias entre los suelos mencionados anteriormente.

Las deficientes condiciones químicas, físicas y mineralógicas, limitan la capacidad de uso de estas tierras. Los citados limitantes permiten ubicar a esta unidad en la clase V, siempre y cuando se puedan realizar prácticas de fertilización y enmiendas.

En esta unidad cartográfica se encuentra la fase VREa con topografía plana.

♦ CONSOCIACIÓN PLINTIC TROPAQUEPTS. SÍMBOLO VRC

Estos suelos se ubican en áreas cóncavas de la planicie, cuya altura no excede los 350 m, y el clima es cálido húmedo cuya característica de la zona de vida ecológica es bosque húmedo tropical (bh-T). Es necesario comentar que en algunos sectores se presenta un micro relieve particular conocido “escarceo”, que se manifiesta por una serie de pequeños montículos longitudinales a manera de caballones. También se desarrolla una intensa actividad biológica que fomenta un micro relieve de promontorios a manera de zurales.

Esta unidad está integrada en un 80% por los suelos Plintic Tropaquepts y un 20% por inclusiones de suelos Aeric y Aquic Tropaquepts y Dystrudepts. En general estos suelos son muy superficiales, pobremente drenados, de colores negros en superficie y grises en profundidad, con abundantes manchas y concreciones de plintita y coloraciones rojas y pardo rojizas; los horizontes superficiales son de texturas francas y franco limosas.

Químicamente estos suelos son fuertemente ácidos, con altos y medios contenidos de materia orgánica en su primer horizonte, y fertilidad baja.

Las deficientes propiedades químicas, la susceptibilidad al encharcamiento, la baja fertilidad, permiten ubicar estas tierras en la clase agrológica V por capacidad de uso.

Presenta la fase VRCa de topografía plana y pendientes que no exceden el 3%.

♦ CONSOCIACIÓN OXIC DYSTRUDEPTS. SÍMBOLO VRF

Estos suelos se localizan en altitudes menores de 350 metros, clima cálido húmedo y corresponden a la zona de vida bosque húmedo tropical (bh-T). Presentan relieve plano, con pendientes menores del 3% y erosión laminar. La consociación esta integrada en un 80% por suelos Oxic Dystrupets y Typic Dystrupets como suelos similares. Los suelos son profundos, bien drenados, de colores pardos oscuros en superficie y pardos amarillentos a rojo amarillento en profundidad; con texturas francas. Químicamente de reacción ácida, pobres en materia orgánica y los contenidos de aluminio activo alcanzan niveles tóxicos. (FOTOGRAFÍA 3.12).



FOTOGRAFÍA 3.12
SUELOS PROFUNDOS, BIEN DRENADOS Y ALTOS CONTENIDOS DE ALUMINIO
ACTIVO
Fuente: Grupo G.I 2010

La baja fertilidad, la toxicidad de aluminio, la susceptibilidad a la erosión, son los principales limitantes del uso de estas tierras, las cuales se ubican en el grupo VI por capacidad de uso. Aptas para pastos, cultivos densos y bosques, para lo cual es necesario hacer prácticas de fertilización, escalamiento y control de erosión.

En esta unidad cartográfica se encuentra la fase VRFa con topografía plana.

♦ **ASOCIACIÓN OXIC DYSTRUDEPTS- VERTIC TROPAQUEPTS-AERIC TROPAQUEPTS. SÍMBOLO VPB**

Esta asociación se ubica en el piedemonte, tienen límite difuso con la planicie aluvial. Está localizada en altitudes menores de 500 m.s.n.m, en clima cálido húmedo correspondiente a la zona de vida bosque húmedo tropical (bh-T). El relieve es plano a ondulado, con pendientes menores al 12%.

Los suelos Oxic Dystrudepts, de los sectores bien drenados, son profundos de colores pardos oscuros en superficie y pardos rojizos en profundidad y de texturas franco finas y finas. Químicamente son de reacción fuertemente ácida, con pobreza de materia orgánica. La capacidad de cambio catiónico es baja y los contenidos de aluminio activo son altos y muy baja la fertilidad.

Los suelos Vertic Tropaquepts presentes en los sectores mal drenados, son superficiales, de colores grises, texturas finas. Químicamente de reacción ligeramente ácida, capacidad de cambio moderada. Su fertilidad es moderada. Se han desarrollado en esta unidad el cultivo de pastos naturales y mejorados, reemplazando la vegetación natural de bosques.

Los niveles tóxicos de aluminio, la baja fertilidad, el mal drenaje y la susceptibilidad de la erosión, hacen que estos suelos sean clasificados en la clase IV por capacidad de uso. Las partes planas con prácticas de adecuación, drenajes y riego, se pueden dedicar a cultivos de arroz, sorgo.

En esta unidad cartográfica se encuentra la fase VPBa con topografía plana.

♦ **SUELOS DE PAISAJE DE VALLE**

Los valles son paisajes de superficies alargadas, construidas por la incisión de las corrientes hídricas que descienden de la cordillera. Estos paisajes se localizan en el clima medio y cálido húmedo. Cuando el valle se interna en la planicie adquiere su máxima amplitud, desaparece la pedregosidad que es común a los sectores montañosos de piedemonte.

El Valle Aluvial, es un paisaje conformado por un espacio entre dos relieves altos (montañas, colinas etc.) plano a ligeramente plano, con un curso de agua en su eje, en el sector de estudio este espacio es estrecho con baja sedimentación, conformado por bloques y cantos de composición variada predominando los líticos sedimentarios de areniscas y calizas.

La llanura aluvial, es el área ubicada que se extiende a continuación del cauce mayor del Río Upía de carácter trenzado. Presenta una topografía plana con pendientes medias entre 1-3° donde se diferencian paleoformas aluviales como: diques, islas, cubetas, zurales. Con una litología de arenas, limos, arcillas, y gravas redondeadas que van desde guijos hasta bloques.

Dentro del proceso podológico denominado ganancia es el dominante en todo el valle; pero la oxidación y la reducción, melanización y transformación, imprimen a los suelos resultantes caracteres específicos a estas tierras.

La mayor o menor severidad de las limitantes de uso, se manifiestan en el uso actual, en donde las áreas no pedregosas y bien drenadas están dedicadas a cultivos; las áreas pedregosas y de suelos superficiales se dedican a pastos.

En el paisaje de Valle, se determinaron ocho (8) unidades cartográficas, identificadas en el mapa con los siguientes símbolos: VUK, VVG, VRA, VVC, VVA, VVB, VVD, VVE.

♦ ASOCIACIÓN TYPIC UDIFLUENTS – FLUVAQUENTIC ENDOAQUEPTS – TYPIC UDIPSAMENTS. SÍMBOLO VUK

La asociación se presenta en altitudes de 400 m.s.n.m, en clima cálido muy húmedo, con una temperatura media anual de 26° C y una precipitación inferior a los 6000 mm, que corresponde a la zona de vida ecológica bosque muy humedo tropical (bmh-T).

Los suelos se localizan en una terraza agradacional originada a partir de depósitos superficiales clásticos hidrogenitos, mixtos aluviales transportados por los ríos Margua, Cobaría y Upía. La topografía es ligeramente plana, con pendientes 1-3%; algunos sectores se encuentran afectados por fragmentos de roca en superficie y dentro del perfil.

La escasa vegetación presente en la zona está representada por árboles maderables, como Cabo de Hacha, Palma de Ceje, Gualanday, Guamo; también hay cultivos de subsistencia y una combinación de pastos naturales y mejorados.

Los suelos Typic Udifluents, presentan un perfil moda de nomenclatura A-C. El horizonte A tiene un espesor de 10 cm, color pardo amarillento y textura franco arenosa. Son suelos moderadamente profundos y bien drenados, reacción química fuerte a fuertemente ácida, capacidad de cambio catiónico baja y fertilidad natural moderada.

Los suelos Fluvaquentic Endoaquepts presentan un perfil modal de nomenclatura A-B-C. El Horizonte A con un espesor de 10 cm, color pardo oliváceo y textura franca; el horizonte B es gris, pardo y rojo amarillento, textura franca y franco arcillosa. Limitados por un nivel freático fluctuante e imperfectamente drenados; tienen reacción química fuertemente ácida, capacidad de cambio catiónico moderada y saturación de aluminio de cambio mayor del 90%. La fertilidad natural es baja (**FOTOGRAFÍA 3.13**).

Los suelos Typic Udipsamments presentan un perfil modal de nomenclatura A-C. El horizonte A tiene 40 cm de espesor, color gris rosado a gris rojizo, su textura arenosa franca. Son suelos superficiales, limitados por gruesas capas de arena, bien drenados, de reacción química extremadamente ácida, capacidad de intercambio catiónico muy baja, saturación de bases baja y fertilidad natural muy baja.

La baja fertilidad y el alto contenido de arena en los suelos permite incluirlos en la clase IV por capacidad de uso. Con adición de fertilizantes e incorporación de residuos vegetales. Estos suelos se pueden explotar con cultivos permanentes.

En esta unidad cartográfica se encuentra la fase VUKa con topografía plana.

Los suelos Typic Udipsamments presentan un perfil modal de nomenclatura A-C. El horizonte A tiene 40 cm de espesor, color gris rosado a gris rojizo, su textura arenosa franca. Son suelos superficiales, limitados por gruesas capas de arena, bien drenados, de reacción química extremadamente ácida, capacidad de intercambio catiónico muy baja, saturación de bases baja y fertilidad natural muy baja.

La baja fertilidad y el alto contenido de arena en los suelos permite incluirlos en la clase IV por capacidad de uso. Con adición de fertilizantes e incorporación de residuos vegetales. Estos suelos se pueden explotar con cultivos permanentes.

En esta unidad cartográfica se encuentra la fase VUKa con topografía plana.



FOTOGRAFÍA 3.13
SUELOS CON NIVEL FREÁTICO CONSTANTE E IMPERFECTAMENTE DRENADOS

Fuente: Grupo G.I 2010.

♦ ASOCIACIÓN VERTIC TROPAQUEPTS – TROPIC FLUVAQUENTS. SÍMBOLO VVG

Estos suelos ocupan áreas que permanecen inundadas casi todo el año, con meandros abandonados a lo largo de los ríos Casanare, Guachiria, Cravo Sur, Cusiana y Upía, principalmente en el sector más próximo a la confluencia con el río Meta. Presenta un clima cálido húmedo y pertenece a la zona de vida de bosque húmedo tropical (bh-T).

La unidad esta compuesta en un 50% por suelos arcillosos que se agrietan durante la época seca, clasificados como Vertic Tropaquepts; en un 30% por suelos de texturas finas (Tropic Fluvaquents) que ocupan áreas pantanosas y por inclusiones de suelos de texturas francas y franco finas, que se encuentran en diques bien drenados.

Suelos superficiales de drenaje pobre, texturas predominantemente arcillosas. Químicamente fuertemente ácidos, de moderado contenido de carbono orgánico en su primer horizonte, moderada capacidad de cambio catiónico y niveles tóxico de aluminio activo. La fertilidad es baja a moderada. Aunque conserva algo de la vegetación nativa, el uso ha cambiado a cultivo de arroz y pastos.

Los mayores limitantes están por la susceptibilidad a la inundación y deficientes propiedades físicas y químicas. Los suelos pertenecen a la clase VII por su capacidad de uso y son aptos principalmente para bosques. En esta unidad cartográfica se encuentra la fase VVGa con topografía plana.

♦ ASOCIACIÓN PLINTIC TROPAQUEPTS – TYPIC QUARTZIPSAMMENTS. SÍMBOLO VRA

Esta unidad se ubica en la llanura fluvio deltaica, superficie plana de pendientes menores a 3%, con relieves cóncavo-convexo. La asociación se localiza en altitudes menores a los 350 m, en clima cálido húmedo y pertenecen a la zona de vida bosque húmedo tropical (bh-T) (**FOTOGRAFÍA 3.14**).

**FOTOGRAFÍA 3.14****SUELOS DE LLANURA CON RELIEVES CÓNCAVO-CONVEXO***Fuente: Grupo G.I 2010.*

Está integrada en un 50% por suelos Plinthic Tropaquepts que ocupan sectores cóncavos en un 35% por suelos Typic Quartzisamments, que se presentan en sectores convexos y 15% por inclusiones. Los suelos ocupan posición de diques, bien drenados, profundos, de colores pardos oscuros en el primer horizonte y pardo amarillento a pardo fuerte en profundidad y de textura arenosa y arenosa franca. Químicamente fuertemente ácidos. Son de fertilidad baja a muy baja (**FOTOGRAFÍA 3.15**).

**FOTOGRAFÍA 3.15****SUELOS CON HORIZONTE DE TRANSICIÓN Y TEXTURA ARENOSA FRANCO ARENOSA***Fuente: Grupo G.I 2010.*

Los suelos Plintic Tropaquepts, son pobremente drenados, de color gris oscuro en el primer horizonte y gris claro en profundidad, con abundantes manchas y concreciones blandas de colores rojos y pardos amarillentos, sus texturas son franco finos con predominio de cuarzo. Son suelos fuertemente ácidos, de media a baja capacidad de cambio catiónico. Presenta altos contenidos de aluminio activo, llegando a niveles tóxicos en profundidad. La fertilidad baja, la susceptibilidad al encharcamiento y la erosión reticular, constituyen los principales limitantes de uso, que los ubica en la clase V por su capacidad de uso y son aptos para los cultivos, siempre y cuando se le hagan prácticas de fertilización y enmiendas.

En esta unidad cartográfica se encuentra la fase VRaA con topografía plana.

♦ ASOCIACIÓN TYPIC UDIFLUVENTS – TROPIC FLUVAQUENTS. SÍMBOLO VVC

Estos suelos se encuentran ubicados en franjas angostas a lo largo de algunos sectores de los valles que forman los ríos Casanare, Ariporo, Pauto, Cusiana, Upía. El clima es cálido y húmedo y la zona de vida corresponde al bosque húmedo tropical (bh-T). Estos suelos se han desarrollado a partir de materiales aluviales, en donde es común observar tanto en la superficie como a través del perfil, la presencia de abundante piedra, aspecto limitante de estos suelos.

Los suelos Typic Udifluvents ocupan posiciones ligeramente convexas, bien drenadas, de color pardo grisáceo muy oscuro en superficie y pardas amarillentas en profundidad. Los suelos Tropic Fluvaquents se presentan en sectores cóncavos muy susceptibles a inundaciones, mal drenados y de colores predominantemente grises en todo el perfil. En general estos suelos son superficiales, de textura arenosa franca. Tiene químicamente reacción fuerte y muy fuertemente ácida, baja capacidad de cambio catiónico, bajos contenidos de calcio, magnesio. Tiene una fertilidad baja a moderada. La influencia negativa de estas limitantes ubica estas tierras en las clases VI, VII y VIII por su capacidad de uso.

En esta unidad cartográfica se encuentra las fases VVCa con topografía plana, con pendientes menores al 3%. VVCax con topografía plana, abundante pedregosidad; la fase VVCaxy, con topografía plana y frecuentemente inundable y/o encharcable y finalmente la fase VVCb con pendientes del 3-7% de topografía ligeramente inclinada y ligeramente ondulada.

♦ GRUPO INDIFERENCIADO TYPIC UDORTHENTS Y TYPIC DYSTRUDEPTS. SÍMBOLO VVA

Se localiza en los abanicos terrazas del clima cálido húmedo y transición al medio húmedo, pertenecientes a la zona de vida de bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) y bosque húmedo Tropical (bh-T), en altitudes menores a 1500 m. El relieve es plano a ligeramente ondulado, con pendientes menores al 7%. Presentan abundante pedregosidad sectorizada y erosión hídrica laminar.

La unidad esta integrada en un 50% por suelos Typic Udorthents, que ocupan los sectores plano convexos; en un 35% por suelos Typic Dystrudepts, que ocupan áreas planas ligeramente cóncavas y en un 15% por inclusiones de suelos Typic Udifluvents.

Son suelos muy superficiales a moderadamente profundos, limitados por pedregosidad, presentan color pardo grisáceo oscuro en superficie y pardo amarillento oscuro en profundidad, texturas franco arenosas. Son químicamente de reacción extremadamente ácida, de moderados a altos contenidos de materia orgánica, moderada a baja capacidad de cambio, con un alto contenido de aluminio activo. La fertilidad es baja y muy baja (**FOTOGRAFÍA 3.16**).



FOTOGRAFÍA 3.16
SUELOS LIMITADOS POR PEDREGOSIDAD SUBSUPERFICIAL
Fuente: Grupo G.I 2010.

La vegetación natural ha sido talada y se han establecido cultivos y pastos. La abundante pedregosidad, la baja y muy baja fertilidad, la superficialidad de los suelos y la susceptibilidad a la erosión, indican que estos suelos se deben ubicar en la clase agrológica VI por su capacidad de uso. Si se realizan prácticas culturales, principalmente fertilización, es posible que se puedan dedicar a cultivos de pastos de corte, cultivos de semibosque y cultivos de subsistencia, tales como yuca, maíz, hortalizas y al desarrollo de programas forestales.

En esta unidad cartográfica se encuentran las fases VVAa con relieve plano y pendientes menores de 3%. VVAax en relieve plano y pendientes menores de 3%, pero con abundante pedregosidad y finalmente la fase VVAab con topografía ligeramente ondulada, con pendientes 3-7%.

♦ ASOCIACIÓN FLUVENTIC DYSTRUDEPTS –TYPIC UDIFLUENTS. SÍMBOLO VVB

Se encuentran en angostas terrazas de clima cálido y húmedo y pertenecen a la zona de vida de bosque húmedo tropical; los relieves son planos y ligeramente ondulados, con pendientes menores del 7%, originados estos suelos de materiales aluviales y presentan abundante pedregosidad sectorizada.

La asociación esta integrada en un 45% por los suelos Fluventic Dystrudepts, localizados en pequeñas elevaciones de los terrenos bajos; en un 35% por suelos Typic Udifluents que ocupan los sectores convexos, que es donde se encuentra mayor pedregosidad en superficie y por un 20% de inclusiones Oxic Dystrudepts, desarrollados sobre arcillas del terciario.

Los suelos Fluventic Dystrudepts y los Typic Udifluents, son bien drenados, de color pardo oscuro en superficie y pardo amarillento en profundidad, de texturas franco arenosas, limitado por mantos pedregosos. Químicamente son muy fuertemente ácidos, pobres de materia orgánica y minerales; poseen baja capacidad de cambio catiónico. En general tienen muy baja fertilidad.

Los niveles tóxicos de aluminio, la pedregosidad, la superficialidad de los suelos, permite ubicar estas tierras en las clases agrológicas VI por su capacidad de uso. Con fertilización y utilización de especies mejoradas y control de malezas se pueden dedicar a pastos de corte, cultivos de semibosque y bosque.

En esta unidad cartográfica se encuentra las fases VVBa con topografía plana, con pendientes menores al 3%. VVBb con topografía ligeramente ondulada, con pendientes 3-7%.

♦ ASOCIACIÓN FLUVENTIC DYSTRUDEPTS – TROPIC FLUVAQUENTS. SÍMBOLO VVD

Estos suelos se ubican en los sectores de los valles ocupando amplias vegas que se caracterizan por presentar superficies planas con pendientes menores al 3%, muy susceptibles a inundaciones. Están localizados en clima cálido y pertenecen a la zona de vida ecológica de bosque húmedo tropical (bh-T). Está integrada en un 50% por suelos Fluventic Dystrudepts, que ocupan bancos bien drenados; en un 40% por Tropic Fluvaquents, localizados en áreas cóncavas mal drenada y un 10% con inclusiones de Typic Tropofluents.

Los suelos Fluventic Dystrudepts son bien drenados, moderadamente profundos, limitados por pedregosidad, colores pardo oscuro en superficie y pardo amarillento a pardo rojizo en profundidad; de texturas francas y franco arenosas. De reacción química moderadamente ácida, bajos y medios contenidos de materia orgánica y nutrientes y una fertilidad baja.

Los suelos Tropic Flovaquents son mal drenados, muy superficiales, limitados por exceso de humedad, de colores grisáceos, con manchas rojo amarillentas y texturas arcillosas. Son de reacción ácida, niveles altos de aluminio y fósforo y baja fertilidad.

Los altos contenidos de aluminio, la pedregosidad sectorizada, la susceptibilidad a las inundaciones, hacen que estos suelos se clasifiquen en la clase IV por capacidad de uso. La fase VVDa es de topografía plana y relieve que no supera el 3%.

♦ ASOCIACIÓN FLUVENTIC EUTRODEPTS-TYPIC UDIFLUENTS. SÍMBOLO VVE

Esta unidad ocupa áreas planas, localizada en la parte media de los valles. Están localizados en clima cálido húmedo y pertenece a la zona de vida de bosque húmedo tropical (bh-T).

Integran esta unidad los suelos Fluventic Eutrodepts en un 45%; un 35% por Typic Udifluents y un 20% por inclusiones de Fluventic Dystrudepts. Estos suelos formados a partir de sedimentos aluviales, se caracterizan por ser profundos y moderadamente profundos, de texturas franco arcilloso y franco arenosas. Presentan reacción fuertemente ácida, bajos contenidos de materia orgánica y fertilidad moderada a baja.

Los altos contenidos de aluminio, la susceptibilidad a las inundaciones, hacen que estos suelos se clasifiquen en la clase IV por capacidad de uso. La fase VVEa es de topografía plana y relieve que no supera el 3% (ver TABLA 3.15).

TABLA 3.15 UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y COMPONENTES TAXONÓMICOS DE SUELOS

PAISAJE	UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS	SÍMBOLO
Montaña	Asociación Typic Dystrudepts – Lithic Dystrudepts – Humic Dystrudepts.	MVAfp
	Asociación Oxic Dystrudepts – Lithic Udorthents –Lithic Dystrudepts.	MPEg. MPEf
	Asociación Typic Eutrodepts – Typic Udorthents – Humic Dystrudepts.	MVXdp MVXep
	Complejo Lithic Udorthents – Oxic Dystrudepts- Afloramientos Rocosos.	MVEe MVEf MVEg
	Consociación Humic Dystrudepts.	MVHa
	Asociación Tipyc Dystrudepts-Typic Troporthents.	VMAe2
	Consociación Lithic Troporthents.	VMbf2 VMbf3
Lomerío	Complejo Typic Haplustox – Typic Hapludox.	LVGdc2
	Asociación Typic Haplustox-Ustoxic Dystrudepts	LVBkc1
	Asociación Ustic Dystrudepts-Typic Ustorthents	VLAa VLAd2 VLAe2
	Consociación Vertic Dystrudepts.	VLBe1 VLbd1
	Consociación Typic Ustorthents.	VLEa VLEax VLEb1
	Asociación Fluventic Dystrudepts – Typic Udorthents.	VPaa VPabx
	Asociación Typic Haplustox.	AVDa.
Altiplanicie	Consociación Ustic Quartzipsamments.	AVEb
	Asociación Ustoxic Dystrudepts – Ustic Quartzipsamments.	AVGb
	Consociación Typic Ustorthents.	VAEf3 VAEg3
	Asociación Typic Tropaquepts – Ustic Quartzipsamments- Aerio Tropaquepts.	VREa
	Consociación Plintic Tropaquepts.	VRCa
	Consociación Oxic Dystrudepts.	VRFa
	Asociación Oxic Dystrudepts- Vertic Tropaquepts-Aerio Tropaquepts.	VPBa
Valle	Asociación Typic Udifluents – Fluvaquentic Endoaquepts – Typic Udipsamments.	VUKa
	Asociación Vertic Tropaquepts – Tropic Fluvaquents.	VVGa
	Asociación Plintic Tropaquepts – Typic Quartzipsamments.	VRAa
	Asociación Typic Udifluents – Tropic Fluvaquents.	VVCa VVCax VVCaxy VVCb
	Grupo indiferenciado Typic Udorthents y Typic Dystrudepts.	VVAa VVAax VVAab
	Asociación Fluventic Dystrudepts –Typic Udifluents.	VVBb VVBa
	Asociación Fluventic Dystrudepts – Tropic Fluvaquents.	VVDa
	Asociación Fluventic Eutrodepts-Typic Udifluents.	VVEa

3.2.3.8 CLASIFICACIÓN AGROLOGICA Y GRUPOS DE USO Y MANEJO

Las unidades cartográficas que hacen parte del área de estudio, igualmente fueron analizadas de acuerdo con las finalidades de una clasificación agrológica y, con base en ello, se forman grupos de Uso y Manejo de Suelos que presentan cada uno de ellos, limitaciones definidas y específicas.

La clasificación agrológica es la designación de clases, subclases y grupos de manejo, que se le dan a los suelos, para un uso práctico inmediato o futuro, con base en la capacidad de producir de los suelos que las integran. Esta clasificación es de tipo interpretativa y se basa en los efectos de combinaciones de clima y características permanentes de los suelos, como son la pendiente, textura, profundidad efectiva, permeabilidad, capacidad de retención de humedad y condiciones de drenaje natural; sobre los riesgos de deteriorarlos, las limitaciones para el uso, la capacidad de producir cosechas y los requerimientos de manejo.

Para lograr este propósito, se utilizó la adaptación utilizada para Colombia, por Mosquera, L (1986) del Sistema de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Este sistema de agrupamiento comprende ocho clases, de las cuales las clases I, II y III no se presentan en este estudio. Las clases agrológicas tienen gradaciones descendentes en calidades y aptitudes de los suelos, así por ejemplo la clase V, tiene un mayor número de limitaciones que la clase IV y así sucesivamente.

La subclase es un agrupamiento que tiene factores similares de limitaciones y riesgos. Se reconocen cinco subclases generales y se designan por una o varias letras ubicadas a continuación de la clase (TABLA 3.16).

TABLA 3.16 SUBCLASES LIMITANTES PARA CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA

.p	Pendientes fuertes (mayores de 50%).
.e	Erosión.
.h	Exceso de humedad e inundaciones y encharcamiento.
.s	Limitaciones en la zona radicular por obstáculos físicos y/químicos.
.c	Limitaciones climáticas por bajas temperaturas, exceso de nubosidad y por déficit o exceso de lluvias.

El sistema utilizado para la clasificación por capacidad, toma el aluminio como criterio de agrupación de clases, de modo que una clase agrológica pasa a no agrícola por contener niveles tóxicos para las plantas.

A continuación, se describen cada una de las clases, subclases y grupos de manejo (TABLA 3.17).

TABLA 3.17 CLASES AGROLÓGICAS POR CAPACIDAD DE USO DEL SUELO

UNIDAD TAXONOMICA DE SUELOS	SIMBOLO	CLASE AGROLOGICA
Consociación Humic Dystrudepts.	MVHa	IV
Asociación Fluventic Dystrudepts-Vertic Dystrudepts-Aquic Melanudands.	VLAa	IV
Asociación Fluventic Dystrudepts- Typic Udorthents.	VPBa	IV
Asociación Typic Udifluvents-Fluvaquentic Endoaquepts-Typic Udipsamments.	VUKa	IV
Asociación Fluventic Dystrudepts-Tropic Fluvaquents.	VVDa	IV
Asociación Fluventic Eutrodepts-Typic Udifluvents.	VVEa	IV
Asociación Vertic Endoaquepts-Typic Haplohemist.	VMBa	V
Asociación Plinthic Trophaquepts-Typic Quartzipsamments	VRaA	V
Consociación Plinthic Trophaquepts.	VRCa	V
Asociación Typic Trophaquepts-Ustic Quartzipsamments-Aeric Trophaquepts.	VREa	V
Consociación Typic Haplustox.	AVDa	VI
Consociación Ustic Quartzipsamments.	AVEb	VI
Asociación Ustoxic Dystrudepts-Ustic Quartzipsamments.	AVGb	VI
Asociación Typic Haplustox-Ustoxic Dystrudepts.	LVKbc1	VI

UNIDAD TAXONOMICA DE SUELOS	SIMBOLO	CLASE AGROLOGICA
Asociación Typic Eutrudepts-Typic Udorthents-Humic Dystrudepts	MVXdp	VI
Asociación Typic Eutrudepts-Typic Udorthents-Humic Dystrudepts	MVXep	VI
Asociación Ustic Dystrudepts-Typic Ustorthents.	VLAd2	VI
Consociación Vertic Dystrudepts	VLBd1	VI
Consociación Typic Ustorthents.	VLEa	VI
Asociación Fluventic Dystrudepts- Typic Udorthents.	VPAA	VI
Consociación Oxic Dystrudepts.	VRFa	VI
Asociación Typic Udorthents-Typic Dystrudepts.	VVAa	VI
Asociación Typic Udorthents-Typic Dystrudepts.	VVAax	VI
Asociación Typic Udorthents-Typic Dystrudepts.	VVAb	VI
Asociación Typic Udorthents-Fluventic Dystrudepts.	VVBa	VI
Asociación Typic Udorthents-Fluventic Dystrudepts.	VVBb	VI
Asociación Typic Udorthents-Tropic Fluvaquents	VVCa	VI
Complejo Typic Haplustox – Typic Hapludox.	LVGdc2	VII
Asociación Typic Udorthents-Tropic Fluvaquents	VVCb	VII
Asociación Oxic Dystrudepts-Lithic Udorthents-Lithic Dystrudepts.	MPEf	VII
Asociación Oxic Dystrudepts-Lithic Udorthents-Lithic Dystrudepts.	MPEg	VII
Asociación Typic Dystrudepts-Lithic Dystrudepts-Humic Dystrudepts	MVAfp	VII
Asociación Ustic Dystrudepts-Typic Ustorthents.	VLAe2	VII
Consociación Vertic Dystrudepts	VLBe1	VII
Consociación Typic Ustorthents.	VLEax	VII
Consociación Typic Ustorthents.	VLEb1	VII
Asociación Typic Dystrudepts-Typic Troporthents.	VMAe2	VII
Asociación Fluventic Dystrudepts- Typic Udorthents.	VPAbx	VII
Asociación Typic Udorthents-Tropic Fluvaquents	VVCax	VII
Asociación Vertic Tropaquepts-Tropic Fluvaquents.	VVGa	VII
Complejo Lithic Udorthents-Oxic Dystrudepts- Afloramientos rocosos.	MVEe	VIII
Complejo Lithic Udorthents-Oxic Dystrudepts- Afloramientos rocosos.	MVEf	VIII
Complejo Lithic Udorthents-Oxic Dystrudepts- Afloramientos rocosos.	MVEg	VIII
Consociación Typic Ustorthents	VAEf3	VIII
Consociación Typic Ustorthents	VAEg3	VIII
Consociación Lithic Udorthents.	VMBf2	VIII
Consociación Lithic Udorthents.	VMBf3	VIII
Asociación Typic Udorthents-Tropic Fluvaquents	VVCaxy	VIII

♦ CLASE IV

Terrenos con muy severas limitaciones que restringen la elección de cultivos permitiendo solo dos o tres de los más comunes y/o que requieren un manejo, tan cuidadoso como difícil de aplicar y mantener. Incluye factores limitantes como pendientes muy fuertes, severa susceptibilidad a la erosión, suelos superficiales, baja capacidad de retención de humedad.

♦ IV s

Incluye las unidades MVHa, VPBa, VVDa y VVEa del clima cálido húmedo. Suelos ubicados en relieve irregular, ondulado y quebrado, con pendientes de 12-25-50%, Texturas moderadamente finas a finas, profundos a moderadamente profundos a superficiales, reacción medianamente ácida, requieren prácticas de conservación, por el déficit de elementos nutritivos. La lenta permeabilidad de estos suelos por el mal manejo puede ocasionar erosión progresiva. Deben intensificarse las prácticas de conservación como la incorporación de materia orgánica. Se sugiere el manejo de praderas con el fin de evitar o mitigar la escorrentía al igual que conservar la vegetación en las partes más altas. Se recomienda la utilización de cal para la disminución de la acidez, fertilizantes completos, suministrando fósforo con roca fosfórica.

Dedicados a cultivos de subsistencia y ganadería extensiva, pero con las prácticas de manejo, se pueden dedicar a cultivos semicomerciales de hortalizas, yuca, plátano. También se pueden emplear para pastos mejorados como braquiaria y puntero.

♦ **IV HS**

Incluye las unidades MVHa y VUKa de clima cálido húmedo, localizándose en terrazas y vallecitos, la topografía es ligeramente plana. Limitaciones importantes para el uso son inundabilidad, exceso de agua en el suelo, suelos superficiales y moderadamente profundos; actualmente se explotan e ganadera extensiva en pastos naturales y algunos cultivos. Conviene sembrar pastos de corte, se recomienda encalar y la aplicación de fertilizantes; la construcción de canales de drenaje y para la ganadería, la rotación de potreros, con sus respectivos controles de malezas y fertilizantes (**FOTOGRAFÍA 3.17**).



FOTOGRAFÍA 3.17
SUELOS SUPERFICIALES SUSCEPTIBLES A INUNDACIÓN – UCS-VUKA
(SUBCLASE-IV HS)
Fuente: Grupo G.I 2010

♦ **CLASE V**

Generalmente se incluyen terrenos casi planos, pero con limitaciones combinadas; algunos suelos muy húmedos, inundables, pedregosos, la baja a moderada fertilidad, los altos contenidos de aluminio intercambiable, con severas limitaciones climáticas, pero susceptibles de ser corregidas.

♦ **V SH**

Incluye las unidades de suelos VRCa, VREa, VMBa y VRAa. Se localizan generalmente en las planicies aluviales, en relieve plano y microrelieve cóncavo y convexo. En general sus suelos son superficiales, por presencia del nivel freático, presentan baja fertilidad y susceptibles a inundaciones y encharcamientos. Se deben realizar prácticas de mejoramiento de la fertilidad y la acidez a través del encalamiento y mejora de pastos, al igual que el control de inundaciones y encharcamiento por nivelación de suelos. Actualmente estas tierras se dedican a la ganadería extensiva en pastos naturales (**FOTOGRAFÍA 3.18 Y 3.19**).

♦ **CLASE VI**

Esta clase de tierra se encuentra en una gama amplia de paisajes, tipos de relieve y climas. Los suelos de esta clase tienen limitaciones severas que generalmente los hacen no aptos para cultivos, limitando su uso a pastos, bosques plantados y vida silvestre. En esta clase se incluyen algunos suelos que pueden ser utilizados en cultivos con buenas prácticas agronómicas. Son sus limitantes las pendientes, alta susceptibilidad a la erosión o ya muy erosionados, alta pedregosidad, suelos superficiales, excesiva humedad. (**FOTOGRAFÍAS 3.18 Y 3.19**).



FOTOGRAFÍA 3.18
SUELOS DE PLANICIES ALUVIALES, NIVEL FREÁTICO ALTO –UCS-VRAA
(SUBCLASE-V SH)
Fuente: Grupo G.I 2010.



FOTOGRAFÍA 3.19
SUELOS DEDICADOS A GANADERÍA EXTENSIVA EN PASTOS NATURALES. UCS
VRCA (SUBCLASE V SH)
Fuente: Grupo G.I 2010.

♦ VI s

Incluye las unidades de suelos AVDa, AVEb, AVGb, VLEa, VRFa, VPAa, VVAa, VVAax, VVAAb, VVBa, VVCa y BCV. Las limitaciones más severas de uso son la fertilidad baja, la alta saturación de aluminio y la baja retención de humedad, a causa de las texturas gruesas, la pedregosidad superficial que restringe la mecanización de las unidades que la presentan.

El uso actual es de ganadería extensiva de libre pastoreo, el cual se puede seguir utilizando con la mejora de sus pastos, sembrar igual especies arbustivas en las cercas, rotación de potreros, implementar proyectos de reforestación y la protección de la vegetación natural y las fuentes hídricas (**FOTOGRAFÍAS 3.20 y 3.21**).



FOTOGRAFÍA 3.20
SUELOS LIMITADOS POR FERTILIDAD Y RETENCIÓN DE HUMEDAD UCS VVBA
(SUBCLASE VI s)
Fuente: Grupo G.I 2010.



FOTOGRAFÍA 3.21
SUELOS DE USO ACTUAL EN GANADERÍA EXTENSIVA EN PASTOS NATURALES.
UCS VPAA (SUBCLASE VI s)
Fuente: Grupo G.I 2010.

♦ VI SE

Incluye las unidades de suelos MVXdp, MVXep, LVKbc1, VLBd1 y LvGdc2. Suelos profundos a superficiales, en la mayoría de estos suelos se observa pedregosidad superficial y cantos a través del perfil. Igualmente son bien drenados, texturas medias a moderadamente gruesas, muy fuertemente ácidos, fertilidad baja, alta saturación de aluminio y erosión laminar ligera.

Presentan pendientes hasta del 25. Son aptos para pastos y bosques, algunos suelos de estos se pueden utilizar para cultivar pero con prácticas especiales de manejo. En los terrenos menos pendientes y menos pedregosos se puede hacer siembra en doble surco para la intercalación de cultivos. Se debe controlar el agua de escorrentía mediante surcos en contorno para evitar la formación de cárcavas. En general estos suelos son aptos para pastos.

♦ VI SEC

Incluye las unidades de suelo y VLAd2. Se ubican en paisaje de lomerío, caracterizados por su baja muy baja fertilidad, reacción muy fuertemente ácida, alta susceptibilidad a procesos erosivos y baja disponibilidad del recurso hídrico. La drasticidad de estos limitante hace que en su mayoría estas tierras sean aptas para bosques protectores-productores. Se deben realizar prácticas de manejo, para el control erosivo, enclavamiento y fertilización adecuada (**FOTOGRAFÍA 3.22**).



FOTOGRAFÍA 3.22

SUELOS DE LOMERÍO CON BAJA FERTILIDAD, SUSCEPTIBILIDAD A PROCESOS EROSIVOS Y BAJA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO. UCS LGVdc2 (SUBCLASE VII SE)

Fuente: Grupo G.I 2010.

♦ CLASE VII

Con limitaciones parecidas a las de la clase anterior, pero mucho más severas. Su uso está restringido a pastos y bosques. Ninguno de los cultivos agronómicos es posible de ser utilizado, salvo algunos con prácticas agronómicas no comunes y especiales. Estas limitaciones tienen relación directa con la poca profundidad efectiva, baja a muy baja fertilidad, abundante pedregosidad y/o alta susceptibilidad a la erosión.

♦ VII s

Incluye las unidades de suelo VLEax, VVCaxy VPAbx. Suelos superficiales y moderadamente profundos. Los principales limitantes son las pendientes pronunciadas 25 a 50% en zonas de montaña, que dificultan las labores agrícolas, la gran susceptibilidad a la erosión y la baja fertilidad. No admiten prácticamente ningún tipo de laboreo y solo son aptas para el establecimiento de pastos y desarrollo de una cobertura natural boscosa productora-protectora. Es conveniente la conservación con una cobertura vegetal permanente. El mejor uso es dejarlos en bosques. Algunos suelos podrían utilizarse en ganadería, siempre y cuando se mejoren los pastos y se controle el pastoreo por medio de la rotación de potreros.

♦ VII PS

Incluye las unidades VVBb, MVAfp, MPEg, MPEf. Suelos con relieves de pendientes pronunciadas, en algunos casos con presencia de erosión y en algunos sectores con pedregosidad superficial. Niveles altos de aluminio. Se recomienda el enclavamiento con roca fosfórica y fertilización de acuerdo a los requerimientos nutricionales del suelo. Igualmente la ganadería debe ser controlada para evitar procesos erosivos. En el mejor de los casos, es preferible la utilización de estas tierras en bosques protectores-productores, para el sostenimiento de los suelos y del recurso hídrico (**FOTOGRAFÍA 3.23**).

**FOTOGRAFÍA 3.23**

SUELOS CON PENDIENTES PRONUNCIADAS, PROCESOS EROSIVOS Y PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL. UCS MVAFP (SUBCLASE VII PS)

Fuente: Grupo G.I 2010.

◆ VII SEC

Incluye las unidades VLAe2, VLBe1, VLEb1, VMAe2. Suelos con relieves ligeramente ondulados a fuertemente quebrados, baja a muy baja fertilidad, afectados por déficit hídrico y erosión acelerada. Las alternativas de uso posible se limitan a pastos naturales y rastrojos. Solo en algunos lugares en donde es factible el suministro de riego se pueden establecer pastos de corte. Se debe implementar prácticas para el control de erosión y aplicaciones fraccionadas de fertilizantes y de cal.

◆ VII SH

Incluye las unidades VPAbx, VVCax, VVGa. Se localiza en los sectores de los valles, en áreas de vegas susceptibles a inundaciones periódicas prolongadas y con abundante pedregosidad a excepción de la unidad VVGa. Aptitud de uso casi exclusivamente forestal, con bosques protectores-productores. (**FOTOGRAFÍA 3.24**).

**FOTOGRAFÍA 3.24**

SUELOS DE VEGAS SUSCEPTIBLES A INUNDACIONES. UCS-VVGA- (SUBCLASE VII SH). UCS MVAFP (SUBCLASE VII PS).

Fuente: Grupo G.I 2010.

♦ **CLASE VIII**

Los terrenos de esta clase poseen tantas y tan graves limitaciones, que solo se recomienda su uso para la vida silvestre, recreación y preservación de cuencas. Las limitaciones pueden ser las definidas para las otras clases pero en mayor grado. Se incluyen áreas de afloramiento rocoso, bajas temperaturas, vientos fuertes, pendientes fuertes, inundaciones irregulares de larga duración, ausencia de suelo, muy poca profundidad efectiva, pedregosidad abundante en superficie y muy baja fertilidad. Se incluyen las unidades MVEe, MVef, MVEg, VAEf3, VAEg3, VMBf2, VMBf3, VVCaxy (**FOTOGRAFÍA 3.25**).

**FOTOGRAFÍA 3.25**

SUELOS DE BAJA PROFUNDIDAD EFECTIVA, PEDREGOSIDAD Y AFLORAMIENTOS ROCOSOS. UCS-MVEf. (CLASE VIII)

Fuente: Grupo G.I 2010.

3.2.3.9 CONFLICTO USOS DEL SUELO:

De acuerdo con la clasificación agrológica de los suelos a lo largo del trazado de la línea eléctrica Chivor-Campo Rubiales, se determinó la aptitud y el uso existente al que está sometido el suelo para identificar sus conflictos actuales.

Las categorías establecidas de los conflictos se describen en seguida:

- **SIN:** No existe conflicto. El uso que se está dando actualmente a los suelos corresponde al uso al que debe ser destinado de acuerdo al potencial de cada unidad agrológica.
- **BAJO:** Conformado por áreas con vegetación herbácea o arbustiva, susceptible de regeneración natural, de forma que sin presión antrópica en el mediano plazo, pueden constituirse como áreas de conservación sin conflicto para la aptitud de suelo en que se presentan. Presenta restricciones menores por pendientes.
- **MEDIO:** Debido a la presencia de suelos con restricciones por pendientes y/o anegabilidad representa conflicto para destinación agropecuaria. En su mayoría tienen predominio de vocación de carácter protector, pero presentan conflicto debido a que actualmente están destinados a usos agrícolas (territorios agrícolas).
- **MEDIO ALTO:** Se caracterizan por la presencia de territorios agrícolas en suelos con restricciones para este tipo de uso por susceptibilidad a la erosión y altas pendientes.
- **ALTO:** Por coincidencia de territorios agrícolas y territorios artificializados en suelos con vocación de uso específico para protección y conservación., representan el más alto conflicto encontrado.

En los **PLANOS EIA LECH-RU-09 de 1 a 6** se visualiza el trazado de la línea eléctrica con los diferentes conflictos generados en el área de influencia indirecta. A continuación se hace una breve descripción.

SECTOR CHIVOR RÍO UPÍA. (MONTAÑOSO)

Entre el K0+000 y el K14+000 la mayor parte de la línea cruza predios sin conflictos y con niveles MEDIO ALTO, con pocas zonas que califican como ALTO. Desde el K14+000 hasta el K22+000 (margen derecha río Upía) los conflictos por uso del suelo que se presentan están en la categoría MEDIA y ALTA.

SECTOR CHIVOR RÍO UPÍA. (PLANO)

Desde el cruce del Río Upía hasta el K34+000 los conflictos de usos del suelo están calificados desde los que no presentan conflicto hasta niveles MEDIOS a ALTOS. Desde la abscisa anterior hasta cercanías del Río Túa (K42+300) se presentan suelos SIN conflicto y de nivel MEDIO ALTO. A partir de la margen izquierda del Río Túa hasta el K55+000 los suelos exhiben conflictos de nivel BAJO con pequeñas zonas de nivel MEDIO y MEDIO ALTO. Desde el K55+000 los suelos no presentan conflicto de uso hasta el K95+000, donde comienzan a presentar zonas con de nivel MEDIO y MEDIO ALTA. En la margen izquierda del Meta se localiza una pequeña zona de conflicto ALTO por uso del suelo.

SECTOR META-CPF RUBIALES (Ondulado)

Desde el Cruce del Río Meta hasta el K139+000 hay zonas SIN conflicto de uso del suelo y Niveles MEDIO ALTO, posteriormente los niveles varían desde no tener conflicto de uso del suelo a niveles BAJOS hasta el K174+500. En aproximadamente 4 kilómetros se presentan conflictos de nivel MEDIO A ALTO, y luego hasta el K247+930 se presenta zonas sin conflicto (zonas aledañas a caños y ríos secundarios) y niveles bajos de conflicto en la altillanura disectada. En los caños Pirirí, Cajua, Rubiales y Maciciferiano el nivel es MEDIO. En el CPF Rubiales el conflicto de uso del suelo es Alto.

3.2.3.10 PENDIENTES

De acuerdo con la topografía del corredor de la línea eléctrica Chivor Rubiales, se dividieron las pendientes en 8 categorías que se resumen a continuación:

- De 0% a 1%: Plana.
- De 1% a 3%: Ligeramente Plana.
- De 3% a 7%: Ligeramente Inclínada.
- De 7% a 12%: Moderadamente Inclínada.
- De 12% a 25%: Fuertemente Inclínada.
- De 25% a 50%: Ligeramente Escarpada o Ligeramente Empinada.
- De 50% a 75%: Moderadamente Escarpada o Moderadamente Empinada.
- Mayor a 75%: Fuertemente Escarpada o Fuertemente Empinada.

Las zonas de igual pendiente se muestran en los planos **EIA LECH-RU-06 (1 a 6)**.

En los siguientes párrafos se hace una breve descripción de las pendientes de cada sector del trazado.

SECTOR CHIVOR RÍO UPÍA. (MONTAÑOSO)

El sector comprendido entre la Sub-Estación Eléctrica Chivor y el Río Upía, está ubicado en el costado oriental de la cordillera Oriental por lo que los primeros 8 kilómetros están caracterizados por pendientes Fuertemente Inclínadas (12-25%) a Fuertemente Escarpadas (>75%). Posteriormente, las pendientes

bajan de magnitud desde el K8+000 hasta el Río Upía (K22+300), donde los valores de pendientes se encuentran entre planas (0-1%) a ligeramente escarpada (25 – 50%).

SECTOR RÍO UPÍA – RÍO META (PLANO)

Sector ubicado en el departamento del Casanare, donde inicia con pendientes planas (0-1%) en cercanías del Río Upía, luego se incrementa la magnitud de las pendientes entre Ligeramente Inclinada (12-25%) a Ligeramente Escarpada (25-50%) hasta el K33+300. Desde esta abscisa hasta el Río Meta las pendientes están entre planas (0-1%) hasta ligeramente inclinada (3-7%), excepto entre K43+600 y el K46+000 que están entre moderadamente inclinada (7-12%) a ligeramente escarpada (25-50%)

SECTOR META-CPF RUBIALES (ONDULADO)

El sector está ubicado en su totalidad en el departamento del Meta entre los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán. La pendientes en este sector en su mayoría están dentro de la categoría de Planas (0-1%) a Ligeramente inclinada (3-7%).

3.2.4 HIDROLOGÍA

En este componente se presentan las características hidrológicas generales del área de estudio, así como el análisis del comportamiento de los diferentes drenajes presentes en el área, de tal forma que se permita conocer la oferta hídrica y la posibilidad de aprovechamiento de este recurso.

La variada orografía de la Línea Eléctrica subestación Chivor – Campo Rubiales, constituye el escenario de una gran red hídrica, cuya abundancia se sustenta en la existencia de gran vegetación y ecosistemas de importancia hídrica conformada por recursos lénticos y lóticos.

3.2.4.1 ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA

El Área de Influencia Indirecta para la construcción y tendido de la Línea de Transmisión Eléctrica, se encuentra hidrológicamente ubicada en la Zona del Orinoco (**FIGURA 3.1**), regionalmente los drenajes corresponden a la parte alta de la gran cuenca del río Meta y el río Vichada, cuyos cauces en su mayoría tienen su origen en el sistema montañoso, en la parte media a baja del piedemonte llanero, atravesando una parte de llanura aluvial, antes de su desembocadura. En su camino arrastran abundante carga sólida, fenómeno que se ve a menudo incrementado por efectos erosivos debido a la deforestación acelerada e incontrolada que allí se practica. La red de drenajes que disecta esta zona del piedemonte ha formado cauces que alternan tramos rectos con zonas de meandros, sectores amplios con angostamientos, trenzados y encañonamientos donde se han depositado materiales de arrastre aluvial que comprenden una granulometría variada.

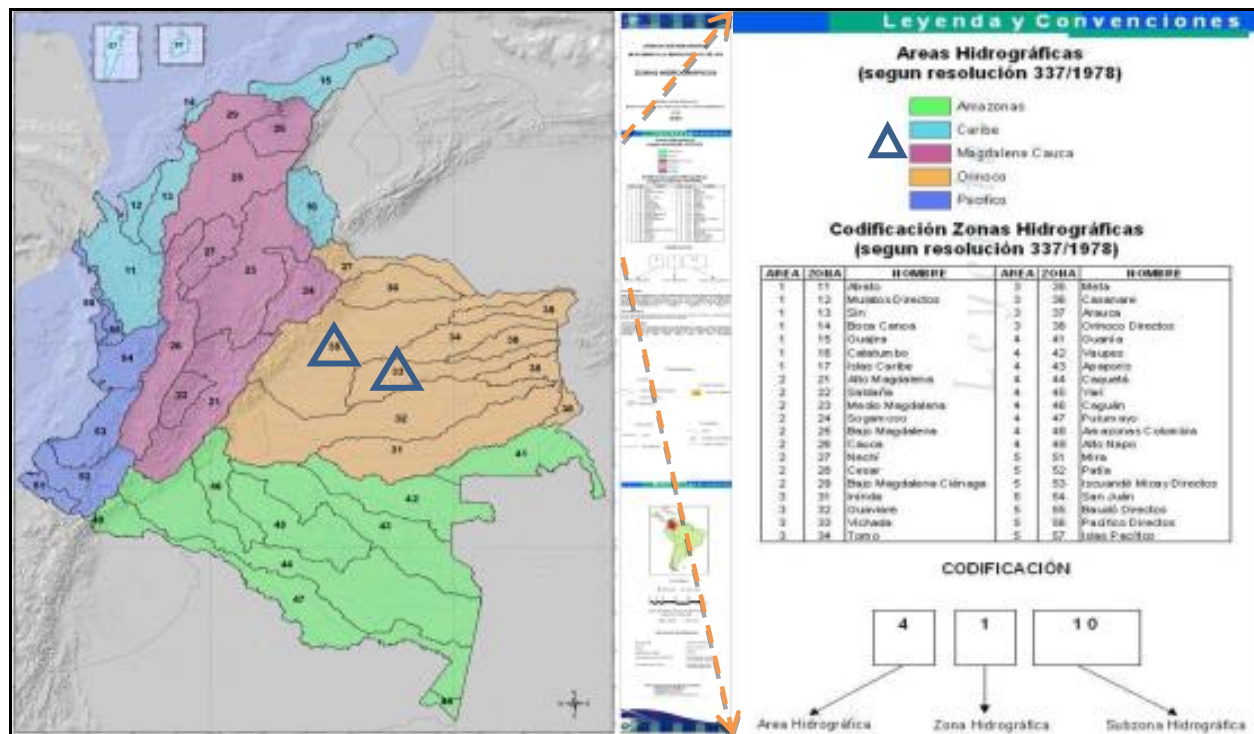
3.2.4.2 SISTEMAS LÉNTICOS

Los cuerpos de agua lénticos, son ecosistemas formados por agua proveniente de precipitación directa, escorrentía superficial que se distribuye formando acuíferos poco profundos, igualmente están representados por morichales y planos inundables durante temporadas de precipitación y a diferencia de los ecosistemas lóticos no tienen flujo o movimiento alguno³.

Este tipo de sistemas se encuentran en el área de influencia del proyecto, distribuyéndose en los tres sectores de la línea eléctrica así:

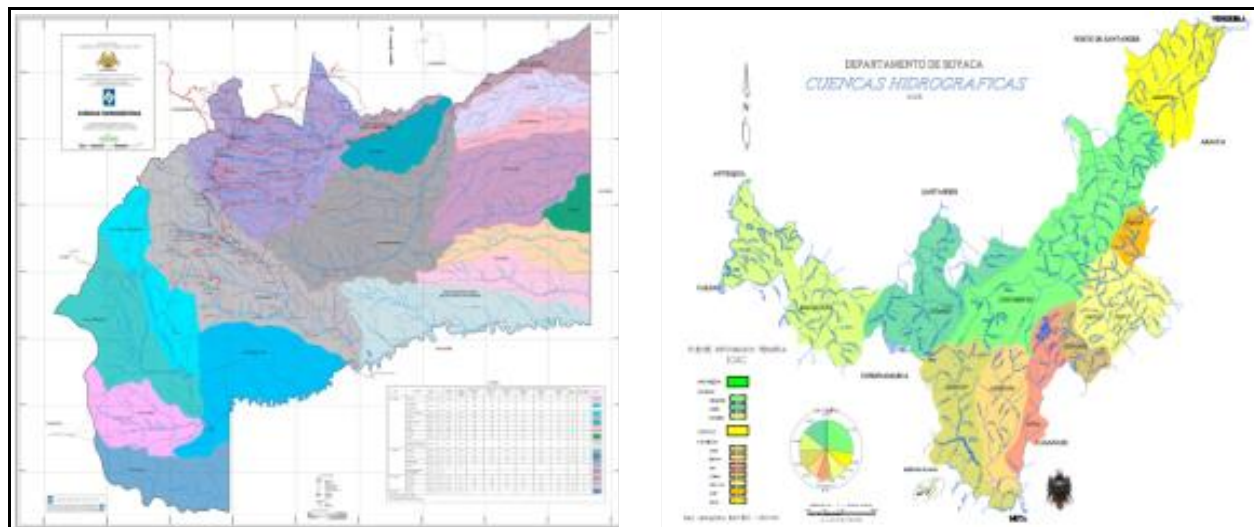
³ Aspectos ambientales de la gestión integrada de crecidas 2006, http://www.apfm.info/pdf/ifm_environmental_aspects_Sp.pdf

FIGURA 3.1 **ÁREA HIDROGRÁFICA DEL ORINOCO VRS. ÁREAS HIDROGRÁFICAS**
RES. 337 DE 1978



Fuente:

IDEAM. <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=Publicaciones&lTipo=publicaciones&lFuncion=loadContenidoPublicacion&id=890>



Fuente: Gobernación del Meta. <http://www.meta.gov.co/el-meta/mapas>. Gobernación de Boyacá. <http://www.boyaca.gov.co/?idcategoria=1621&download=Y>

♦ SECTOR CHIVOR - RIO UPÍA

Dentro del área de influencia indirecta del proyecto en el sector Chivor-Upía, se encuentra la Represa La Esmeralda, identificado como cuerpo de agua de carácter lenticó, la cual se localiza en el noroccidental del municipio de Santa María, y sirve de límite con los municipios de Macanal y Chivor; está ubicada a 1200 m.s.n.m., con un área superficial de 12.60 Km²., una profundidad máxima de 130 m, y un volumen total de agua de 778 Mm³. Sus afluentes principales son: Río Somondoco, Río Lengupá, Río Tunjita, Río Sucio negro, y Río Batá. Este se considera como un ecosistema de importancia regional, como quiera que se integre al proyecto de generación hidroeléctrica uno de los más importantes del País, de la misma manera, desde su fase llenado y operación, ha sido el responsable del cambio de las condiciones ambientales de la región, siendo en la actualidad un regulador hídrico del sector (**FOTOGRAFÍA 3.26**).



FOTOGRAFÍA 3.26

REPRESA LA ESMERALDA

Fuente: Grupo G.I 2010.

♦ SECTOR RIO UPÍA –RIO META

Los sistemas lenticos como los esteros⁴ encontrados en este sector, se desarrollan como consecuencia de las altas tasas de depósito de sedimentos presentes en la época de exceso de agua, y en planos cóncavos que dan lugar a la formación de bajos inundables, donde se desarrolla vegetación propia de ecosistemas como esteros y morichales. Dentro del área de estudio se puede encontrar Esteros ubicados en las Márgenes del río Túa, la subcuenca del caño La Vigía, la subcuenca del río Guafal y en el caño Orocucito entre otros (**FOTOGRAFÍA 3.27 Y FOTOGRAFÍA 3.28**).

La gran zona plana se extiende desde el piedemonte llanero hasta el curso del río Meta, ocupando gran parte del territorio de Casanare, presentando bajos que en épocas de lluvia constituyen amplias terrazas inundables. De igual forma los cuerpos de agua lenticos conformados por lagos y lagunas del área de estudio se encuentran asociados a las cuencas del río Túa y caño Guira, este último hace parte de la red hídrica Multibasinal integrado, característico de la zona del departamento del Casanare (**FOTOGRAFÍA 3.29**).

⁴ Los esteros son zonas muy amplias deprimidas, interconectadas por canales, que ofrecen un microrelieve que sirve de drenaje a la amplia llanura y que en periodos de lluvia se presentan como extensas zonas lagunares o de pantanos.



FOTOGRAFÍA 3.27
ZONA DE ESTEROS



FOTOGRAFÍA 3.28
ZONA DE MORICHALES



FOTOGRAFÍA 3.29
DRENAJES LAGUNARES

Fuente: Grupo G.I 2010.

♦ SECTOR RIO META – CAMPO RUBIALES

Entendiendo las lagunas como aquellos cuerpos de agua mayores que mantienen agua durante todo el año y que solo son afectados por la falta de intercambio de nutrientes con el río, circulación del agua, reducción del nivel y aumento de temperatura (sin llegar a situaciones extremas) durante el verano, se tienen algunos complejos lénticos asociados a intrincadas redes de drenajes para este sector. Aquí se establecen gran número de especies de peces adaptadas a las nuevas condiciones lénticas de estos cuerpos de agua, quedando atrapadas en ellos y esperando una nueva conexión con los ríos durante el período de lluvias (Machado – Allison, 1990).

Específicamente para este sector, los recursos lénticos están conformados por un conjunto de lagunas y esteros que se ubican a lado y lado del río Manacacías, Yucao y Meta, como resultado del proceso de inundación y amortiguación de las crecientes que se dan durante el período de lluvias.

Los cauces en general presentan una pendiente baja en el departamento del Meta por lo tanto la tendencia a crecientes pronunciadas debido a la pendiente del cauce es mínima. La forma de los cauces de esta zona del municipio es la sinuosa, típica de cauces cuya capacidad erosiva es pequeña y por lo tanto la formación de esteros es común.

Como principales cuerpos de agua lénticos dentro del área de estudio, se encuentran algunos esteros, bajos y lagunas. Su importancia radica en que constituyen el hábitat de numerosas especies faunísticas, especialmente de aves y reptiles y son abrevaderos para el ganado en época de sequía.

3.2.4.3 SISTEMAS LÓTICOS

Los recursos hídricos lóticos, se caracterizan por formar corrientes, es decir, su dinámica es activa y permanece en continuo movimiento, lo que le permite fluir con un caudal específico por un cauce determinado, desde su nacimiento hasta su desembocadura en un cuerpo de agua mayor.⁵

Condiciones que se presentan en las grandes cuencas del área de influencia indirecta del recorrido de la línea eléctrica, específicamente en las cuencas de río Meta y Vichada que son los grandes cuerpos de agua de carácter lotico, los cuales se describen a continuación:

♦ GRAN CUENCA DEL RÍO META

Este río se constituye en una de las dos grandes cuencas en la cual se ubica a nivel regional el área de estudio. El río Meta nace en las estribaciones de la cordillera oriental y cordones de páramos que van en línea desde el nevado del Sumapáz hasta la Sierra Nevada del Cocuy, que alcanzan en sus extremos altitudinales de 4560 m.s.n.m. y 5483 m.s.n.m. respectivamente, conduciendo sus aguas hasta el río Orinoco (a menos de 200 m.s.n.m.). en la primera parte de su recorrido se conoce con el nombre del río Metica, conformado por el caño Camoa y el río Guamal; al recibir las aguas del río Humea se denomina río Meta (**FOTOGRAFÍA 3.30**).

Este cauce presenta una longitud de 804 Km; de los cuales 785 Km son navegables desde Puerto López hasta Puerto Carreño, normalmente en periodo de lluvias; en época de estiaje solo pueden transitar canoas pequeñas, la mayoría con motor fuera de borda. Se calcula que este río aporta al Orinoco un promedio anual de 4000 m³/s. El río cubre un área de 93.800 Km² y posee un curso bastante recto con dirección occidente–oriente. A lo largo de su recorrido recoge agua de numerosos afluentes, para finalmente desembocar en el río Orinoco, en cercanías a la población de Puerto Carreño, en el Departamento del Vichada.

⁵ (Aspectos ambientales de la gestión integrada de crecidas 2006), http://www.apfm.info/pdf/ifm_environmental_aspects_Sp.pdf



FOTOGRAFÍA 3.30
RÍO META MARGEN IZQUIERDA DESDE EL CASERÍO CARUPANA VDA.
TAURAMENA
Fuente: Grupo G.I 2010.

Así mismo, se caracteriza por su geometría curva y alargada, en sentido suroeste – Noreste. Su cauce principal tiene un comportamiento meándrico hasta la desembocadura del río Upía, donde inicia su transición a ríos de tipo trenzado; comportamiento que finalmente adquiere una vez le cae el río Manacacías en inmediaciones de Puerto Gaitán.

Sus características hidrológicas dependen de cambios bruscos en la precipitación de un período a otro, las fuertes erosiones en la cordillera y la limitada capacidad del río para la evacuación del agua; lo cual, sumado al hecho de servir como colector de muchos otros ríos de los Llanos, forma una capa subterránea cuyo nivel se constata en los pozos y terrenos bajos.

De acuerdo con datos del IDEAM, el caudal de este río presenta variaciones marcadas del período seco al lluvioso, con un aumento en el nivel del agua que puede alcanzar diferencias de 4 m a 5 m entre los dos períodos, debidas a la insuficiente capacidad hidráulica de su cauce, pero los desbordamientos de esta corriente no sólo se deben a los cambios de precipitación en la cordillera, sino también a los grandes volúmenes de material sólido arrastrado o en suspensión en sus aguas, lo cual disminuye la capacidad de su cauce y hace que el río inunde con frecuencia importantes áreas de sus vegas.

Dentro del área de estudio, dos municipios del Meta limitan con este río: Puerto López y Puerto Gaitán. Por su margen sur, el río Meta recibe las aguas de los ríos Manacacías y Yucao, y de numerosos caños de sabana que nacen a altitudes de 200 msnm o inferiores y se caracterizan por presentar aguas pobres en nutrientes y con una reducida actividad biológica.

♦ **GRAN CUENCA DEL RÍO VICHADA**

Esta gran cuenca hace parte del área de influencia indirecta del proyecto y hace parte de la vertiente occidental de la Orinoquia. Nace en el departamento del Meta, al suroccidente del municipio de Puerto Gaitán, su longitud es de 700 Km, de los que son navegables cerca de 450 Km. Sus principales afluentes son los ríos Tillavá, Planas y Muco.

Se caracteriza por contenidos bajos de sales (entre 0 y 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$), que indican su aptitud para el riego de una variedad amplia de cultivos. Las tierras que riega son principalmente ganaderas. En el tercio final antes de desembocar al río Orinoco, forma complejos de humedales junto con el río Tomo, los cuales representan un importante hábitat de fauna y flora.

La mayoría de los ríos que conforman esta cuenca comienzan la canalización en la parte alta de la Cordillera Oriental, luego recorren la llanura y la altillanura hasta desembocar en el Orinoco. Dentro de sus tributarios se encuentran corrientes de quinto a primer orden.

En relación con el presente estudio, hace parte de esta gran cuenca, el río Planas que vierte sus aguas al Vichada por el margen izquierdo, en jurisdicción del municipio de Puerto Gaitán, departamento del Meta.

Esta cuenca tiene una longitud de 580 Km ubicada en la parte sur del área de estudio. La mayoría de los ríos que conforman esta cuenca comienzan su canalización en las partes altas de la cordillera Oriental, luego recorren la llanura y la altillanura hasta desembocar en el río Orinoco. Dentro de la red de drenaje se encuentran corrientes de tercer a primer orden.

Vale señalar que la parte de la cuenca del río Vichada, por donde se construirá y tenderá la línea de transmisión eléctrica de 230 kV, donde se destacan los ríos Planas, Tivalla.

3.2.4.4 PATRONES DE DRENAJE A NIVEL REGIONAL

El componente hidrográfico regional funciona alrededor de las grandes cuencas del río Meta, y río Vichada. Estos afluentes presentan en general una dirección de su curso de noroccidente a suroriente, las llanuras aluviales presentan variaciones en su inclinación originando un patrón de drenaje subparalelo dirección sur oriente a oriente con sectores en los que los canales se presenta levemente meandriformes. En los casos de inclinaciones mayores el patrón de drenaje es también subparalelo y los canales son menos meándricos.

Las zonas de baja pendiente se caracterizan entonces por los meandros, los que dependiendo de sus tiempos de formación pueden estar en mayor o menor grado rellenos por vegetación y sedimentos.

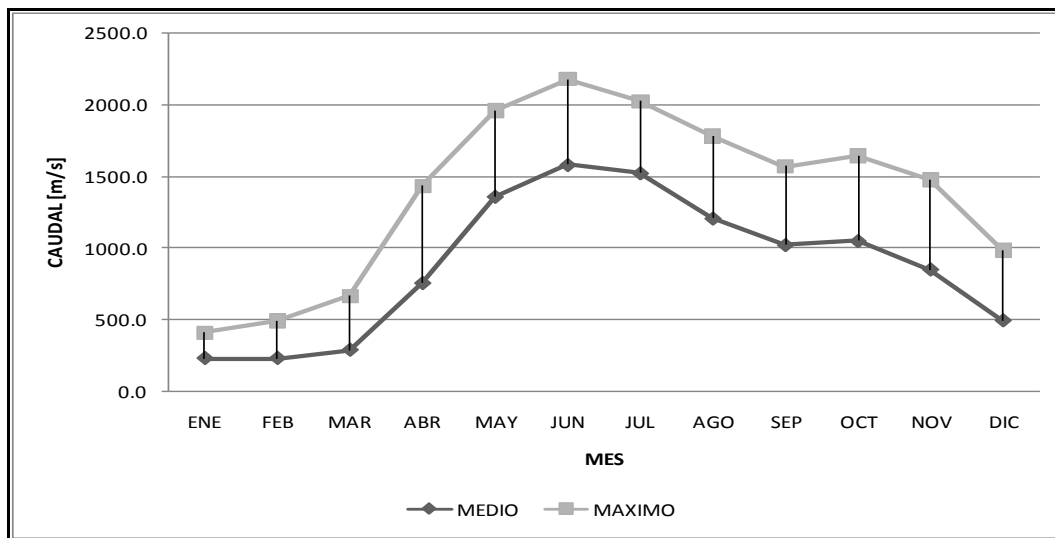
El régimen hidrológico y de caudales de las corrientes hídricas en el área de estudio, están en relación directa con el comportamiento de las lluvias a lo largo del año (especialmente en sus cabeceras y nacimientos), donde la precipitación presenta un régimen monomodal, y por tanto, el régimen hídrico también. De acuerdo a lo anterior, los máximos caudales se presentan en los meses de abril y noviembre, y los mínimos entre diciembre y marzo.

En la **TABLA 3.18** se aprecian los caudales medios mensuales para el río Meta en la estación de Cabuyaro, así como en la **FIGURA 3.2** se presenta la variación temporal de los caudales medios y máximos del mismo río. De acuerdo con dicha información, se puede observar una distribución de tipo monomodal, con el pico o moda en los meses intermedios del año (junio – julio), pudiendo considerarse los meses de abril a octubre como los de mayores caudales, seguidos de caudales de estiaje entre noviembre y febrero. Esta distribución de valores mensuales a lo largo del año es extensible a todas las corrientes que se desarrollan en los llanos orientales, incluyendo al río Vichada.

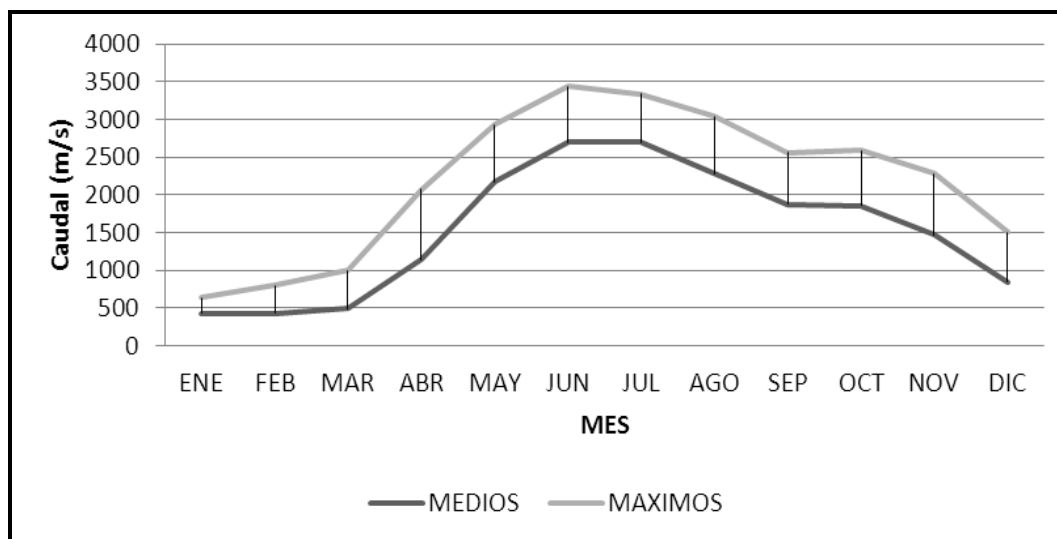
En la **TABLA 3.19** se aprecian los caudales medios mensuales para el río Meta en la estación de Humapo, así como en la **FIGURA 3.3** se presenta la variación temporal de los caudales medios y máximos del mismo río.

TABLA 3.18 CAUDALES MEDIOS MENSUALES RÍO META: ESTACIÓN CABUYARO

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MEDIOS	228,6	229,0	286,7	754,9	1360,7	1583,7	1525,5	1207,8	1021,4	1049,5	850,2	493,0
MÁXIMOS	410,4	493,5	668,1	1435,4	1962,6	2182,4	2029,3	1785,8	1572,3	1647,0	1479,7	985,9

FIGURA 3.2 VARIACIÓN TEMPORAL DE CAUDALES MEDIOS Y MÁXIMOS DEL RÍO META ESTACIÓN CABUYARO**TABLA 3.19 CAUDALES MEDIOS MENSUALES RÍO META: ESTACIÓN HUMAPO**

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MEDIOS	430,4	430,7	491,8	1143	2172	2697	2696	2279	1877	1857	1466	849.1
MÁXIMOS	635,4	798,1	999,6	2070	2933	3439	3338	3041	2564	2591	2285	1501

FIGURA 3.3 VARIACIÓN TEMPORAL DE CAUDALES MEDIOS Y MÁXIMOS DEL RÍO META - ESTACIÓN HUMAPO

3.2.4.5 USOS POR PARTE DE LOS HABITANTES A NIVEL REGIONAL

♦ SECTOR CHIVOR - RÍO UPÍA

La demanda hídrica a nivel regional en el sector Subestación Chivor-río Upía, es la ganadería y la agricultura, está orientada principalmente al uso agropecuario y al consumo humano. En la vega de los

cauces se observa desarrollo de actividad agrícola. La ganadería se desarrolla a menor escala y en las épocas secas el ganado abreva directamente sobre los ríos.

La población se abastece de los acueductos municipales y/o veredales con fuentes superficiales, aprovechando su disponibilidad; sin embargo en los últimos años han visto disminuido su caudal aferente principalmente por la disminución en la cobertura vegetal boscosa protectora en las cabeceras de los drenajes usados y por la alteración en los periodos climáticos, los cuales han acentuado las temporadas prolongadas de intenso calor y que en época de mayores precipitaciones manifiestan las lluvias torrenciales. Igualmente se presenta que los cauces sean empleados como receptores de vertimientos de los municipios.

♦ SECTOR RIO UPÍA –RIO META

La demanda hídrica del sector río Upía- río Meta, está orientada al consumo humano, uso agropecuario y actividades de tipo industrial. Se presenta también el uso de las fuentes hidrográficas para el abastecimiento de acueductos veredales en el Municipio de Monterrey, de acuerdo con el esquema de ordenamiento territorial.

Allí, también se presenta vertimiento directo a los cuerpos de agua identificados en el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Monterrey, que se ubican en el área de influencia directa del proyecto. Otras fuentes contaminantes que generan algún tipo de impacto en el recurso hídrico superficial, son la ganadería, las actividades agrícolas, uso industrial, consumo doméstico, piscicultura de forma extensiva, cultivos de arroz y las plantaciones de palma en una pequeña escala que se localizan principalmente en las áreas de sabana y vegas de los ríos Cusiana y Túa. A continuación se desarrolla la descripción de las actividades que se consideran como fuentes de contaminación de los cuerpos de agua presentes en el área de estudio. Se evidencian dos tipos de factores contaminantes por estas actividades; el primero de estos es el uso de agroquímicos y el vertimiento de los mismos y sobrantes de agua a los drenajes y canales de riego del área, y el segundo se refiere al aumento de sedimentos en los cuerpos de agua como resultado del lavado y salinización de los suelos utilizados en esta actividad.

En el río Tacuya, se evidencia la disposición de aguas residuales provenientes de los distritos y cultivos de arroz que se desarrollan en la parte media de sus cuencas, en el sector de las sabanas y terrazas. Por otra parte en el río Túa, el funcionamiento de estanques para piscicultura y la disposición de las aguas residuales provenientes de la planta de tratamiento del alcantarillado del casco urbano de Monterrey, son los principales aportes que alteran las condiciones de este cuerpo de agua.

Respecto a la ganadería, los sistemas de explotación que se manejan son cría, doble propósito, levante y ceba, la gran mayoría, de tipo extensivo, con una relación de una cabeza. En el sector de la ganadería se destacan la producción y comercialización de leche fresca natural y sus derivados para los consumidores de la región, la comercialización de ganado en pie y la oferta a los ganaderos de bovinos comerciales de alta calidad genética. Más que estas actividades, el libre acceso que tiene el ganado a los cuerpos de agua del área de influencia directa para emplearlo como abrevadero; hace que se presente un aporte de sus heces ya sea directamente en las aguas o inmediaciones de las fuentes, siendo esta materia fecal, muchas veces arrastradas por la escorrentía, la cual lleva este material a los canales de riego o directamente a las fuentes de agua.

La disposición de los residuos líquidos domésticos en la mayor extensión del área de influencia directa se realiza mediante pozos sépticos, que en la mayoría de los casos no cuentan con un adecuado mantenimiento, o mediante disposición directa a los cuerpos de agua existentes. En la mayoría de los casos, los residuos líquidos proceden de las cocinas de fincas, cuyos vertimientos se disponen a suelo abierto lo cual produce una contaminación indirecta a los drenajes menores que pasan cerca de fincas.

Considerando la densidad poblacional en el área de influencia directa, se puede decir que las fuentes contaminantes relacionadas con las actividades de uso doméstico son mínimas y la concentración de elementos contaminantes vertidos a los cuerpos de agua es importante.

♦ SECTOR RIO META – CAMPO RUBIALES

Según observaciones en campo e información de los habitantes de la región los principales usos del agua en el área de influencia directa son de uso doméstico, como abrevadero para el ganado y en actividades de uso agropecuario para riego de cultivos. De igual forma el recurso íctico es aprovechado en las fuentes principales (ríos Meta, Manacacías, Yucao y Planas principalmente), de manera constata por varios pobladores como fuente de ingresos económicos.

En cuanto al requerimiento del recurso agua en el área, se tiene que los mayores consumos se presentan en la cabecera municipal para consumo humano y en el área rural el consumo de agua se utiliza para labores agropecuarias como el riego de los cultivos de arroz y sorgo, la ganadería y la puntualmente algunas actividades de piscicultura tecnificada.

Los pobladores de la zona rural del municipio de Puerto Gaitán captan agua para consumo doméstico y agropecuario, que es extraída mediante motobombas, arietes o molinos de viento en sitios de aprovisionamiento de las corrientes superficiales aledañas sean estos los ríos Yucao, Planas, Manacacías, Meta, caños menores o nacimientos, pozos y aljibes poco profundos.

Para uso Agrícola en el sector de Puerto Gaitán el agua es utilizada para el riego de cultivos extensos de Palma, Maíz y Soya, y a nivel industrial los pozos petroleros (perforación, pruebas hidrostáticas y consumo doméstico), son quienes más demandan el recurso, captando agua de los drenajes superficiales, como por ejemplo el río Manacacías que cuanta con varios puntos de captación, todos autorizados por la autoridad ambiental.

Los factores de contaminación pueden ser diversos, a los que están sometidas la totalidad de los acuíferos existentes en el sector, de los que se resaltan por su impacto sobre el medio ambiente y la sociedad, los vertimientos de aguas residuales, ya solo existe servicio de alcantarillado en Puerto Gaitán, el cual vierte sus aguas al río Manacacías. También se presenta contaminación por agroquímicos en las Planicies Aluviales de Inundación y de Desborde y especialmente en la ronda de los ríos del área, lo cual puede causar daño a la salud humana, principalmente ocasiona enfermedades cardio-respiratorias, y deformaciones congénitas, además daña las hojas de las plantas, reduce su crecimiento y deteriora el paisaje.

En el sector se ubica la planta procesadora de aceite Sapuga, ubicada al costado occidental de la vía que conduce a Rubiales contempla en sus actividades la captación de agua de un pozo profundo en promedio de 60 m³/día, agua que después de su uso es depositada en un tren de piscinas anaerobias, para su tratamiento, este tren de piscinas contempla 5 unidades de 60x15m y 5m de profundidad. En la actualidad estas piscinas no se han llenado y por tanto no ha sido necesario el vertimiento de esta agua; sin embargo, si se han tratado los lodos resultantes del proceso mediante el secado y disposición de estos en las plantaciones de palma, para ser usados como material de abono.

3.2.4.6 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

A continuación, se hace la descripción de las fuentes presentes en el trazado de la Línea Eléctrica 230 kV Subestación Chivor – Campo Rubiales, donde se presenta un esquema de la clasificación de los cuerpos de agua en el área de influencia directa, realizando la descripción física del territorio en función de la hidrografía. Para ello se hace la división por los tres sectores y la clasificación de las fuentes por cuencas, entendidas como el sistema morfológico asociado a una red hídrica y/o cuerpo de agua (**PLANO EIA LECH-RU 11 Y TABLA 3.20**).

**TABLA 3.20 PRINCIPALES CUENCAS, EN EL CORREDOR DE LA LÍNEA ELÉCTRICA 230 kV
SUBESTACIÓN CHIVOR – CAMPO RUBIALES**

GRAN CUENCA	CUENCA	SÍMBOLO	SUBCUENCA	SÍMBOLO	MICROCUENCA (PRIMER ORDEN)	SÍMBOLO		
Río Meta I	Río Upía	I.1	Río Lengupá	I.1.1	Quebrada Cristalina	I.1.1.1		
					Quebrada Saldaña	I.1.1.2		
					Quebrada Planadas	I.1.1.3		
					Quebrada Montenegro	I.1.1.4		
					Quebrada Cantonera	I.1.1.5		
					Quebrada Negra	I.1.1.6		
					Drenajes Directos Margen Derecha	I.1.1.7		
					Quebrada Pedregal	I.1.1.8		
					Quebrada Leona	I.1.1.9		
					Quebrada La Colorada(Santa María)	I.1.1.10		
Río Meta I	Río Upía	I.1	Río Lengupá	I.1.1	Quebrada San Antonio	I.1.1.11		
					Caño La Paz	I.1.1.12		
					Quebrada El Toro	I.1.1.13		
					Quebrada Agua fria	I.1.1.14		
					Caño San Ignacio	I.1.1.15		
					Quebrada La Colorada (San Luis de Gaceno)	I.1.1.16		
					Quebrada Carnicería	I.1.1.17		
					Caño Arenoso	I.1.1.18		
					Drenajes Directos Margen Izquierda	I.1.1.19		
					Quebrada El Chuy	I.1.2		
					Caño Seco	I.1.3		
					Quebrada La Mona	I.1.4		
					Caño La Chucua	I.1.5		
					Drenajes Directos Margen Derecha	I.1.6		
					Quebrada La Piñalera	I.1.7		
					Quebrada Algarrobera	I.1.8		
					Quebrada La Quinchalera	I.1.9		
					Quebrada Botijera	I.1.10		
					Drenajes Directos Margen Izquierda	I.1.11		
	Río Túa	I.2	Caño Barbasco	I.2.1				
			Caño Nuja	I.2.2				
			Caño Huesero	I.2.3				
			Drenajes Directos Margen Derecha	I.2.4				
			Cañada Tamarindo	I.2.5				
			Río Los Hoyos	I.2.6	Río Guafal	I.2.6.1		
					Caño Las Palomas	I.2.6.2		
	Río Manacacias	I.3	Drenajes Directos Margen Izquierda	I.2.7				
			Caño Punta Guira	I.3.1				
			Caño Guacimalito	I.3.2				
			Caño La Vigia	I.3.3	Río Tacuya	I.3.3.1		
	Caño Guira	I.3	Caño Orocuecito	I.3.4	Cañada Chamuscada	I.3.3.2		
					Caño Barro Grande	I.3.4.1		
					Cañada Matepalma	I.3.4.2		
	Caño Los Indios	I.4						
	Caño Humapo	I.5						
	Río Yucao	I.6	Caño La Emmita	I.6.1	Caño La Emma	I.6.1.1		
			Caño Teneivo	I.6.2				
			Caño La Maternidad	I.6.3				
	Río Manacacias	I.7	Caño Manchaviva	I.7.1				
Caño Pajaro Grande			I.7.2	Caño Pajarito	I.7.2.1			
Caño El Ingeniero			I.7.3					
Caño el Sapo			I.7.4					
Caño Dullacias			I.7.5					
Río Vichada II	Caño Guarrojo	II.1	Caño Sillatava	II.1.1				
	Río Planas	II.2	Caño Catanaribo	II.2.1	Cañon Cejalito	II.2.1.1		
			Caño Samurruale	II.2.2				
			Caño Piriri	II.2.3	Caño Cochinote	II.2.3.1		
			Caño Cajua	II.2.4	Caño MNN9	II.2.4.1		
	Río Tivalla *	II.3	Caño Rubiales	II.3.1	Caño MNN10	II.2.5.2		
					Caño MNN11	II.3.1.1		
					Caño Guafas	II.3.1.2		
					Caño MNN13	II.3.1.3		
					Caño Masisiferiana	II.3.1.4		

* No se realiza descripción de este río ya que no se encuentra dentro del área de Influencia.

Fuente: grupo de trabajo, Geingeniería, 2010

3.2.4.7 GRAN CUENCA RÍO META

Profundizando un poco la descripción presentada para el área de influencia indirecta, se tiene que este río nace en la cordillera Oriental, exactamente en el páramo de Sumapáz, constituye la principal arteria fluvial de los llanos orientales; este subsistema tiene una extensión superficial aproximada de 41155,7Km², dentro del área de influencia. Para este río se calcula una longitud total de 1.142Km, de los cuales 730Km son navegables normalmente en invierno desde Puerto López hasta Puerto Carreño convirtiéndose en una importante vía de comunicación y transporte fluvial de productos agrícolas y pecuarios hacia el interior del país (**FOTOGRAFÍA 3.31**).



FOTOGRAFÍA 3.31

RÍO TÚA VÍA A VEREDA BRISAS DEL LLANO

Fuente: Grupo G.I 2010.

Su curso bastante recto sigue una dirección occidente - oriente, sirve de límite entre los departamentos de Casanare y Vichada, a la vez que recolecta toda el agua procedente del primero de estos departamentos a través de importantes ríos que a él llevan sus aguas. Aporta el 15,3% del caudal del río Orinoco, convirtiéndose en la principal arteria fluvial de la Orinoquia.

En su recorrido hacia el sureste se encuentra con el río Humadea que desciende del cerro El Nevado a 4560 msnm en las crestas del páramo de Sumapaz. Un tanto al norte se encuentra el río Guayuriba que con el nombre de Río Negro desciende de los farallones situados a espaldas de La ciudad de Bogotá. Tan pronto confluyen el río Humadea con el Guayuriba conforman el río Metica que abajo de Puerto López recibe por la izquierda los mayores afluentes como el Humea, que de hecho lo convierten en el río Meta. Recibiendo tributarios de gran importancia como los ríos Cabuyarito, Upía, Tua, Cusiana, Cravo Sur, Guanapalo, Pauto, Yaguarapo, Guachiria, caño de La Hermosa, caño Del Perro y el Casanare.

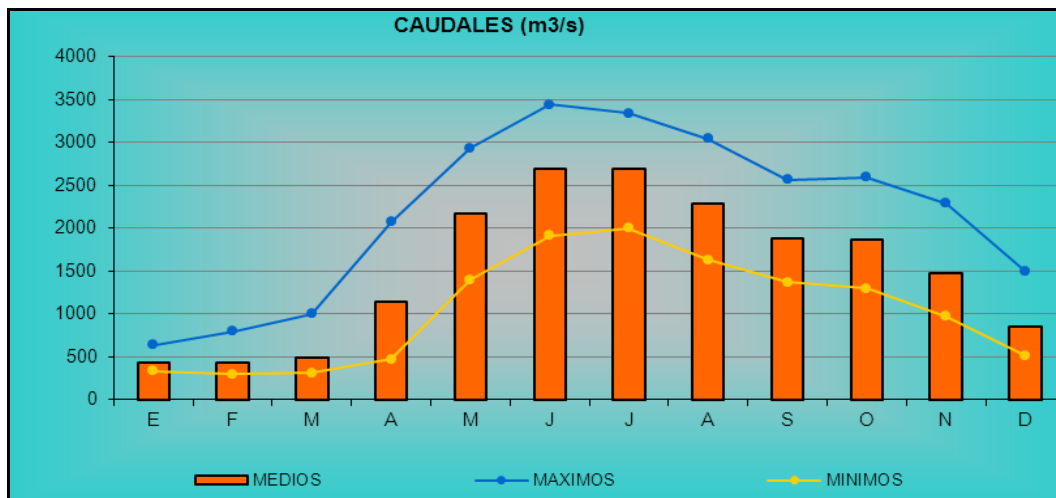
Por su margen derecha el río Meta, recibe caños y ríos de sabanas donde el Manacacías es el más importante, destacándose también el río Yucao. El subsistema del río Meta es la red hidrográfica más importante de toda la región natural de la Orinoquia colombiana desemboca en el río Orinoco a 80 msnm.

Revisando los registros de la estación Humapo, se observa que los mayores caudales se presentan entre los meses de abril (1143 m³/s) y diciembre (849,1 m³/s), con un mayor registro en el mes de junio (2697 m³/s). Por el contrario, los menores caudales medios se presenta en los meses de enero (430,4 m³/s), febrero (430,7 m³/s) y marzo (491,8 m³/s), (**FIGURA 3.4**). En general, el caudal promedio para el río Meta es de 1532,44 m³/s, donde se observan un período de mayor y menor caudal (**TABLA 3.21**).

TABLA 3.21 CAUDALES MÁXIMOS, MEDIOS Y MÍNIMOS GENERADOS POR EL SOIL

RÍO META – ESTACIÓN HUMAPO													
CAUDALES (m ³ /s)													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
MEDIOS	430,4	430,7	491,8	114,3	2172	2697	2696	2279	1877	1857	1466	849,1	1532,44
MÁXIMOS	635,4	798,1	999,6	207,0	2933	3439	3338	3041	2564	2591	2285	1501	
MÍNIMOS	329,3	292,2	309,9	471,5	1397	1908	2001	1631	1365	1293	967,3	510,4	

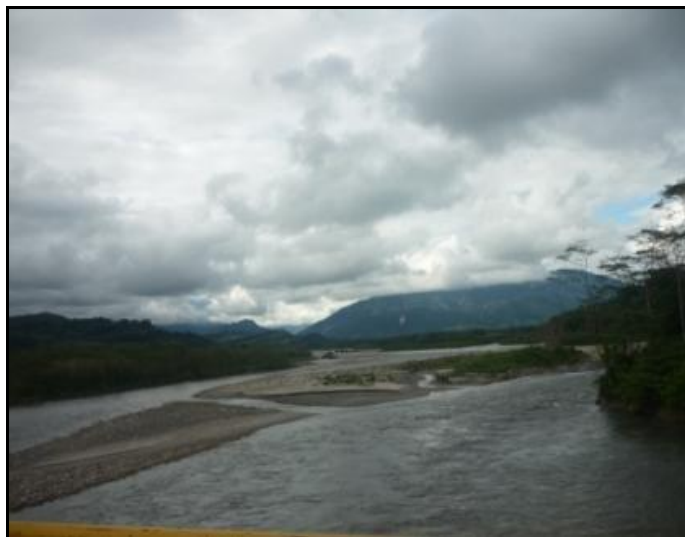
Fuente: Grupo de Trabajo Geoingeniería, 2010.

FIGURA 3.4 VALORES MENSUALES MULTIANUALES DE CAUDALES (m³/s)

Fuente: Ideam, 2009

♦ CUENCA DEL RÍO UPÍA

La cuenca hidrográfica que nace en la vertiente oriental de la Cordillera Oriental en la Laguna de Tota a una altura de 3100 msnm, sus principales afluentes son los ríos Lengupá y Guavio, así como recursos hídricos de orden menor como las quebradas La Piñalera, Pichonera, Volcanera, Carbonera, Quinchalera, Botijera y San Pedro, entre otras. Tiene un área total aproximada de 303 Km² (FOTOGRAFÍA 3.32).



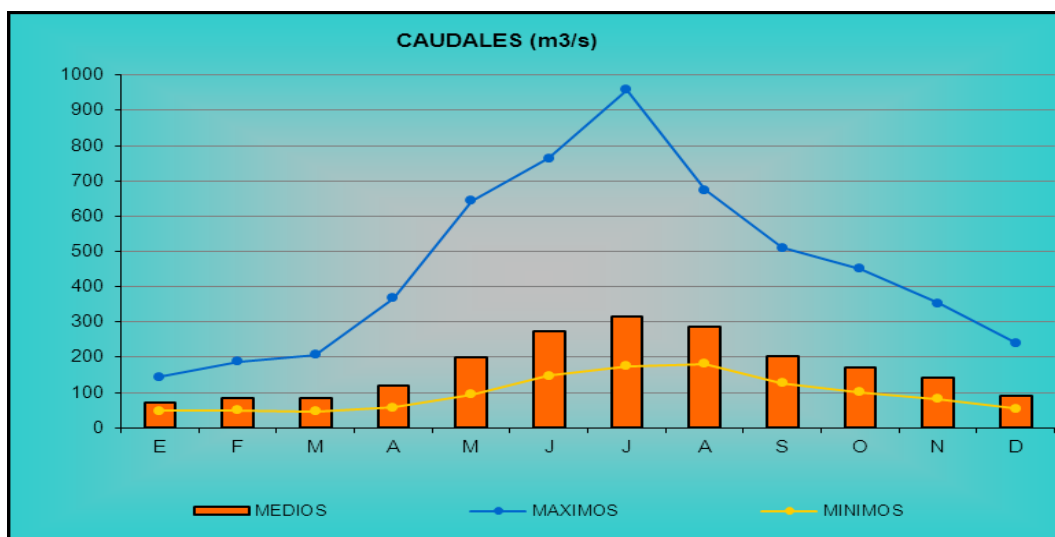
FOTOGRAFÍA 3.32
RÍO LENGUPÁ EN LA DESEMBOCADURA AL RÍO UPÍA. SITIO DE CRUCE CON LA CARRETERA ALTERNA AL LLANO

Fuente: Grupo G.I 2010

El río Upía recibe las aguas de los ríos Guavio y Lengupá, siendo esta cuenca el gran aporte de recurso hídrico para las áreas rurales de los municipios de Villanueva y Sabanalarga en Casanare, igualmente es importante en el desarrollo de sus diferentes actividades agropecuarias en la zona.

Revisando los registros de la estación San Agustín, se observa que los mayores caudales se presentan entre los meses de mayo ($644,4 \text{ m}^3/\text{s}$) y agosto ($674 \text{ m}^3/\text{s}$), con un mayor registro en el mes de julio ($958 \text{ m}^3/\text{s}$). Por el contrario, los menores caudales se presentan en los meses de enero ($47,37 \text{ m}^3/\text{s}$), febrero ($49,77 \text{ m}^3/\text{s}$) y marzo ($46,75 \text{ m}^3/\text{s}$). En general, el caudal promedio para el río Lengupá es de $241,9 \text{ m}^3/\text{s}$, donde se observan un período de mayor y menor caudal (**FIGURA 3.5**).

FIGURA 3.5 VALORES MENSUALES MULTIANUALES DE CAUDALES (m^3/s)



Fuente: Grupo G.I 2010.

◆ SUBCUENCA RÍO LENGUPÁ

Se forma por la confluencia de los ríos Mueche y Fuche, al este de la población de Zetaquirá, en el Departamento de Boyacá. El río Lengupá se direcciona en su flujo obedeciendo al control estructural geológico generado por la falla de Lengupá y Santa María. El nacimiento ocurre en el páramo de Siachoque a una altura aproximada de los 3.600 msnm y desemboca en el río Upía a una altura de 350 msnm. La cuenca del río Lengupá, hasta la desembocadura, tiene un área de $169,3 \text{ Km}^2$ y el caudal medio reportado por la estación Chapasía es de $42,17 \text{ m}^3/\text{s}$ (**FOTOGRAFÍA 3.33**).

Revisando los registros de la estación San Agustín, se observa que los mayores caudales se presentan entre los meses de mayo ($644,4 \text{ m}^3/\text{s}$) y agosto ($674 \text{ m}^3/\text{s}$), con un mayor registro en el mes de julio ($958 \text{ m}^3/\text{s}$). Por el contrario, los menores caudales medios se presenta en los meses de enero ($47,37 \text{ m}^3/\text{s}$), febrero ($49,77 \text{ m}^3/\text{s}$) y marzo ($46,75 \text{ m}^3/\text{s}$). En general, el caudal promedio para el río Lengupá es de $241,9 \text{ m}^3/\text{s}$, donde se observan un período de mayor y menor caudal (**FIGURA 3.6**).

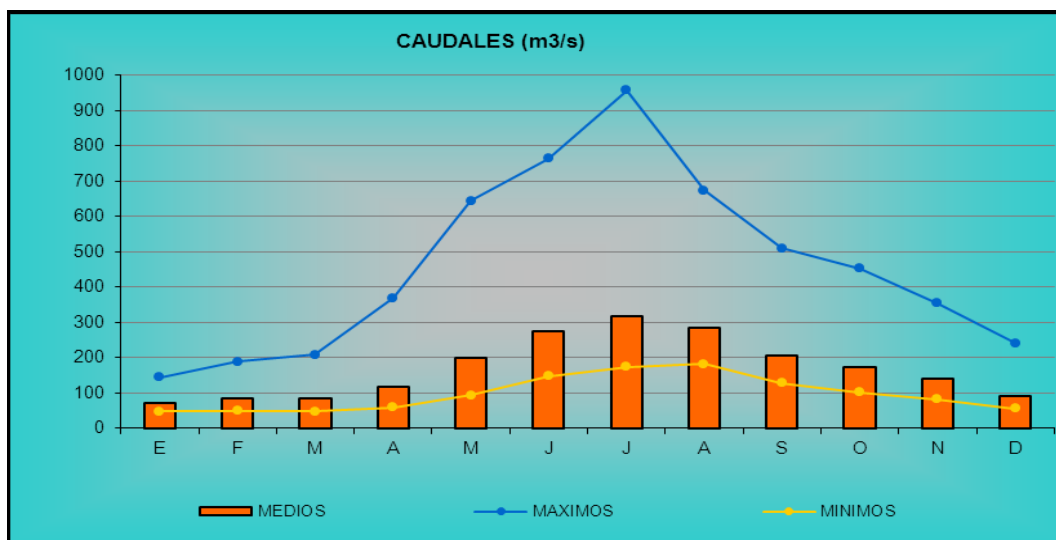
MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN QUEBRADA CRISTALINA

La quebrada Cristalina es un cuerpo de agua permanente ubicado en el municipio de Santa Maria, Boyacá y constituye la fuente de donde el municipio capta las aguas para el acueducto. Nace en la cuchilla negra a 2500 msnm, ocupando un área de $6,4 \text{ Km}^2$ y una longitud de cause principal de 3,9 Km.



FOTOGRAFÍA 3.33
RÍO LENGUPÁ POR LA CARRETERA ALTERNA AL LLANO
Fuente: Grupo G.I 2010.

FIGURA 3.6 VALORES MENSUALES MULTIANUALES DE CAUDALES (M³/S)



Fuente: Ideam, 2009.

MICROCUCENCA DE PRIMER ORDEN QUEBRADA SALDAÑA

Esta microcuenca tiene una extensión de 7,31 Km², y una longitud de 2.070m. Nace a 1000 m.s.n.m. Se caracteriza por servir en la parte alta y en la parte media para el abastecimiento de la población dado que los asentamientos establecidos en estas partes presentan el mayor número de viviendas de la vereda Planadas del municipio de Santa María; no cuentan con acueducto el agua llega a las casas en mangueras sin ningún tratamiento (**FOTOGRAFÍA 3.34**).

MICROCUCENCA DE PRIMER ORDEN QUEBRADA PLANADAS

Esta microcuenca nace a una altura de 1000 m.s.n.m. en la vereda Planadas del municipio de Santa María, Boyacá y en su área de 1,3 Km² se producen cultivos como caña, plátano y pastos y desemboca directamente en el río Lengupá.



FOTOGRAFÍA 3.34
QUEBRADA SALDAÑA

MICROCUCENCA DE PRIMER ORDEN QUEBRADA MONTENEGRO

La quebrada Montenegro nace en la cuchilla Guáneque a 1800 msnm, cuenta con una extensión de 846,72 Has. Dentro de su área y antes de su desembocar al río Lengupá se encuentra las instalaciones de la Central Chivor S. A. denominada Casa de Máquina, al costado derecho del cauce (FOTOGRAFÍA 3.35).



FOTOGRAFÍA 3.35
QUEBRADA MONTENEGRO EN EL CRUCE CON LA VÍA
ALterna AL LLANO

Fuente: Grupo G.I 2010.

MICROCUCENCA DE PRIMER ORDEN QUEBRADA CANTONERA

Este cuerpo de agua nace en la vereda San Agustín en cercanías de la cuchilla con el mismo nombre, en el municipio de Santa María, Boyacá, a 1300 msnm, hasta llegar a los 600 msnm en su desembocadura al Lengupá, su área es de 4,9 Km² (FOTOGRAFÍA 3.36).



FOTOGRAFÍA 3.36
QUEBRADA CANTONERA

Fuente: Grupo G.I 2010.

MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN QUEBRADA NEGRA

La quebrada Negra nace a 1200 msnm en la vereda Calichana, de Santa Maria, Boyacá, ocupa un área de 3,7 Km², de las cuales son bosque natural el 60% y pasto manejado el 40%. Tiene una longitud de 3,1Km; y en la parte alta presenta graves problemas de erosión.

MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN QUEBRADA PEDREGAL

Microcuenca paralela a la cuenca de la quebrada cantonera, la cual nace a 1000 msnm en donde se encuentran pequeños retazos de bosque; en un área de 1,6 Km², hasta llegar al río Lengupá (**FOTOGRAFÍA 3.37**).



FOTOGRAFÍA 3.37
QUEBRADA PEDREGAL
Fuente: Grupo G.I 2010.

MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN QUEBRADA LEONA

Corresponde a un drenaje permanente del municipio de Santa Maria, que drena al río Lengupá en su margen derecha en la vereda Hoya Grande del municipio de Santa María, Boyacá. Nace a 1200 msnm y ocupa un área de 2,7 Km².

MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN QUEBRADA LA COLORADA (MUNICIPIO DE SANTA MARÍA)

La quebrada La Colorada nace a 2500 msnm en la cuchilla negra. Debido a sus altas pendientes arrastra grandes cantidades de material arcilloso que da el color a las aguas de esta quebrada; su área es de 1,7 Km², y tiene una longitud de 3,3 Km (**FOTOGRAFÍA 3.38**).

MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN QUEBRADA SAN ANTONIO

Esta microcuenca cuenta con un área 2,63 Km², desde la vereda Arrayanes en límites con el municipio de Santa María y San Luis de Gaceno. Recorre una longitud de 1,91 Km desde su nacimiento ubicado sobre la cuchilla de San Agustín, a 1100 m.s.n.m. Su cobertura y uso se encuentran distribuidas así: Bosque Nativo secundario y matorrales en un 15%, en potreros con pastos mejorados, árboles dispersos y cercas vivas 85%. Se observan algunas zonas con erosión provocada hacia las riberas del río Lengupá.

**FOTOGRAFÍA 3.38****QUEBRADA LA COLORADA – MUNICIPIO DE SANTA MARÍA***Fuente: Grupo G.I 2010.***MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN CAÑO LA PAZ**

La microcuenca cuenta con un área 1,3 Km² y una longitud de 2,02 Km. nace en la vereda La Paz del municipio de Santa María, su cobertura y uso está dividido en 30% en bosque nativo secundario, un 65% son pastos naturales y mejorados y un 5% son suelos con problemas de erosión.

MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN QUEBRADA EL TORO

Nace en la cuchilla de San Agustín a una altura de 1400 msnm de la confluencia de tres fuentes de bajo caudal en la vereda de El Carmen su recorrido es de 7,96 Km que abarca un área de 718,76 Ha. Su cobertura y uso está distribuido en bosque natural secundario y rastrojo en un 40% y el 60% de área restante corresponde a praderas con pastos mejorados con árboles dispersos y cercas vivas.

MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN AGUA FRÍA

Cuerpo de agua permanente, que vierte sus aguas al río Lengupá, a la altura del municipio de San Luis de Gaceno, nace en la cuchilla de San Agustín a 1400 msnm hasta desembocar en cercanías del casco urbano, drena un área de 20 Km² a lo largo de las veredas Centro, El Cairo y el Carmen.

MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN CAÑO SAN IGNACIO

Este cause ocupa un área 3,1Km² y se ubicada en la parte baja de la vereda La Dorada del municipio de San Luis de Gaceno, nace a 450 msnm y tiene una longitud de 3,09 Km.

MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN QUEBRADA LA COLORADA (MUNICIPIO DE SAN LUIS DE GACENO)

La quebrada la Colorada tiene un área 36 Km², se encuentra en la vereda Arrayanes del municipio de San Luis de Gaceno en límites con el municipio de Santa Maria. La zona de nacedero se encuentra sobre la cuchilla de San Agustín, a 1.100 msnm, desde donde drena en un recorrido de 1,91 Km. Su cobertura y uso se encuentran distribuidas así: Bosque Nativo secundario y matorrales en un 15%, en potreros con pastos mejorados, árboles dispersos y cercas vivas 85%. Se observan algunas zonas con erosión provocada hacia las riberas del río Lengupá (**FOTOGRAFÍA 3.39**).

**FOTOGRAFÍA 3.39****QUEBRADA LA COLORADA – MUNICIPIO DE SAN LUIS DE GACENO***Fuente: Grupo G.I 2010.***MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN QUEBRADA CARNICERÍA**

El cauce tiene un área 355 Ha, hace en la parte sur de la vereda Guichirales y San José del Chuy a 400 m.s.n.m. en el municipio de San Luis de Gaceno, Boyacá, y en su corto trayecto recorre a 1.7 Km. Su área de influencia corresponde a bosque natural secundario y rastrojos en un 30%; en pastos de praderas mejorados, con cercas vivas y árboles dispersos 60%; en su costado oriental existe un área con problemas erosivos y remoción en masa.

MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN CAÑO ARENOSO

Esta fuente hídrica ocupa una área 13,55 Km², y se forma de la confluencia de pequeños cauces que nacen a una altura de 800 msnm, igualmente recibe una serie de tributarios a través de sus 6 Km de longitud. Irriga las veredas de Guichirales y San José del Chuy del municipio de San Luis de Gaceno.

SUBCUEENCA QUEBRADA EL CHUY

La quebrada el Chuy abarca un área 3.775,63 Ha y una longitud 16,27 Km; nace en la parte alta de las veredas de Marañoal y San Pedro del municipio de a 1700 msnm en estribaciones de la cuchilla San Agustín; recibe las aguas de los caños Arrayana, Chorro Hondo, Maicena y otros de menor cauce a su paso por las veredas de San Agustín, Marañoal, Piñuela y San José del Chuy.

En su área de influencia se encuentra bosque natural secundario y rastrojo en un 55%; este a veces en forma agrupada y otras en forma dispersa (cerca al río Upía), el 45% restante son suelos con pastos mejorados y mixtos (algunos enmalezados), con cercas vivas y árboles dispersos.

SUBCUENCA CAÑO SECO

Presenta un cauce semirrecto que drena hacia el río Upía, con dirección oeste-este; el área drenada por esta subcuenca es de 9 Km², desde la cuchilla de San Agustín.

SUBCUENCA QUEBRADA LA MONA

Esta subcuenca ocupa un área 4,7 Km², y nace de la unión de las quebradas La Moralera y La Moral del municipio de San Luis de Gaceno. Tiene una longitud 6,74 Km y recoge otros caudales como las quebradas La Quimba, La Borrascosa. El caño La Chucua está dentro de su área pero desemboca en forma independiente sobre el río Upía.

SUBCUENCA CAÑO LA CHUCUA

Corresponde a un drenaje permanente, cuyo nacimiento se ubica en la cota 1300 msnm, presenta un cauce semirecto, drenando un área de 0.98 Km², desde la cuchilla de San Agustín, hasta su desembocadura en el río Upía.

SUBCUENCA QUEBRADA LA PIÑALERA

La cuenca hidrográfica de la Quebrada Piñalera se halla ubicada al norte; nace en jurisdicción del municipio de Monterrey, Casanare, en zona montañosa, drenando áreas de las veredas de Planadas, Caño Blanco, Aguacaliente, Piñalera-Sinio y Caño Barroso.

Drena un área de 6.976,5 Ha, presenta en su totalidad un régimen torrencial, conformando una red dendrítica semidensa, recibe en su cauce el caudal de más de 20 afluentes, presenta una pendiente alta, por lo cual en épocas de alta precipitación acarrea gran cantidad de materiales desprendidos de las formaciones rocosas presentes en el área, en general la subcuenca se caracteriza por presentar pendientes con gradientes entre 25 y 75%.

SUBCUENCA QUEBRADA ALGARROBERA

Esta subcuenca de forma redondeada, está compuesta por la unión de varios caños, que se forman en una topografía de altiplano y en una red de drenaje dendrítica que desemboca en el río Upía, ocupa a su vez un área 9,5 km² y una longitud de 9,89 Km.

SUBCUENCA CAÑO LA QUINCHALERA

Nace en la parte alta del cerro Silvadero y realiza un recorrido en sentido noreste – suroeste, atraviesa terrenos de piedemonte y lomerío y su régimen es permanente y de ella se abastece el acueducto urbano de Sabanalarga, Casanare. Desde su nacimiento recibe aguas de varios caños menores que conforman una red de drenaje dendrítica, poco densa.

SUBCUENCA QUEBRADA BOTIJERA

Subcuenca de forma alargada con dirección noreste-sureste, paralela y contigua a la cuenca de la quebrada Quinchalera, conformada por la unión de varios caños menores que se desprende de la parte alta de la vereda Botijera Alta, Botijera Baja y San Joaquín, del municipio de Sabanalarga, Casanare, para fluir luego en dirección del eje del sinclinal de Botijera hasta llegar al río Upía en donde forman un amplio y fértil valle.

◆ CUENCA DEL RÍO TÚA

Esta cuenca desciende en dirección Noroeste a Sureste desde su nacimiento en la cuchilla El Palmichal, límite departamental entre Boyacá y Casanare a una altura de 2350 msnm. Desemboca en el río Meta a una altura de 150 msnm después de recorrer una distancia de 148,79 Km aproximadamente. Su cuenca presenta un área de 1211,68 Km², posee una forma oval-oblonga con un factor de forma bajo, lo que indica una baja susceptibilidad a crecidas y conforma el límite municipal entre Villanueva y Monterrey, departamento de Casanare, desde el extremo sur hasta el sector conocido como “La Cumbre”⁶.

La profundidad del río Túa varía dependiendo del régimen de lluvias. En cuanto al ancho, en general, en los primeros 34 Km (2000 – 1500 msnm), es de dimensiones muy variables con valores hasta de 4,5 m; hacia la parte media (1500 - 400 msnm), alcanza un promedio de 70 m y en la parte de baja (llanura) alcanza promedios de 60 m.⁷

Como se relacionó la existencia de drenajes erosiónales que hacen presencia en la cuenca del río Túa causan procesos de erosión en el área de influencia tal y como se registra en la **FOTOGRAFÍA 3.40**.



FOTOGRAFÍA 3.40

Río Túa vía a VEREDA BRISAS DEL LLANO

Fuente: Grupo G.I 2010.

Caudal Medio Puntual (m³/s)	1,044
Caudal Medio (m³/s)	92,50

Revisando los registros del SOIL, se observa que los mayores caudales se presentan entre los meses de abril (184,32 m³/s) y octubre (145,69 m³/s), con un mayor registro en el mes de mayo (204,4 m³/s). Por el contrario, los menores caudales se presentan en los meses de diciembre (17,7 m³/s), enero (3,14 m³/s) y febrero (14,2 m³/s), por lo cual el caudal promedio para el río Túa es de 90,8 m³/s (**TABLA 3.22**).

⁶ Fuente: Estudio de Impacto Ambiental. Llanos 25 – 2010.

⁷ Fuente: Estudio de Impacto Ambiental. Llanos 25 – 2010.

TABLA 3.22 CAUDALES MÁXIMOS, MEDIOS Y MÍNIMOS GENERADOS POR EL SOIL

RÍO TUA M ³ /S													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
MED	4,83	21,8	47,96	179,5	175	139	135,79	122,74	122,06	124,69	65,51	77,72	90,876
MÁX	5,65	25,51	56,03	184,32	204,4	162	156,56	143,41	142,63	145,69	76,53	31,8	
MÍN	3,14	14,2	31,19	80,33	113,8	90,4	86,77	79,83	79,39	81,09	42,6	17,7	

Fuente: Grupo de Trabajo Geoingeniería, 2010.

SUBCUENCA CAÑO BARBASCO

Este caño tiene sus inicios a la altura de los 500 msnm en jurisdicción de la vereda de Buena Vista del municipio de Monterrey, Casanare, en la **FOTOGRAFÍA 3.41**, se evidencian procesos erosivos y formación de islas dentro de su cauce con una longitud de 34,23 Km y un área de 3,33 Km², su corriente es perenne (permanente) en época de baja precipitación la dirección es noreste a suroeste que desemboca directo al río Túa en la vereda El Barbasco.



FOTOGRAFÍA 3.41

CAÑO BARBASCO

Fuente: Grupo G.I 2010.

SUBCUENCA CAÑO LA NUJA

Localizado en la parte oriental del Municipio de Sabanalarga, sirve de límite con el municipio de Monterrey Casanare, recorre las veredas Botijera Alta, Agua Clara, y San Pedro. El caño la Nuja tiene un área 106,28 Km² y una longitud 1,67 Km, a la altura de los 300 msnm la cual desemboca por la margen izquierda al río Túa con una dirección predominante de oeste a este y corriente de agua perenne (permanente) en época de baja precipitación.

Sus principales afluentes son El Vergel, el Caño Vuelto y el Chupadero. El Vergel drena en dirección noroeste - suroeste bañando un área de 5,71 Km² y recorriendo una longitud de 5,54 Km, por su parte el Caño Vuelto drena a lo largo de 6,97 Km en dirección predominante norte – sur, drenando un área de 3,09 Km². El Chupadero vierte sus aguas al caño la Nuja en el mismo sentido de los anteriores, cuenta con un área de 71,89 Km² y una longitud de 8,91 Km que conforman una red dendrítica que se

desprenden en su mayoría del borde de la terraza, transformándose en una red paralela cerca a la desembocadura de la quebrada La Nuja, afluente del río Túa.⁸

Según la **TABLA 3.23** los registros del SOIL, muestran que los mayores caudales se presentan entre los meses de abril (13,56 m³/s) y octubre (13,59 m³/s), con un mayor registro en el mes de mayo (19,2 m³/s). Por el contrario, los menores caudales se presentan en los meses de diciembre (1,55m³/s), enero (0,3 m³/s) y febrero (1,33 m³/s), por lo cual el caudal promedio para caño La Nuja es de 8,13 m³/s.

TABLA 3.23 CAUDALES MÁXIMOS, MEDIOS Y MÍNIMOS GENERADOS POR EL SOIL

CAÑO LA NUJA M ³ /S													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
MEDIOS	0,45	2,05	4,51	11,6	16,4	13	12,75	11,53	11,47	11,71	6,15	2,56	8,132
MÁXIMOS	0,53	2,4	5,26	13,56	19,2	15,3	14,5	13,47	13,4	13,59	7,19	2,99	
MÍNIMOS	0,3	1,33	2,58	7,55	10,59	8,49	8,29	7,5	7,46	7,62	4	1,66	

Fuente: Grupo de Trabajo Geoingeniería, 2010.

SUBCUENCA CAÑO HUESERO

Constituye un drenaje especial por sus características tan particulares, no se puede incluir en los otros grupos. Su drenaje multibasinal integrado se desarrolla en estas zonas que estuvieron sometidas a procesos glaciares en las cuales quedan grandes cantidades de cuerpos de agua como lagos y lagunas espaciados (drenajes Lagunares) en forma desordenada que no están totalmente desarrollados, dando la apariencia que están conectados entre sí por medio de pequeños arroyos; en este caso para el área de influencia directa se conectan con las anteriores características, el caño El Tigre con una longitud 12,99 Km y un área 21,10 Km² en dirección predominante de noreste a suroeste. Es afluente del caño Huesero que recorre la planicie cerrada en la que el material de superficie es normalmente impermeable en dirección predominante de noroeste a suroeste hasta desembocar por la margen derecha al río Túa, luego de recoger a su paso la subcuenca del caño La Vigía y microcuencas del caño Los Lobos y cañada Las Maticas que desembocan por la margen izquierda hacia el caño Güira, por lo tanto este patrón es integrado y superficial de corriente perenne (permanente) en época de baja precipitación (ver **FOTOGRAFÍA 3.42**).



FOTOGRAFÍA 3.42

CAÑO HUESERO

Fuente: Grupo G.I 2010.

⁸ Fuente: E.O.T Sabanalarga- 2010.

SUBCUENCA CAÑADA TAMARINDO

Cuerpo de agua superficial que nace a la altura de 300 msnm y recorre en dirección predominante de suroeste a sureste en jurisdicción de la vereda Barbasco del municipio de Monterrey. Es un drenaje subparalelo, tiene una longitud de 18,44 Km y un área de 19,41 Km² de corriente perenne (permanente) en época de baja precipitación que desemboca a la altura de los 200 msnm por la margen derecha al río Túa.

SUBCUENCA RÍO LOS HOYOS

Este río nace a la altura de los 300 msnm en jurisdicción del municipio de Monterrey, Casanere; en la vereda caño Rico; en su cauce se evidencia procesos de erosión en la zona es decir que tiene un patrón de drenaje erosional como se observa en la **FOTOGRAFÍA 3.43**, característico de afluentes paralelos o casi paralelos entre sí; discurre en dirección de noroeste a sureste, su área es de 62,53 Km² y longitud de 26,99 Km y cuenta con un caudal medio anual de 2,81 m³/s, como se observa en la **TABLA 3.24**.

Durante el recorrido se evidenció la presencia de procesos de erosión lateral en las partes externas de las curvas de los meandros (lado cóncavo), y sedimentación en sus partes internas (lado convexo), en las cuales se forman los complejos de orillares. El río finalmente desemboca a la altura de 200 msnm en la vereda Palmira del municipio de Monterrey como afluente por la margen izquierda al río Guafal.

**FOTOGRAFÍA 3.43****CAÑO HUESERO**

Fuente: Grupo G.I 2010.

TABLA 3.24 CAUDALES MÁXIMOS, MEDIOS Y MÍNIMOS GENERADOS POR EL SOIL

RIO LOS HOYOS m ³ /s												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MED	0,11	0,5	1,1	2,82	3,59	3,2	3,1	2,8	2,79	2,85	1,5	0,62
MÁX	0,13	0,58	1,28	3,3	4,67	3,71	3,62	3,27	3,26	3,33	1,75	0,73
MÍN	0,07	0,32	0,71	1,88	2,6	2,06	2,02	1,62	1,61	1,65	0,57	0,4

Fuente: Grupo de Trabajo Geingeniería, 2010.

♦ **CUENCA CAÑO GÜIRA**

Cuerpo de agua superficial que nace a la altura de los 250 msnm, en jurisdicción de la vereda Güira de Tauramena, posee un área de 126,9 Km², es una corriente permanente hasta en época de baja precipitación que desemboca directamente al río Meta.

SUBCUENCA CAÑO PUNTA GÜIRA

Este drenaje nace a la altura de los 200 msnm, como límite en la parte sur de la vereda Güira del Municipio de Tauramena con una longitud de 11,30 Km y un área de 18,64 Km², su dirección predominante es de noroeste a sureste subparalelo de corriente es perenne (permanente) hasta en época de baja precipitación desembocando directamente al caño Güira.

SUBCUENCA CAÑO GUACIMALITO

Este caño nace a la altura de los 200 msnm en jurisdicción de la vereda Vigía Trompillos con una longitud de 7,10 km y un área de 23,80 km² en una dirección predominante de noroeste a sureste desembocando directamente por la margen izquierda al Caño Güira. El principal afluente es el Caño la Tigra con un área de 32,26 km² y longitud de 5,12 km, su cauce es en dirección predominante de noroeste a sureste.

SUBCUENCA CAÑO LA VIGÍA

Este caño nace en jurisdicción de la vereda Vigía Trompillos del municipio de Tauramena, presenta corriente perenne (permanente) en época de baja precipitación contando con un área de 26,67 km² en dirección predominante de oeste a este formando parte de la patrón de drenaje multibasinal integrado y superficial que se conecta por medio de la microcuenca del río Tacuya a la red de drenaje de la cuenca del río Túa con una longitud de 10,83 km desembocando por la margen izquierda al caño Güira.

MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN RÍO TACUYA

La microcuenca del río Tacuya por razones de cambios morfodinámicos y acción del hombre (antrópica) tributa actualmente sus aguas al caño Güira y este finalmente entrega sus aguas a la cuenca del río Meta.

Tanto el cauce principal del río Tacuya, como los secundarios de este sistema hídrico presentan meandricación moderada, indicando un período de madurez, representada por una dinámica fluvial moderada a través de los flujos lentos con pérdida notable en el poder de transporte de sedimentos gruesos, limitándose al transporte de sedimentos en suspensión tales como limos y arcillas, Este río tiene una longitud de 37,67 km, una caudal medio modelado por el SOIL de 20,4 m³/s según **TABLA 3.25** y un área 106,07 km² (ver **FOTOGRAFÍA 3.44**)⁹.

**FOTOGRAFÍA 3.44****RÍO TACUYA***Fuente: Grupo G.I 2010.*

⁹ Fuente: Estudio de Impacto Ambiental para el área de perforación exploratoria llanos 25 – 2010.

TABLA 3.25 CAUDALES MÁXIMOS, MEDIOS Y MÍNIMOS GENERADOS POR EL SOIL

RIO TACUYA M³/S													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
MEDIOS	0,86	3,59	5,54	72	31,2	25	24,17	21,86	21,74	22,21	11,67	4,85	16,66
MÁXIMOS	1,01	8,54	5,23	25,7	36,4	26,9	26,74	25,54	25,4	25,55	13,63	5,66	
MÍNIMOS	0,56	2,53	5,56	14,31	20,26	16,1	15,72	14,22	14,34	14,44	7,59	3,15	

Fuente: Grupo de Trabajo Geoingeniería, 2010.

MICROCUENCA DE PRIMER ORDEN CAÑADA CHAMUSCADA

Esta cañada nace a la altura de los 200 msnm en jurisdicción de la vereda Vigía Trompillos de Tauramena, Casanare, es una corriente perenne (permanente) en época de baja precipitación, drena en dirección noroeste - sureste y cuenta con un área de 40,85 km² y una longitud de 14,36 km, siendo afluente por la margen derecha del caño La Vigía.

SUBCUENCA CAÑO OROCUECITO

Este caño nace a una altura de 200 msnm, con un patrón de drenaje meándrico propio en su etapa de madurez, caracterizado por poseer valles amplios y planos, en los cuales el cauce se desplaza formando lazos u ondulaciones más o menos regulares, que aumentan grandemente su longitud con una corriente perenne (permanente) en dirección predominante de noroeste a sureste con una longitud de 47,81 km y un área de 94,99 km². Se evidencia erosión en la parte lateral del cauce por intervención de actividades antrópicas registradas en la **FOTOGRAFÍA 3.45**; desemboca por la margen izquierda al caño Güira a la altura de los 175 msnm en la vereda Carupana del municipio de Tauramena.



FOTOGRAFÍA 3.45

CAÑO OROCUECITO-PUENTE DE MADERA

Fuente: Grupo G.I 2010.

MICROCUENCA DE PRIMER ORDEN CAÑO BARROGRANDE

Drenaje que nace a la altura entre los 200 y 175 msnm en jurisdicción de la vereda Vigía trompillos de municipio de Tauramena, Casanare, en dirección de noroeste a sur con una longitud de 9,93 km y área de 21,51 km². La corriente es perenne (permanente) hasta en época de baja precipitación como se observa en la **FOTOGRAFÍA 3.46** siendo afluente directo al caño Orocuecito.



FOTOGRAFÍA 3.46
CAÑO BARROGRANDE

Fuente: Grupo G.I 2010.

MICROCUECNA DE PRIMER ORDEN CAÑADA MATEPALMA

Esta cañada nace en la vereda Vigía Trompillos del municipio de Tauramena, Casanare, a la altura de los 200 msnm con un área de 21,51 km² y una longitud de 10,57 km, su cauce es subparalelo de corriente permanente, hasta en época de baja precipitación a en dirección predominante de norte a sur desembocando directamente hacia el caño Orocuecito como se muestra.

♦ CUENCA CAÑO LOS INDIOS

Nace a una altura de 175 msnm. Desemboca en el margen derecho del río Meta. Sus aguas presentan una dirección de Sur - Norte, en terrenos levemente ondulados, tiene una longitud aproximada es de 4,19 Km y un área de 4,33 Km², el cauce principal es semirrecto y posee varios tributarios menores que desembocan en sus aguas y son de tipo subparalelo.

♦ CUENCA CAÑO HUMAPO

Este drenaje nace a una altura de 175 msnm y desemboca en el margen derecho del río Meta. Presenta una dirección de Sur – Norte y se encuentra ubicado en terrenos levemente ondulados, este cuerpo de agua posee una longitud aproximada es de 7,07 Km y un área de 9,65 Km², el cauce principal del Caño Humapo es semirrecto y posee varios tributarios menores los cuales desembocan en sus aguas y se presentan de tipo subparalelo (**FOTOGRAFÍA 3.47**).

♦ CUENCA RÍO YUCAO

El río Yucao nace en el cerro de Navajas a 200 msnm y vierte sus aguas al río Meta, en el sitio conocido como Altamira. Posee un drenaje dendrítico y sus aguas presentan una dirección de Sur – Norte, cuenta con una caudal promedio de 88,70 m³/s (**FOTOGRAFÍA 3.48**).

Los principales caños que vierten al río Yucao, son los caños Bombay que posee una área de 7,21 Km² y una longitud de 3,6 Km y también se puede encontrar el caño Guio que presenta una longitud de 3,2 Km y un área de 5,68 Km²; los dos ubicados en el costado Oriental los cuales presentan una dirección en sus aguas de Este a Oeste.



FOTOGRAFÍA 3.47

CAÑO HUMAPO

Fuente: Grupo G.I 2010.



FOTOGRAFÍA 3.48

Río YUCAO

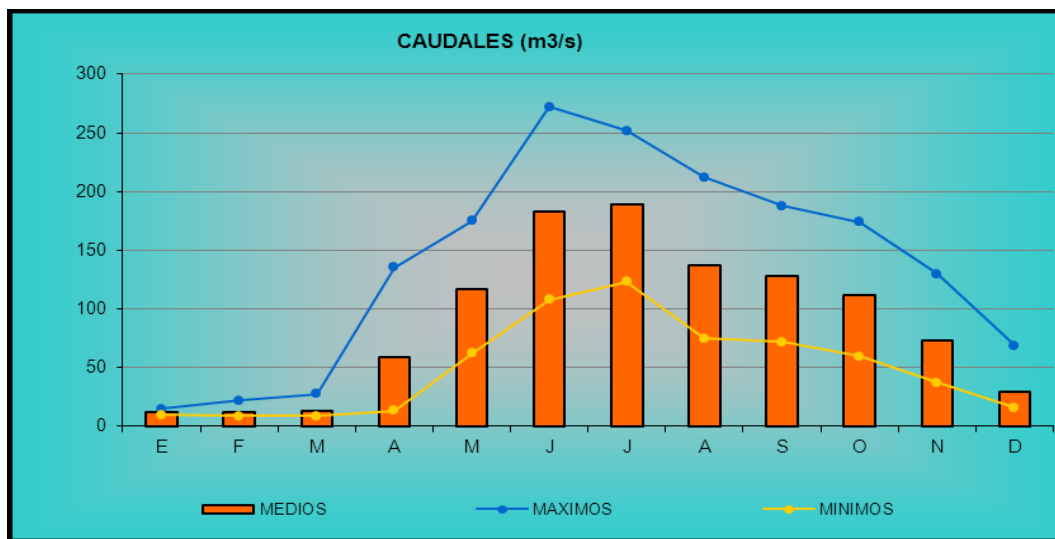
Fuente: Grupo G.I 2010

La modelación en SOIL, muestra que los mayores caudales se presentan entre los meses de abril ($135,2 \text{ m}^3/\text{s}$) y octubre ($173,9 \text{ m}^3/\text{s}$), con un mayor registro en el mes de julio ($252,3 \text{ m}^3/\text{s}$). Por el contrario, los menores caudales se presentan en los meses de enero ($9,9 \text{ m}^3/\text{s}$), febrero ($8,7 \text{ m}^3/\text{s}$) y marzo ($8,8 \text{ m}^3/\text{s}$), por lo que el caudal promedio para el río Yucaó es de $88,7 \text{ m}^3/\text{s}$. (TABLA 3.26 Y FIGURA 3.7).

TABLA 3.26 CAUDALES MÁXIMOS, MEDIOS Y MÍNIMOS GENERADOS POR EL SOIL

RÍO YUCAO – ESTACIÓN CAMPO YUCAO													
CAUDALES (m^3/s)													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
MEDIOS	11.90	11.92	13.31	58.47	117.1	183.2	189.1	137.5	128.3	111.3	73.37	28.91	88,70
MÁXIMOS	14.86	22.17	27.62	135.2	175.0	272.3	252.3	212.2	187.6	173.9	129.6	68.57	
MÍNIMOS	9.991	8.783	8.838	13.24	62.01	108.1	123.1	74.92	71.81	59.74	37.19	15.80	

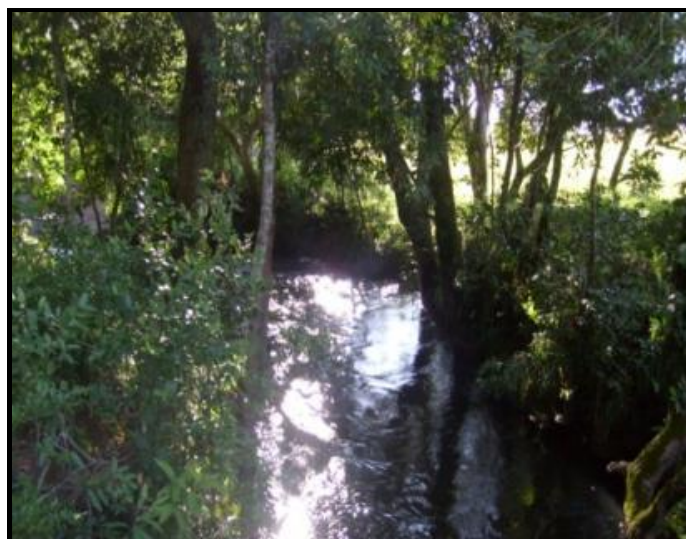
Fuente: Grupo de Trabajo Geoingeniería, 2010

FIGURA 3.7 CAUDALES MÁXIMOS, MEDIOS Y MÍNIMOS GENERADOS POR EL SOIL

Fuente: Ideam, 2009

SUBCUENCA CAÑO LA EMMITA

Cuerpo de agua superficial que nace a una altura de 200 msnm. El caño la Emmita desemboca en el margen izquierdo del Río Yucao. Presenta una dirección de Oeste – Este en terrenos levemente ondulados, tiene una longitud aproximada de 22,74 Km y un área de 111,20 Km², el cauce principal es semirrecto y posee varios tributarios menores que desembocan en sus aguas (**FOTOGRAFÍA 3.49**).

**FOTOGRAFÍA 3.49****Río YUCAO**

Fuente: Grupo G.I 2010.

MICROCENCA DE PRIMER ORDEN CAÑO LA EMMA

Este drenaje nace a una altura de 200 msnm. Es tributario directo del caño la Emmita que desemboca en el margen izquierdo del río Yucao. El discurrir de sus aguas presenta una dirección de Oeste – Este en terrenos de altillanura ondulada, tiene una longitud aproximada de 16,3 Km y un área de 49,87 Km², el cauce principal es semirrecto, sus tributarios son de tipo subparalelo y presenta varios tributarios menores.

SUBCUENCA CAÑO TENEIVO

El caño Teneivo nace a una altura de 200 msnm, que desemboca en el margen izquierdo del río Yucao. Sus aguas presentan una dirección de Sur Oeste – Sur Este en terrenos de altillanura ondulada, este cuerpo de agua presenta una longitud aproximada de 3,12 Km y un área de 13,85 Km², su cauce principal es semirrecto y de igual forma posee varios tributarios menores que desembocan en sus aguas y son de tipo subparalelo.

SUBCUENCA CAÑO LA MATERNIDAD

El caño la Maternidad localizado a una altura de 200 a 225 msnm. Desemboca en el margen izquierdo del río Yucao. Sus aguas presentan una dirección de Oeste – Este, en terrenos de altillanura ondulada, tiene una longitud aproximada de 6,88 Km y un área de 24,75 Km², el cauce principal es semirrecto y posee varios tributarios menores que desembocan en sus aguas.

◆ **CUENCA RÍO MANACACÍAS**

Nace en el municipio de Puerto Lleras, Meta, con una dirección inicial de Oeste - Este, pero cambia gradualmente hasta tomar una dirección Sur – Norte a 120 Km de su confluencia con el río Meta. Pertenece a la subcuenca del río Meta y a la cuenca del río Orinoco. Recibe numerosos caños y quebradas conformando una red de carácter dendrítico a subdendrítico; la mayoría de los afluentes son de carácter temporal y asociados a procesos erosivos. En inmediaciones de Puerto Gaitán se encuentra en su parte baja, drena en dirección sur - norte, obedece a la sabana aluvial con los paisajes predominantes de meandros abandonados y esteros propios de la zona. Durante su recorrido recibe gran cantidad de afluentes, en su mayoría corrientes de segundo y tercer orden y tiene como su mayor tributario el río Melúa (**FOTOGRAFÍAS 3.50 Y 3.51**).

Sus principales afluentes, son los caños: Dullacias, El Sapo, El Oasis, El Ingeniero, La Esperanza, El Tigre, Palenque, Amarillo o Las Gualas, Maiciana, Mach aviva, Guayabal y otros de menor caudal.

Caudal Promedio (m³/s)	454,75

**FOTOGRAFÍA 3.50****Río MANACACÍAS***Fuente: Grupo G.I 2010*



FOTOGRAFÍA 3.51

Río MANACACÍAS

Fuente: Grupo G.I 2010.

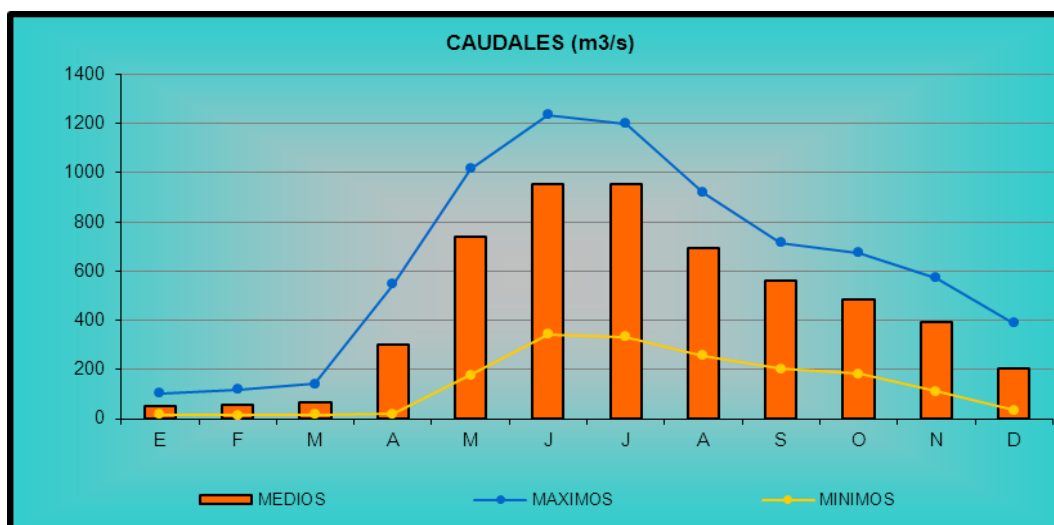
De acuerdo al (TABLA 3.27) el río Manacacías presenta un período de mayor caudal, entre abril y diciembre (entre 206,2m³/s y 953.8m³/s). Por el contrario, el mes con menor caudal es enero (53.01m³/s) (FIGURA 3.8). El comportamiento del caudal del río Manacacías está directamente relacionado con el período de mayores lluvias en el área. En general, el promedio del caudal durante todo el año es de 454.75m³/s.

TABLA 3.27 CAUDALES MÁXIMOS, MEDIOS Y MÍNIMOS GENERADOS POR EL SOIL

RÍO MANACACÍAS – ESTACIÓN PUERTO GAITÁN													
CAUDALES (m ³ /s)													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
MEDIOS	53.01	53.90	66.44	301.3	741.4	951.0	953.8	693.7	559.8	485.9	390.6	206.2	454.75
MÁXIMOS	103.3	118.0	141.5	546.3	1015	1236	1198	919.3	714.9	673.5	573.0	389.9	
MÍNIMOS	17.50	15.00	16.00	20.00	176.8	343.4	331.0	257.0	203.0	181.0	112.0	35.00	

Fuente: Grupo de Trabajo Geoingeniería, 2010.

FIGURA 3.8 VALORES MENSUALES MULTIANUALES DE CAUDALES (M3/S)



Fuente: Ideam, 2009

SUBCUENCA CAÑO MANCHAVIVA

La subcuenca del Caño Manchaviva nace a una altura de 175 msnm. Este drenaje desemboca sus aguas en el margen izquierdo del río Manacacías. Este caño presenta una dirección de Oeste – Este, en terrenos levemente ondulados, presenta una longitud aproximada de 4,43 Km y un área de 20,91 Km², el cauce de este caño es semirrecto, posee varios tributarios menores que desembocan en sus aguas y son de tipo subparalelo.

SUBCUENCA CAÑO PÁJARO GRANDE

Cuerpo de agua superficial que nace a una altura de 175 msnm. Desemboca en el margen izquierdo del río Manacacías. Sus aguas presentan una dirección de Sur – Este en terrenos de altillanura ondulada, tiene una longitud aproximada de 10,93 Km y un área de 15,79 Km², el cauce principal es semirrecto y posee varios tributarios menores que desembocan en sus aguas y son de tipo subparalelo (**FOTOGRAFÍA 3.52**).



FOTOGRAFÍA 3.52

CAÑO PÁJARO GRANDE

Fuente: Grupo G.I 2010.

MICROCENCA DE PRIMER ORDEN CAÑO PAJARITO

Nace a una altura de 175 msnm. Es tributario directo de caño Pájaro Grande que desemboca en el margen izquierdo del río Manacacías. Sus aguas presentan una dirección de Sur – Este en terrenos de altillanura ondulada, tiene una longitud aproximada de 6,61 Km y un área de 10,52 Km², el cauce principal es semirrecto y posee varios tributarios menores que desembocan en sus aguas y son de tipo subparalelo.

SUBCUENCA CAÑO EL INGENIERO

Nace en la altillanura de reborde a 200 msnm. Desemboca en el margen derecho del río Manacacías, sus aguas presentan recorridos de Este – Sur en terrenos de altillanura ondulada tiene longitud aproximada de 9,96 Km y una área de 22,97 Km², el cauce es semirrecto y posee varios tributarios menores que desembocan en sus aguas y son de tipo subparalelo (**FOTOGRAFÍAS 3.53 Y 3.54**).



FOTOGRAFÍA 3.53

CAÑO EL INGENIERO

Fuente: Grupo G.I 2010.

FOTOGRAFÍA 3.54
CAÑO EL INGENIERO

Fuente: Grupo G.I 2010.

SUBCUENCA CAÑO EL SAPO

Nace en la altillanura de reborde a 175 msnm. Desemboca en el margen derecho del río Manacacías, sus aguas presentan recorridos de Este – Oeste en terrenos de altillanura ondulada tiene una longitud de 4,38 Km y un área de 6,25 Km², el cauce es semirecto y posee varios tributarios menores que desembocan en sus aguas y son de tipo subparalelo (**FOTOGRAFÍAS 3.55 Y 3.56**).

SUBCUENCA CAÑO DULLACIAS

Nace en la altillanura de reborde a 250 msnm. Desemboca en el margen derecho del río Manacacías, sus aguas presentan recorridos de Sur – Este en terrenos de altillanura ondulada, tiene una longitud de 11,34 Km y un área de 25,88 Km², el cauce es semirecto y posee varios tributarios menores que desembocan en sus aguas y son de tipo subparalelo. Se caracteriza por presentar desbordamientos durante las épocas de lluvia, inundando las zonas aledañas hasta su cota máxima de inundación, el cual se delimita por el borde del bosque de galería en época seca el caudal disminuye considerablemente.



FOTOGRAFÍA 3.55
CAÑO EL SAPO

Fuente: Grupo G.I 2010.



FOTOGRAFÍA 3.56
CAÑO EL SAPO

Fuente: Grupo G.I 2010.

3.2.4.8 GRAN CUENCA RÍO VICHADA

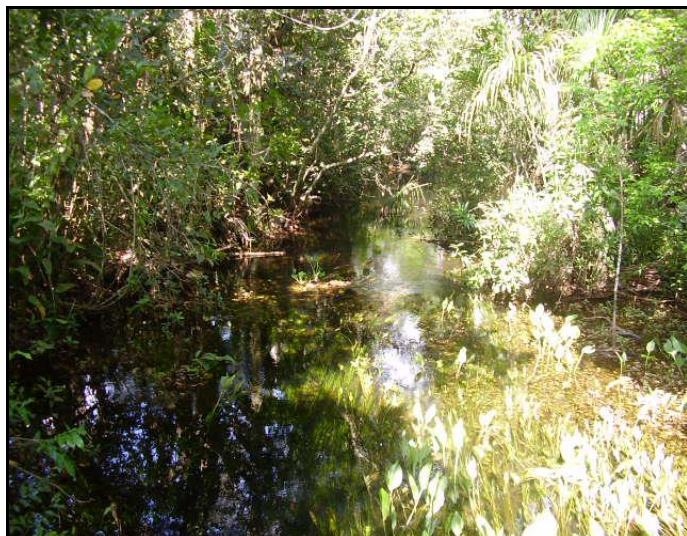
Nace en el departamento del Meta, al suroccidente del municipio de Puerto Gaitán. Su longitud es de 700 Km, de los que son navegables cerca de 450 Km. Sus principales afluentes son los ríos Tillavá, Planas y Muco. Se caracteriza por contenidos bajos y muy bajos de sales (entre 0 y 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$), que indican su aptitud para el riego de una variedad amplia de cultivos. Las tierras que riega son principalmente ganaderas. En el tercio final antes de desembocar al río Orinoco, forma complejos de humedales junto con el río Tomo, los cuales representan un importante hábitat de fauna y flora.

La mayoría de los ríos que conforman esta cuenca comienzan la canalización en la parte alta de la Cordillera Oriental, luego recorren la llanura y la altillanura hasta desembocar en el Orinoco. Dentro de sus tributarios se encuentran corrientes de quinto a primer orden.

◆ CUENCA CAÑO GUARROJO

Discurre en dirección Sur – Norte hasta su desembocadura en el río Vichada, la corriente se caracteriza por presentar desbordamientos durante la época de lluvia, que limitan el transporte terrestre al impedir el

cruce del río, mientras que en las épocas de baja precipitación, el caudal disminuye considerablemente hasta el punto de permitir el paso peatonal. Nace a una altura de 250 msnm, su longitud aproximada es de 6,42 Km y un área de 15,79 Km². Tiene su nacimiento en las denominadas Sabanas de Mame. (FOTOGRAFÍAS 3.57 Y 3.58).



FOTOGRAFÍA 3.57
CAÑO GUARROJO

Fuente: Estudio para la Modificación de la Licencia Ambiental Global del Área de Desarrollo Caracara



FOTOGRAFÍA 3.58
CAÑO GUARROJO. CORREDOR DE LÍNEAS DE FLUJO DE
FACILIDADES PRODUCCIÓN CARACARA SUR – ESTACIÓN
JAGUAR

Fuente: Estudio para la Modificación de la Licencia Ambiental Global del Área de Desarrollo Caracara

SUBCUENCA CAÑO SILLATAVA

Nace a una altura de 250 msnm. Desemboca en el margen derecho del caño Guarrojo. Sus aguas presentan una dirección de Oeste – Norte en terrenos levemente ondulados, tiene una longitud aproximada de 6,41 Km y un área de 25,09 Km², el cauce principal es semirrecto y posee varios tributarios menores que desembocan en sus aguas y son de tipo subparalelo (FOTOGRAFÍA 3.59).

◆ CUENCA RÍO PLANAS

La cuenca del río Planas pertenece a la cuenca de la Orinoquía y nace en cercanías del corregimiento de Palmarito a la altura de la cota 225 msnm; su recorrido lo realiza inicialmente en sentido Sur – Dentro de sus principales tributarios, se encuentran corrientes de cuarto a primer orden, tales como el río Tillavá (al

sur del Campo Rubiales) y los caños Pirirí, Cajua, Cejalito, Catamaribo, Cuchiribo, Palmita, Turpiel, Morrocoy, Cumarito, Pucumay y Piedras, entre otros. Cabe anotar que dentro del área de estudio, está el caño Rubiales, el cual presenta un drenaje dendrítico, con dirección Oeste – Este. Luego desemboca al río Vichada el cual a su vez descarga finalmente en el río Orinoco (**FOTOGRAFÍA 3.60 Y FOTOGRAFÍA 3.61**).

SUBCUENCA CAÑO CATANARIBO

Nace a una altura de 200 msnm; desemboca en el río Planas en el margen izquierdo. Sus aguas presentan una dirección Oeste – Este en terrenos de altillanura ondulada, tiene una longitud aproximada de 11,89 Km y un área de 19,67 Km², el cauce principal es semirrecto y posee varios tributarios menores que desembocan en sus aguas y son de tipo subparalelo. Su principal afluente es el caño Cejalito que nace a una altura aproximada de 250 msnm (**FOTOGRAFÍA 3.62**).



FOTOGRAFÍA 3.59

CAÑO SILLATAVA

Fuente: DAA Línea de conducción de hidrocarburos Estación Jaguar Oleoducto ODL



FOTOGRAFÍA 3.60

RÍO PLANAS

Fuente: Grupo G.I 2010.



FOTOGRAFÍA 3.61
RÍO PLANAS

Fuente: Grupo G.I 2010.



FOTOGRAFÍA 3.62
CAÑO CATANARIBO
Fuente: Grupo G.I 2010

MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN CAÑO CEJALITO

Nace a una altura de 250 msnm, es tributario directo del caño Catanaribo que desemboca en el margen izquierdo del río Vichada. Sus aguas presentan una dirección de Oeste – Este en terrenos de altillanura ondulada, tiene una longitud aproximada de 15,37 Km y un área de 75 Km², el cauce principal es semirrecto y posee varios tributarios menores que desembocan en sus aguas (**FOTOGRAFÍA 3.63**).

SUBCUENCA CAÑO SAMARRUALE

El caño Samarruale (Penajato Samarruale) nace aproximadamente en la cota 200 msnm, el cauce principal es semirrecto y se dirige hacia el nororiente hasta desembocar al río Planas en el límite occidental del área del resguardo indígena. Es una corriente de cuarto orden, de acuerdo a la clasificación de Horton, con una longitud aproximada es de 7,85 Km y un área de 18,93 Km² y un caudal promedio anual de 2,92 m³/s.

SUBCUENCA CAÑO PIRIRÍ

El caño Pirirí (Penajato Pirirí) nace aproximadamente en la cota 240 m.s.n.m. y a 66,0 Km al sur del municipio de Puerto Gaitán, es un cauce en general meándrico poco acentuado, cuyo sistema de drenaje es denso con tributarios pequeños que conforman una ramificación dendrítica de textura fina que se

clasifica en orden 5 de acuerdo a la teoría de Horton La longitud aproximada es de 18,17 Km y un área de 75,76 Km², cuyo flujo principal es de sur a nororiente. El caudal promedio anual estimado es de 24,33 m³/s (**FOTOGRAFÍA 3.64**).



FOTOGRAFÍA 3.63
CAÑO CEJALITO
Fuente: Grupo G.I 2010.



FOTOGRAFÍA 3.64
CAÑO PIRIRI
Fuente: Grupo G.I 2010.

MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN CAÑO COCHINOTE

Nace a una altura de 200 msnm. Es tributario directo del Caño Piriri que desemboca en el margen Derecho del río Planas Sus aguas presentan una dirección de Sur – Este en terrenos de altillanura ondulada, tiene una longitud aproximada de 14,29 Km y un área de 40,15 Km², el cauce principal es semirrecto y posee varios tributarios menores que desembocan en sus aguas.

SUBCUENCA CAÑO CAJÚA

El caño Cájua (Penajato Cájua) nace a 8,2 Km al norte del estadero La Virgen, aproximadamente en la cota 240 msnm. El flujo principal se dirige hacia el noroccidente por un cauce semirrecto en el sector alto, meándrico poco acentuado en el sector medio y meándrico acentuado en el sector bajo de la microcuenca. Es una corriente de quinto orden de acuerdo a la clasificación de Horton, con una longitud

aproximada de 17,98 Km y un área de 46,33 Km², con un caudal promedio anual de 14,38 m³/s, estimado hasta el sitio de cruce con el carreteable que conduce a Campo Rubiales (**FOTOGRAFÍA 3.65**).

MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN MNN9

Nace a una altura de 200 msnm, es tributario directo del caño Cajua, que desemboca en el margen derecho del río Planas. Sus aguas presentan una dirección de Suroeste – Noroeste en terrenos de altillanura ondulada, tiene una longitud aproximada de 8,42 Km y un área de 13,26 Km², el cauce principal es semirrecto y posee varios tributarios menores que desembocan en sus aguas.



FOTOGRAFÍA 3.65

CAÑO CAJÚA, EN EL SITIO DE CRUCE CON EL CARRETEABLE A CAMPO RUBIALES

Fuente: Grupo G.I 2010

MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN MNN10

Nace a una altura de 200 msnm. Es tributario directo del caño Cajúa, que desemboca en el Margen derecho del río Planas. Sus aguas presentan una dirección de Suroeste – Noreste en terrenos de altillanura ondulada, tiene una longitud aproximada de 10,83 Km y un área de 30,97 Km², el cauce principal es semirrecto y posee varios tributarios menores que desembocan en sus aguas.

SUBCUEENCA CAÑO RUBIALES

Nace a una altura de 200 msnm; Desemboca en el río Tillava en el margen izquierdo. Sus aguas presentan una dirección Sur – Este en terrenos rodeado por sabanas naturales con colinas disectadas, tiene una longitud aproximada de 48,46 Km y un área de 75,30 Km², el cauce principal es semirrecto y posee varios tributarios menores que desembocan en sus aguas que son de tipo subparalelo. Curso de agua de 5 m de ancho y 1 m de profundidad aproximadamente (**FOTOGRAFÍA 3.66**).

MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN MNN11

Nace a una altura de 175 msnm, constituye un tributario directo del caño Rubiales que desemboca en el margen izquierdo del río Tillava. Sus aguas presentan una dirección de Suroeste – Noreste en terrenos de altillanura ondulada, tiene una longitud aproximada de 3,54 Km y un área de 96,89 Km², el cauce principal es semirrecto y posee varios tributarios menores que desembocan en sus aguas.



FOTOGRAFÍA 3.66

CAÑO RUBIALES PASO ODL

Fuente: Grupo G.I 2010.

MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN CAÑO GUAFFAS

Nace a una altura de 200 msnm, es tributario directo del caño Rubiales que desemboca en el margen izquierdo del río Tillava. Sus aguas presentan una dirección de Sur – Este en terrenos de altillanura ondulada, tiene una longitud aproximada de 9,95 Km y un área de 16,24 Km², el cauce principal es semirrecto y posee varios tributarios menores que desembocan en sus aguas.

MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN MNN13

Siendo también tributario directo del caño Rubiales, nace a una altura de 175 msnm y desemboca en el margen izquierdo del río Tillava. Sus aguas drenan en dirección Sureste – Noreste en terrenos de altillanura ondulada, tiene una longitud aproximada de 11,34 Km y un área de 20,73 Km², el cauce principal es semirrecto y posee varios tributarios menores que desembocan en sus aguas (FOTOGRAFÍA 3.67).



FOTOGRAFÍA 3.67

MNN13

Fuente: Grupo G.I 2010.

MICROCUEENCA DE PRIMER ORDEN CAÑO MASIFERIANA

Nace a una altura de 200 msnm, en el sitio denominado la Y, es tributario directo del caño Rubiales y desemboca en el margen izquierdo del río Tillava. Drena en dirección de Sur – Este en terrenos de altillanura ondulada, tiene una longitud aproximada de 15.94 Km y un área de 92,95 Km², el cauce principal es semirrecto y posee varios tributarios menores que desembocan en sus aguas. Es una corriente de tercer orden que cuenta con un caudal promedio anual de 1,26 m³/s.

3.2.5 CALIDAD DEL AGUA**3.2.5.1 CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL****♦ INTRODUCCIÓN**

El presente numeral tiene por objeto definir las características fisicoquímicas orgánicas e inorgánicas propias de los cuerpos de agua principales presentes en el área de influencia del proyecto de la línea de transmisión eléctrica, a partir del análisis de las caracterizaciones fisicoquímicas efectuadas en dos fechas del año (Julio y Noviembre de 2010) a los cursos de agua, en el periodo hidrológico de lluvias, con el fin de identificar los atributos naturales de estas aguas y así poder establecer eventuales cambios en la calidad de las mismas que puedan ser consecuencia de las actividades antrópicas que se realicen en un futuro. Adicionalmente durante mayo de 2011 se monitorearon 27 cuerpos de agua superficiales correspondientes a drenajes secundarios y menores, de los cuales se tiene previsto realizar captación, cuya interpretación de resultados y soporte de los análisis de laboratorio se presentan en la respuesta al Auto 1363/2011 y su anexo 3.

Para dar cumplimiento al objetivo propuesto se realizó un análisis de la información fisicoquímica la cual permitió definir los valores de concentración de esta agua para el periodo hidrológico ya referenciado. De esta manera, fue posible efectuar una clasificación sencilla de las aguas a partir de los dos criterios de agrupamiento de las variables fisicoquímicas: la calidad orgánica y la calidad mineral típica de estos cuerpos de agua. En el siguiente numeral se presentan las bases teóricas en las cuales se enmarca la interpretación de la información obtenida en el muestreo.

♦ FUNDAMENTOS TEÓRICOS

De acuerdo con Donato y Galvis (2008): “Los Andes, los diferentes regímenes pluviométricos, las extensas sabanas y las selvas húmedas junto con la ubicación estratégica en la zona tropical, caracterizan los biomas y paisajes de Colombia y determinan la existencia de ecosistemas con un valioso potencial hídrico y complejos sistemas de captación, regulación e interacción ecológica.

Colombia es considerada uno de los países más ricos en sistemas acuáticos; el potencial y la riqueza hídrica se representan en una extensa red fluvial que cubre el país, así como la presencia de grandes extensiones de humedales. En la Orinoquia, donde predominan los ríos procedentes de los Andes (ej.: Meta, Orinoco), existen ríos y caños procedentes de la altillanura, plataforma antigua del macizo de Guayanas, muy lavada y pobre en nutrientes. Estos ríos y caños, por la importancia del bosque ripario que los acompañan a lo largo de su recorrido, plantean problemáticas importantes en cuanto a la heterogeneidad espacial, la estructura y la dinámica de comunidades y el papel del material alóctono/autóctono en la producción”.

Estos mismos autores proponen que los ríos y quebradas en Colombia pueden subdividirse en dos grandes grupos: ríos de montaña o Andinos y ríos de tierras bajas, estos últimos a su vez se subdividen en:

A. Ríos de la región Orinocense, los cuales a su vez se subdividen en:

1. Ríos del piedemonte de la Cordillera Oriental y llanura baja.
2. Ríos y caños que provienen de la altillanura
3. Ríos y caños del escudo Guayanes

B. Caños o ríos que corren a través de la selva:

1. Ríos de la Amazonia Colombiana
2. Ríos de la región Pacífica

C. Ríos o quebradas de valles interandinos.

D. Ríos del Caribe Colombiano.

Los drenajes del presente análisis de calidad del agua, de acuerdo con la clasificación anteriormente enunciada corresponden a ríos de tierras bajas – ríos de la región Orinocense – ríos del piedemonte de la Cordillera Oriental y llanura baja.

PRINCIPALES VARIABLES FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS NATURALES

A continuación se referencian las variables fisicoquímicas de mayor importancia en el estudio de las características físicas y químicas de los cuerpos de agua:

El **oxígeno**, constituye uno de los elementos de mayor importancia en los ecosistemas acuáticos, ya que su presencia y concentración definen el tipo de especies que ocurren de acuerdo con sus tolerancias y rangos de adaptación. La capacidad de reoxigenación de un cuerpo lótico, es decir de incorporar oxígeno atmosférico al agua, constituye una característica de gran importancia ecológica y ambiental, que se encuentra estrechamente relacionada con el caudal. Juega un papel preponderante en la capacidad de autodepuración de los cursos hídricos, principalmente en lo que concierne a problemas de contaminación por materia orgánica, los cuales dan lugar a la reducción de oxígeno disuelto en la columna de agua, llegando incluso a situaciones de anoxia. Porcentajes de saturación de oxígeno mayores a 100 son ventajosos o indicativos de una muy buena capacidad de reoxigenación en sistemas lóticos.

Los **coliformes totales** constituyen el conjunto de microorganismos que producen colonias rojas con brillo metálico tras 24 horas de incubación. Algunos crecen normalmente sobre el suelo, por lo que su presencia no indica contaminación por residuos antrópicos, en tanto que los **coliformes fecales** representan la porción de los coliformes totales que provienen de las heces fecales de animales de sangre caliente, y por ende, permite inferir la influencia antrópica o humana en la contaminación.

La **DQO** que refleja el proceso de oxidación de la materia orgánica por medios químicos, por su parte la descomposición de la materia orgánica por vías biológicas, corresponde a la **DBO**.

Los **nitritos, nitratos y nitrógeno amoniacal** son otra fuente primordial de nitrógeno necesario en la síntesis de proteína, la variabilidad de nitritos es muy amplia y por lo general se halla menos condicionada a los valores altos, aportados por los nitratos.

El **fósforo total** junto con el nitrógeno constituyen los dos elementos más importantes para la productividad primaria en los ecosistemas acuáticos. El fósforo proviene de la disolución de las rocas fosfatadas y por la mineralización de la materia orgánica, que retorna al medio el fósforo inorgánico a través de los procesos de descomposición microbiana (Roldán, 1992).

El fósforo es una variable que se ha utilizado para evaluar el grado de eutrofización de las aguas, ya que la contaminación orgánica, industrial y agrícola constituye hoy día una de las fuentes más importantes de nitrógeno y fósforo en el agua y es la principal responsable de los fenómenos de eutrofización.

La **eutrofización o eutroficación** se define como el enriquecimiento del medio acuático con nutrientes, ocasionando crecimiento excesivo de plantas acuáticas. Aunque existen discrepancias en la literatura acerca de los valores de fósforo (P) que indican eutrofización, en términos generales se acepta que concentraciones superiores a 0,02 mg/l de fósforo indican condiciones de eutrofia (RD: Real Decreto del Ministerio de Obras y Transporte, 1992; USEPA: Environmental Agency, en Thomann y Mueller, 1987).

Las principales causas de los problemas de eutrofización son:

GEOINGENIERÍA	GI-1876	PÁG. 120

- **PROCESOS FÍSICOQUÍMICOS:** Dentro de estos se encuentran características geológicas de la cuenca, contenidos de minerales y nutrientes, procesos erosivos, tasas de renovación del agua, así como las características morfométricas de la cuenca.
- **PROCESOS NUTRICIONALES:** Relación entrada-salida de los nutrientes y tipo de vegetación existente en los alrededores.
- **PROCESOS ANTRÓPICOS:** Actividades humanas tales como descargas urbanas, industriales o agropecuarias (detergentes, abonos, herbicidas), procesos de degradación.

La dinámica del **fósforo** depende del reciclamiento interno (sedimentos), pero principalmente por el aporte de la cuenca (lavado, quemas, erosión); por el contrario el **nitrógeno** depende básicamente de procesos endógenos ligados desde su fijación por los productores primarios, hasta los aportes derivados tanto de la descomposición de la materia orgánica ocurrida en la zona litoral, como los procedentes del sedimento y las pérdidas de denitrificación por la liberación de nutrientes a través de la descomposición microbiana (Donato *et al*, 1996).

Los **sólidos disueltos** constituyen los iones solubles en el agua incluyendo los cloruros, magnesio, calcio, potasio, sulfatos, sodio, valores altos indican mayor concentración de sales minerales en la columna de agua. Mientras que los **sólidos suspendidos** corresponden a arcillas, limos y materia orgánica finamente dividida.

Los **sólidos suspendidos** corresponden a arcillas, limos y materia orgánica finamente dividida. Se encuentran correlacionados con la **turbiedad**. La turbidez del agua es atribuida al material en suspensión y coloidal presente en el agua, cuyo efecto es la disminución en la penetración de la luz solar.

La **conductividad** refleja la mineralización de las aguas (sólidos disueltos), dado que conjuga los cationes sodio, potasio, calcio, magnesio; así como, los aniones carbonatos, bicarbonatos, sulfatos y cloruros principalmente. A través de la conductividad se pueden conocer otras informaciones muy valiosas acerca del ecosistema, dentro de éstas se destacan: la magnitud de las concentraciones iónicas en especial de macronutrientes; la variación diaria de la conductividad proporciona información acerca de la productividad primaria y descomposición de materia orgánica; la detección de fuentes de contaminación; y la naturaleza geoquímica del terreno (Roldán, 2008 y Márquez & Guillot, 2001).

Los **cloruros** proceden principalmente de lavado de ambientes sedimentarios marinos, especialmente aguas fósiles. Es un buen indicador de intrusiones marinas y/o de mezclas en regiones costeras. Debido a que es un elemento escaso en la corteza terrestre, el aporte al acuífero por lavado de rocas es pequeño. Altas concentraciones en las aguas pueden estar asociadas a actividades urbanas (domésticas) e industriales.

El ión **sulfato**, es la forma más común de encontrarse el azufre en el agua, puede relacionarse a ambientes marinos e hipersalinos áridos. Puede entrar al medio acuoso como resultado de procesos de disolución de yesos, por oxidación de sulfuros en rocas ígneas. Los sulfatos son aniones que se encuentran en aguas aeróbicas y es la forma como las algas lo pueden incorporar al protoplasma. Las actividades urbanas, industriales y agrícolas pueden aportar cantidades importantes. Los sulfatos en las aguas naturales varían en valores que van desde los 2.0 hasta los 10 mg/L.

La **alcalinidad**, es definida como la capacidad del agua para neutralizar ácidos, se encuentra muy relacionada con el **pH**. De igual forma la alcalinidad es una medida de la cantidad de iones bicarbonato y carbonato presentes en el agua, y por lo tanto, una manera de conocer el funcionamiento y metabolismo de un ecosistema acuático. La alcalinidad mide indirectamente los cationes que están químicamente unidos a los carbonatos y demás aniones que tiene que ver con la acción buffer en el agua. Aguas con altos valores de alcalinidad (>100 mg/L) son más productivas. Aguas con pH por debajo de 6.0 poseen pocos carbonatos y son pobres biológicamente.

Dentro de los metales los de mayor importancia corresponden al **Cadmio, Aluminio y Cromo hexavalente**, los cuales son elementos constitutivos de algunos compuestos que eventualmente pueden ser utilizados durante el desarrollo de proyectos y por ende su concentración inicial servirá como un parámetro de evaluación posterior en los monitoresos.

Pesticidas organoclorados y organofosforados, según la OMS, un pesticida o plaguicida es cualquier sustancia o mezclas de sustancias, de carácter orgánico o inorgánico, que está destinada a combatir insectos, ácaros, roedores y otras especies indeseables de plantas y animales que son perjudiciales para el hombre o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, producción de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, también aquellos que pueden administrarse a los animales para combatir insectos arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos.

Desde el punto de vista de la toxicología, es importante señalar que las formulaciones de plaguicidas además del principio activo incluyen sustancias transportadoras, diluyentes como agua o solventes orgánicos, aditivos e impurezas, que pueden tener potencial tóxico por sí mismas.

El aire, el agua, el suelo y los alimentos retienen gran parte de los pesticidas y éstos llegarán a los seres vivos. Constituye un problema actual su persistencia en el medio ambiente, su concentración y transformación en organismos vivos (ver **TABLA 3.28**).

TABLA 3.28 PESTICIDAS

	ORGANOFOSFORADO	ORGANOCOLORADO
Estabilidad	Muy baja	elevada
Persistencia	baja	alta
Efectos bioacumulativo	no posee	muy grande
Toxicidad aguda	alta	baja
Solubilidad en agua	alta	baja
Hidrofobicidad	bajo	alto

Fuente: Grupo G.I 2010.

Los pesticidas organofosforados son sustancias biodegradables en la naturaleza, sin tendencia a acumularse en las grasas del organismo, pero con gran actividad neurotóxica que va a producir intoxicaciones agudas de gravedad. Por su parte, el pesticida organoclorado aunque forma una cadena química altamente estable su efecto bioacumulativo lo hace tóxico.

◆ ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN

Se eligieron los índices de contaminación (ICO), como herramienta para caracterizar fisicoquímicamente los drenajes principales del área de influencia del proyecto de la línea de transmisión eléctrica. Ramírez & Viña (1998), proponen 4 índices de contaminación: mineralización, materia orgánica, sólidos suspendidos y trofia.

Entre ellos son complementarios, no se correlacionan entre sí y muestran por consiguiente problemas ambientales diferentes. Como limitante, tienen que los rangos máximos dados para algunas variables como conductividad, son estrechos y en el cálculo final reflejan muy alta contaminación aunque su condición realmente no sea crítica para las condiciones propias de la zona.

Cada índice agrupa las siguientes variables:

Índice de Contaminación por Mineralización (ICOMI): Se expresa con las variables, Conductividad como reflejo de los sólidos disueltos, Dureza que agrupa los cationes calcio y magnesio; y Alcalinidad que agrupa los aniones carbonatos y bicarbonatos.

$$\text{ICOMI} = 1/3 (\text{I. Conductividad} + \text{I. Dureza} + \text{I. Alcalinidad})$$

Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos (ICOSUS): Se determina por la concentración de sólidos suspendidos.

$$\text{ICOSUS} = -0.02 + 0.003 \times \text{Sólidos Suspendidos (mg/l)}$$

Índice de contaminación por Materia Orgánica (ICOMO): Se determina con las variables, demanda bioquímica de oxígeno y coliformes totales, ya que reflejan fuentes diferentes de contaminación orgánica y porcentaje de saturación de oxígeno que indica la capacidad de respuesta del ecosistema.

$$\text{ICOMO} = 1/3 (\text{I.DBO} + \text{I.Coliformes Totales} + \text{I.Porcentaje de Saturación de Oxígeno})$$

Índice de contaminación por nutrientes (ICOTRO): Se mide por la concentración de Fósforo Total, la cual define por sí mismo una categoría de la siguiente manera:

Oligotrofía:	menor de 0.01 mg/l
Mesotrofía:	0.01 a 0.02 mg/l
Eutrofía:	0.02 a 1.0 mg/l
Hipereutrofía:	por encima de 1.0 mg/l

En la **TABLA 3.29** se muestran los índices presentan rangos de cero (0) a uno (1), los cuales indican la siguiente condición ambiental:

TABLA 3.29 RANGOS ICOTRO

ICO	CONTAMINACIÓN
0 - 0,2	Ninguna
> 0,2 - 0,4	Baja
> 0,4 - 0,6	Media
> 0,6 - 0,8	Alta
> 0,8 - 1	Muy alta

Fuente: Grupo G.I 2010.

♦ LEGISLACIÓN AMBIENTAL

Aunque se cuenta con la expedición del Decreto 3930 del 25 de octubre de 2010 el cual reglamenta el uso del agua, en este acto administrativo no se establecen los nuevos criterios de calidad de las aguas para vertimientos, por consiguiente continúan vigentes los criterios establecidos en el Decreto 1594/84. La **TABLA 3.30**, **TABLA 3.31**, **TABLA 3.32**, que reúne los resultados de los análisis fisicoquímicos registra los criterios de calidad de las aguas para vertimientos según el Decreto 1594, expedido por el Ministerio de Salud en 1984. Se extrajo la información para los artículos:

TABLA 3.30 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE AGUAS SUPERFICIALES SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR – RÍO UPÍA

FECHA DE MUESTREO		DIA/MES/AÑO		23/7/10	23/7/10	10/11/10	11/11/10	DECRETO 1594/84				
				MUESTREO JULIO 2010		MUESTREO NOVIEMBRE 2010						
PARÁMETRO		UNIDAD	LUGAR	RÍO LENGUPA	RÍO UPÍA	RÍO LENGUPA	RÍO UPÍA	ART. 38	ART. 39	ART. 40	ART. 41	ART. 42
FÍSICOS	Temperatura del agua	°C	C	20	21	22	21					
	Conductividad	µmho/cm	L	141,2	37	168	55					
	Turbiedad	NTU	L	476,0	1,8	74,9	74,2		10,0			
	Sólidos Disueltos Totales	mg/l	L	162	37	126	27					
	Sólidos Sedimentables	mg/l	L	0,2	ND	<0,1	<0,1					
	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	L	322	17	5530	91					
QUÍMICOS	pH	Unidad	L	8,4	7,6	8,11	7,35	5.0-9.0	6.5-8.5	4.5-9.0		5.0-9.0
	Alcalinidad Total	mg/l CaCO ₃	L	45,9	16,7	57,4	18,9					
	Acidez	mg/l CaCO ₃	L	ND	2,0	1,5	3,0					
	Bicarbonatos	mg/l	L	56,0	20,4	57,4	18,9					
	Dureza total	mg/l CaCO ₃	L	82,1	20,2	360	20,7					
	Fósforo Orgánico	mg/l	L	ND	ND	0,03	0,02					
	Fósforo Inorgánico	mg/l	L	ND	ND	1,19	0,16					
	Fósforo Total	mg/l	L	0,15	0,05	1,22	0,18					
	Nitratos	mg/l	L	ND	ND	<0,01	0,02	10	10			
	Nitritos	mg/l	L	ND	ND	<0,01	<0,01	1	1		10	
	Nitrógeno Amoniacal	mg/l	L	ND	ND	0,33	0,17					
	Nitrógeno Total	mg/l	L			9,80	1,48					
	Cloruros	mg/l	L	4,4	4,7	11,5	0,50	250	250			
	Calcio	mg/l	L			139,5	5,3					
	Magnesio	mg/l	L			10,9	11,4					
	Potasio	mg/l	L			6,36	1,95					
	Sodio	mg/l	L			6,78	4,18					
	Sulfatos	mg/l	L	39,0	6	34,2	7,4					
	Hierro Total	mg/l	L	4,2	0,3	52,1	3,6					
	Aluminio	mg/l	L			15,9	1,6					
	Cadmio	mg/l	L	ND	ND	<0,0005	<0,0005	0,01	0,01	0,01	0,05	
	Cromo hexavalente	mg/l	L			<0,01	<0,01					
	Tensoactivos	mg/l ABS	L	ND	ND	0,04	0,06					
	Grasas y Aceites	mg/l	L	ND	ND	4,7	2,1	(1)	(1)			(1)
	Hidrocasrburos totales	mg/l	L	ND	ND	1,1	<0,6					
	Fenoles	mg/l	L	ND	ND	<0,04	<0,04	0,002	0,002			0.002
	Pesticidas organoclorados	mg/l	L				<0,05					
	Pesticidas organofosforados	mg/l	L				<0,05					
	DQO	mg/l O ₂	L	14,0	ND	12	10					
	DBO ₅	mg/l O ₂	L	ND	ND	8	3					
	Oxígeno Disuelto	mg/l O ₂	L	6,2	6,4	6,7	6,3					
	Saturación O ₂	%	Calc.	72,5	75,4	80,3	75,1					
MICROBIO- LÓGICOS	Coliformes Totales	NMP/100 ml	L	48	26			20000	1000	<5000		1000
	Coliformes Fecales	NMP/100 ml	L	43	7			2000		<1000	1000	200

L: LABORATORIO C: CAMPO

(1) película no visible

Art. 38: Consumo humano y doméstico, con tratamiento convencional.

Art. 39: Consumo humano y doméstico, solo requiere desinfección.

Art. 40: Uso agrícola.

Art. 41: Uso pecuario.

Art. 42: Uso recreativo.

TABLA 3.31 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS SUPERFICIALES SECTOR SUBESTACIÓN RÍO UPÍA – RÍO META

FECHA DE MUESTREO		DIA/MES/AÑO		21/7/10	22/7/10	23/7/10	23/7/10	11/11/10	13/11/10	13/11/10	13/11/10	DECRETO 1594/84				
				MUESTREO JULIO 2010				MUESTREO NOVIEMBRE 2010								
PARÁMETRO		UNIDAD	LUGAR	RÍO TACUYA	RÍO GUAFAL	RÍO LOS HOYOS	RÍO TÚA	RÍO TÚA	RÍO GUAFAL	RÍO LOS HOYOS	RÍO TACUYA	ART. 38	ART. 39	ART. 40	ART. 41	ART. 42
FÍSICOS	Temperatura del agua	°C	C	32	24	22	25	24	23	21	25					
	Conductividad	µmho/cm	L	16,1	17,2	14,8	15	45	16	9	17					
	Turbiedad	NTU	L	4,6	2,8	1,6	4,2	118,0	43,3	26,8	382,0		10,0			
	Sólidos Disueltos Totales	mg/l	L	2	29	23	17	22	8	4	8					
	Sólidos Sedimentables	mg/l	L	0,2	ND	ND	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1					
	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	L	48	34	7	89	136	24	15	350					
QUÍMICOS	pH	Unidad	L	7,0	7,1	6,7	6,7	7,28	6,91	6,54	6,27	5.0-9.0	6.5-8.5	4.5-9.0		5.0-9.0
	Alcalinidad Total	mg/l CaCO ₃	L	10,7	11,6	9,2	14,7	15,4	8,9	5,8	5,5					
	Acidez	mg/l CaCO ₃	L	2,5	3,9	2,2	2,9	3,5	3,0	2,5	4,0					
	Bicarbonatos	mg/l	L	13,0	14,1	11,3	18,0	15,4	8,9	5,8	5,5					
	Dureza total	mg/l CaCO ₃	L	4,2	5,4	8,9	17,3	20,5	5,4	2,6	18,4					
	Fósforo Orgánico	mg/l	L	ND	ND	ND	ND	0,04	<0,003	0,08	0,59					
	Fósforo Inorgánico	mg/l	L	ND	ND	ND	ND	0,26	0,07	0,04	0,13					
	Fósforo Total	mg/l	L	0,06	0,03	ND	0,08	0,30	0,08	0,12	0,72					
	Nitratos	mg/l	L	ND	ND	ND	ND	<0,01	<0,01	<0,01	0,19	10	10			
	Nitritos	mg/l	L	ND	ND	ND	ND	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1	1		10	
	Nitrógeno Amoniacal	mg/l	L	ND	ND	ND	ND	0,16	0,14	0,14	0,37					
	Nitrógeno Total	mg/l	L					1,34	1,00	1,27	2,62					
	Cloruros	mg/l	L	2,5	2,5	2,2	3,0	<0,29	<0,29	0,65	1,30	250	250			
	Calcio	mg/l	L					4,21	0,24	0,07	0,52					
	Magnesio	mg/l	L					1,10	0,67	0,42	0,90					
	Potasio	mg/l	L					2,82	0,87	1,22	3,18					
	Sodio	mg/l	L					2,66	1,90	1,58	3,61					
	Sulfatos	mg/l	L	ND	ND	ND		9	4	<0,1	<0,1					
	Hierro Total	mg/l	L	1,0	1,1	0,9	1,6	2,67	1,84	1,84	11,21					
	Aluminio	mg/l	L					1,2	0,7	0,7	3,9	1,0	1,0			
	Cadmio	mg/l	L	ND	ND	ND	ND	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,01	0,01	0,01	0,05	
	Cromo hexavalente	mg/l	L					<0,01	<0,01	<0,01	<0,01					
	Tensoactivos	mg/l ABS	L	ND	ND	ND	ND	0,09	0,06	0,06	0,13					
	Grasas y Aceites	mg/l	L	ND	ND	ND	4,0	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	(1)	(1)			(1)
	Hidrocarburos totales	mg/l	L	ND	ND	ND	ND	0,6	<0,6	<0,6	<0,6					
	Fenoles	mg/l	L	ND	ND	ND	ND	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,002	0,002			0,002
	Pesticidas organoclorados	mg/l	L					<0,05	<0,05	<0,05	<0,05					
	Pesticidas organofosforados	mg/l	L					<0,05	<0,05	<0,05	<0,05					
	DQO	mg/l O ₂	L	ND	ND	ND	7,0	<10	<10	<10	<10					
	DBO ₅	mg/l O ₂	L	ND	ND	ND	ND	3	4	2	2					
	Oxígeno Disuelto	mg/l O ₂	L	6,7	6,7	6,8	6,6	5,93	6,83	6,97	7,17					
	Saturación O ₂	%	Calc.	93,9	81,5	79,6	82,8	73,5	84,6	86,4	88,8					
MICROBIO-LÓGICOS	Coliformes Totales	NMP/100 ml	L	22	13	22	39					20000	1000	<5000		1000
	Coliformes Fecales	NMP/100 ml	L	22	12	22	27					2000		<1000	1000	200

L: LABORATORIO C: CAMPO

(1) película no visible

Art. 38: Consumo humano y doméstico, con tratamiento convencional.

Art. 39: Consumo humano y doméstico, solo requiere desinfección.

Art. 40: Uso agrícola.

Art. 41: Uso pecuario.

Art. 42: Uso recreativo

TABLA 3.32 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS SUPERFICIALES SECTOR SUBESTACIÓN RÍO META – CAMPO RUBIALES

FECHA DE MUESTREO		DIA/MES/AÑO		20/7/10	21/7/10	21/7/10	22/7/10	16/11/10	16/11/10	16/11/10	16/11/10	16/11/10	16/11/10	DECRETO 1594/84				
PARÁMETRO		UNIDAD	LUGAR	RÍO PLANAS	RÍO MANACACÍAS	RÍO YUCAO	RÍO META	CAÑO RUBIALES	CAÑO CAJUA	RÍO PLANAS	RÍO MANACACÍAS	RÍO YUCAO	RÍO META					
MUESTREO JULIO 2010														MUESTREO NOVIEMBRE 2010				
														ART. 38	ART. 39	ART. 40	ART. 41	ART. 42
FÍSICOS	Temperatura del agua	°C	C	23	22	20	23	21	20	22	20	21	22					
	Conductividad	µmho/cm	L	2,6	3,4	2,6	78	4	3	4	6	4	73					
	Turbiedad	NTU	L	1,8	3,0	1,2	370,0	11,5	1,68	60,3	81,3	18,5	598		10,0			
	Sólidos Disueltos Totales	mg/l	L	13	26	23	103	1	2	2	3	2	37					
	Sólidos Sedimentables	mg/l	L	ND	ND	ND	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1					
QUÍMICOS	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	L	22	35	24	559	<0,92	2	48	98	29	570					
	pH	Unidad	L	5,5	5,4	5,4	6,8	5,31	4,86	4,94	5,18	5,00	6,08	5,0-9,0	6,5-8,5	4,5-9,0		5,0-9,0
	Alcalinidad Total	mg/l CaCO ₃	L	2,3	2,3	1,7	25,4	3,5	2,0	2,1	2,6	2,4	19,1					
	Acidez	mg/l CaCO ₃	L	6,9	6,9	4,9	4,4	2,5	2,5	3,5	3,5	3,5	4,0					
	Bicarbonatos	mg/l	L	2,8	2,8	2,1	31,0	3,5	2,0	2,1	2,6	2,4	19,1					
	Dureza total	mg/l CaCO ₃	L	ND	3,6	ND	45,2	6,0	3,0	7,2	8,5	3,0	29,8					
	Fósforo Orgánico	mg/l	L	ND	ND	ND	ND	0,03	<0,003	0,06	0,08	0,01	<0,003					
	Fósforo Inorgánico	mg/l	L	ND	ND	ND	0,04	0,01	0,006	0,02	0,05	0,03	0,13					
	Fósforo Total	mg/l	L	ND	0,04	ND	0,08	0,04	<0,003	0,08	0,13	0,04	0,14					
	Nitratos	mg/l	L	ND	ND	ND	ND	0,19	<0,01	0,10	0,31	0,06	0,09	10	10			
	Nitritos	mg/l	L	ND	ND	ND	ND	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1	1		10	
	Nitrógeno Amoniacal	mg/l	L	ND	ND	ND	ND	0,26	0,03	0,27	0,20	0,19	0,42					
	Nitrógeno total	mg/l	L					<1,0	<1,0	1,23	1,90	1,53	2,37					
	Calcio	mg/l	L					0,18	0,21	0,12	0,14	0,09	10,11					
	Cloruros	mg/l	L					0,30	1,15	1,00	0,65	0,80	1,35					
	Magnesio	mg/l	L					0,058	0,044	0,090	0,156	0,069	2,42					
	Potasio	mg/l	L					1,55	1,98	1,58	2,67	2,64	7,72					
	Sodio	mg/l	L					2,44	2,73	3,11	2,90	2,46	3,24					
	Sulfatos	mg/l	L	ND	ND	ND	18	1,04	1,73	<0,1	1,25	0,75	14,10					
	Hierro Total	mg/l	L	0,3	0,5	0,4	2,8	0,32	0,06	1,52	2,22	0,95	12,72					
	Aluminio	mg/l	L					<0,007	<0,007	2,6	3,1	<0,007	13,0					
	Cadmio	mg/l	L	ND	ND	ND	ND	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,01	0,01	0,01	0,05	
	Cromo hexavalente	mg/l	L					<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01					
	Tensoactivos	mg/l ABS	L	ND	ND	ND	ND	0,08	<0,04	0,06	0,05	0,08	0,11					
	Grasas y Aceites	mg/l	L	ND	ND	5,0	6,0	<0,6	1,1	1,7	7,7	<0,6	2,1	(1)	(1)			(1)
	Hidrocarburos totales	mg/l	L	ND	ND	ND	ND	<0,6	<0,6	<0,9	<0,6	<0,6	<0,6					
	Fenoles	mg/l	L	ND	ND	ND	ND	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,002	0,002			0,002
	Pesticidas organoclorados	mg/l	L					<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05					
	Pesticidas organofosforados	mg/l	L					<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05					
	DQO	mg/l O ₂	L	ND	ND	ND	14,0	<10	27,0	13,0	63,0	<10	13,0					
	DBO ₅	mg/l O ₂	L	ND	ND	ND	ND	2,0	15,0	13,0	36,0	2,0	6,0					
	Oxígeno Disuelto	mg/l O ₂	L	5,8	5,8	5,8	5,7	1,1	1,1	2,86	1,92	4,51	2,90					
	Saturación O ₂	%	Calc.	68,8	67,5	64,9	67,6	13,1	13,1	33,9	22,8	53,5	34,4					
MICRO- BIOLÓ- GICOS	Coliformes Totales	NMP/100 ml	L	7,8	11	17	14							20000	1000	<5000		1000
	Coliformes Fecales	NMP/100 ml	L	7,8	11	7,8	4,5							2000		<1000	1000	200

L: LABORATORIO C: CAMPO

(1) película no visible

Art. 38: Consumo humano y doméstico, con tratamiento convencional.

Art. 39: Consumo humano y doméstico, solo requiere desinfección.

Art. 40: Uso agrícola.

Art. 41: Uso pecuario.

Art. 42: Uso recreativo

- Art. 38: Consumo humano y doméstico, con tratamiento convencional.
- Art. 39: Consumo humano y doméstico, solo requiere desinfección.
- Art. 40: Uso agrícola.
- Art. 41: Uso pecuario.
- Art. 42: Uso recreativo.

Con el ánimo de tener un referente de las variables y las concentraciones que la legislación colombiana considera como críticas en caso de presentar el sistema acuático natural algunos de los usos mencionados. Es importante señalar que la legislación ambiental parte del supuesto de generalidad respecto a la condición de los cursos hídricos y definen con base en el estado del conocimiento de los efectos que las variables fisicoquímicas producen sobre las comunidades bióticas o por los usos potenciales del agua, registros de valoración de los mismos.

Es decir, que ellos no tienen en cuenta cuál es la condición natural del curso de agua y en que magnitud varía un parámetro a causa de un vertimiento; situación que implica la necesidad de definir para cada curso su condición natural a lo largo de zonas específicas.

♦ METODOLOGÍA

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

Tanto la toma de muestras en campo como los análisis de laboratorio se realizaron teniendo en cuenta las normas de calidad establecidas por el "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" (APHA, AWWA, 1996).

La determinación fisicoquímica del agua tuvo lugar en dos laboratorios, las muestras recopiladas en la primera jornada fueron analizadas por el laboratorio Asa Franco y Cia Ltda., para lo cual se tomaron en fresco muestras de agua de la superficie, atendiendo a los métodos técnicos tanto de toma como de preservación establecidos en estos casos. En la **TABLA 3.33** se presentan los parámetros que se evaluaron y las técnicas usadas en laboratorio para el análisis.

TABLA 3.33 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y TÉCNICAS UTILIZADAS PARA EL ANÁLISIS FISICOQUÍMICO

PARAMETRO	UNIDADES	TECNICA	SENSIBILIDAD
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	Volumétrica	0.5
pH	Unidades	Potenciométrica	0.1
Cloruros	mg/L	Volumétrica	3.0
Sólidos Suspendidos	mg/L	Gravimetría	1.0
Conductividad	Mmhos/cm	Electrométrica	10
Sólidos disueltos totales	Mg/L	Electrométrica	1.0
Fenoles	mg/L	Colorimetría	0.01 (*)
Nitritos, Nitratos	mg/L	Colorimetría	0.1
Bario	mg/L	Absorción Atómica	0.4
Grasas y Aceites	mg/L	Infrarrojo	3
DQO	mg/L	Reflujo cerrado	3
DBO ₅	mg/L	Incubación 5 días	3
Coliformes Totales	NMP/100 ml	Tubos Múltiples	<2
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	Tubos Múltiples	<2

(*): Límites solicitados por Geoingeniería, se logra utilizando celdas de paso superiores a 1.0 cm.

Fuente: Ivonne Bernier Laboratorio & C&A, 2010.

Adicionalmente, se realizó una segunda jornada de monitoreos, cuya toma de muestras y análisis estuvo a cargo del Ivonne Bernier Laboratorio & C&A.

♦ ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

VARIABLES FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS NATURALES

Con base en información de la literatura y teniendo en cuenta los resultados fisicoquímicos, se efectuó un análisis de las diferentes variables fisicoquímicas, estableciendo el rango natural en la cual se desenvuelven cada una de ellas.

ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN

Se calcularon cuatro índices de contaminación, teniendo en cuenta la metodología expuesta por Ramírez & Viña (1998). Estos índices manejan, en conjunto, un número reducido de variables y el comportamiento de cada uno es completamente diferente, colocando de manifiesto el tipo de deficiencia ambiental que presenta el curso de agua. Los índices se encuentran definidos en un rango de 0 a 1, valores próximos a cero (0) reflejan muy baja contaminación, e índices cercanos a uno (1) lo contrario.

♦ RESULTADOS

SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR – Río Upía

DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES MUESTREADAS

Se llevaron a cabo los muestreos de los parámetros fisicoquímicos en dos (2) cursos de agua. De igual forma, el 10 de noviembre de 2010 se realizó el muestreo en los mismos dos sitios.

RÍO LENGUPÁ

Este curso de agua con aproximadamente 70 m de ancho y una profundidad media de aproximadamente 5 m, velocidad alta de la corriente. El sustrato es rocoso, aguas claras, cobertura vegetal de las márgenes con árboles entresacados. El uso del suelo es ganadería extensiva (**FOTOGRAFÍA 3.68**).



FOTOGRAFÍA 3.68
ASPECTO DEL RÍO LENGUPÁ

Fuente: Grupo G.I 2010.

Río Upía

Curso de agua de 45 m de ancho y 1 m de profundidad. El sustrato rocoso, aguas con color producto de los aportes del sustrato y la vegetación adyacente, media velocidad de la corriente, vegetación rala y arbustiva con sectores en pastos. El uso del suelo es ganadería extensiva (**FOTOGRAFÍA 3.69**).



FOTOGRAFÍA 3.69
ASPECTO DEL RÍO UPÍA

Fuente: Grupo G.I 2010.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS FISICOQUÍMICOS MUESTREO LLUVIAS 2010

La Tabla 3.30, presenta los resultados obtenidos para los parámetros fisicoquímicos seleccionados, incluyendo los valores umbrales de calidad del agua según su uso (Decreto 1594 de 1984). En el **ANEXO D-1.4**, se encuentran los soportes de los análisis del laboratorio.

VARIABLES FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS NATURALES SECTOR CHIVOR – RÍO UPÍA

OXÍGENO

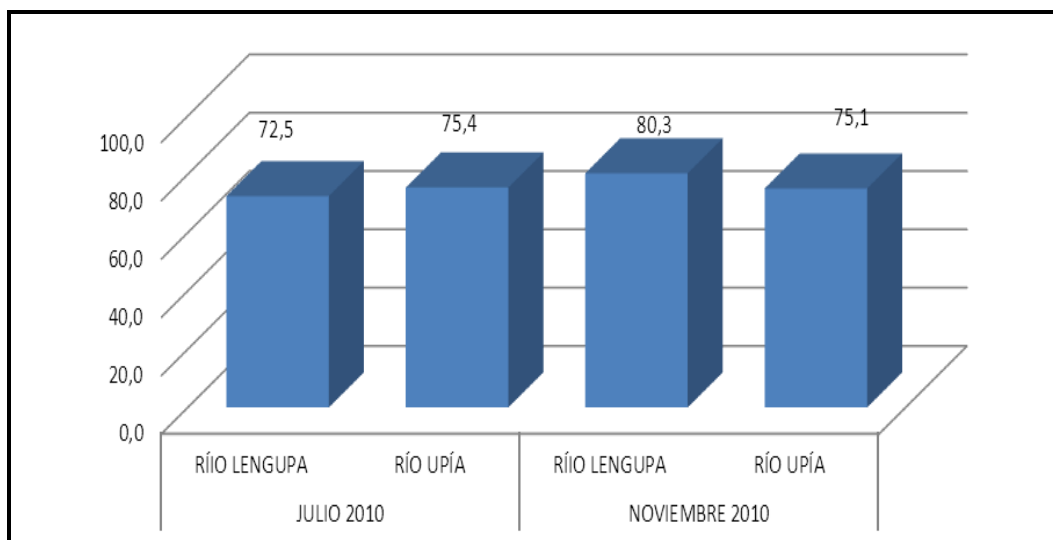
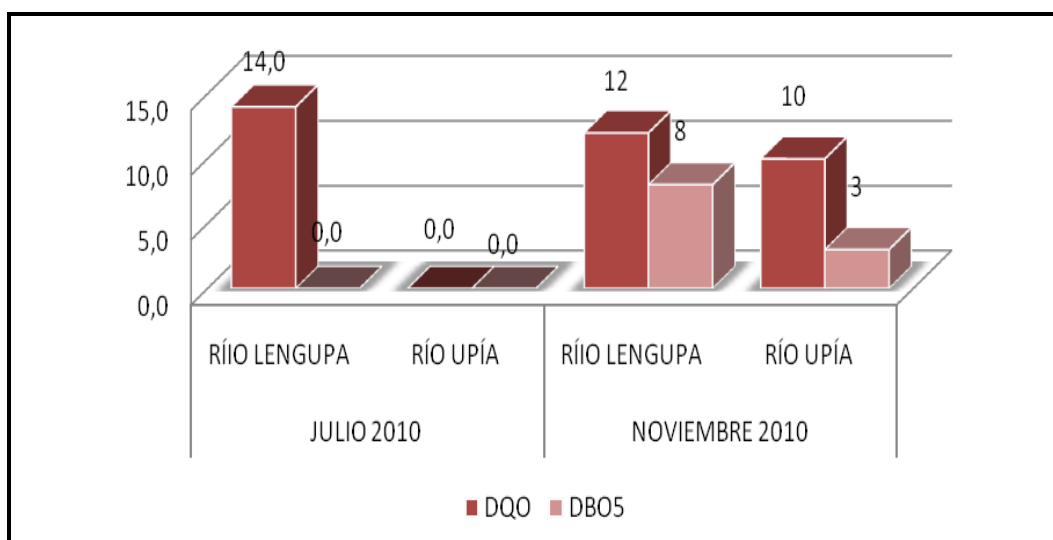
El oxígeno disuelto es uno de los gases más importante en la dinámica y caracterización de los sistemas acuáticos, ya que es indispensable para la respiración y la fotosíntesis. Para la mayoría de los organismos, la presencia de oxígeno en el medio es un requisito para la vida. El oxígeno está representado abundantemente en la atmósfera y se disuelve rápidamente en el agua (Cole, 1988).

Para los muestreos de julio y noviembre de 2010 en los puntos muestreados se registró un comportamiento similar con niveles de subsaturación de oxígeno (**FIGURA 3.9**, Tabla 3.30), aunque el muestreo corresponde al periodo hidrológico de lluvias lo cual conlleva un incremento en el caudal y en la velocidad de la corriente, esta condición de reoxigenación no se evidencia en los resultados debido a la gran masa de agua que los 2 drenajes arrastran. No obstante teniendo en cuenta la condición de ríos de alto orden hidrológico, es factible decir que los drenajes muestreados para el momento del muestreo presentaron alta capacidad de depuración.

PARÁMETROS ORGÁNICOS

Los resultados encontrados en el muestreo de julio de 2010 para las variables DBO y DQO en el río Upía indican baja a nula cantidad de materia orgánica acumulada (**TABLA 3.30**, **FIGURA 3.10**). El río Lengupá por su parte registro niveles de DQO que evidencia acumulación de materia orgánica, lo cual se debe a su condición de curso de agua de mayor orden hidrológico y una mayor cuenca que lo surte, por ende en sus aguas refleja el aporte de toda su cuenca. Aunque existe la materia orgánica representada en el material alóctono que aporta la cobertura vegetal adyacente, de igual forma por la época de lluvias, se cuenta con el precedente del proceso de descomposición de la misma, de allí que se registre DQO lo cual evidencia la presencia de materia orgánica en descomposición por vía química.

Ambos drenajes para el muestreo de julio de 2010 registraron ausencia de valores de DBO lo cual indica que los procesos de descomposición de la materia orgánica se están adelantando principalmente por la vía química.

FIGURA 3.9 VARIACIÓN COMPARATIVA DEL PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE OXÍGENO ENTRE LAS ESTACIONES MUESTREADAS**FIGURA 3.10 VARIACIÓN COMPARATIVA DE DQO Y DBO ENTRE LAS ESTACIONES MUESTREADAS**

En el muestreo de noviembre de 2010, se presentó acumulación de materia orgánica, representada en los registros de DBO y DQO en los dos ríos Lengupá y Upía. Para este muestreo el nivel de materia orgánica más alto continuó presentándose en el río Lengupá.

La diferencia entre los dos muestreos de julio y noviembre de 2010, a pesar de pertenecer al mismo periodo hidrológico de lluvias, se da por la acumulación de materia orgánica que se ha presentado a lo largo de los meses, la cual lleva un continuo de arrastre que se evidencia en el mes de Noviembre.

Otros compuestos de origen orgánico son los Fenoles, Hidrocarburos totales y grasas y aceites, para los puntos de muestreo en el muestreo de julio de 2010 no se registraron concentraciones detectables, por ende, en este periodo hidrológico de lluvias se pueden clasificar como atóxicas las aguas de los drenajes muestreados.

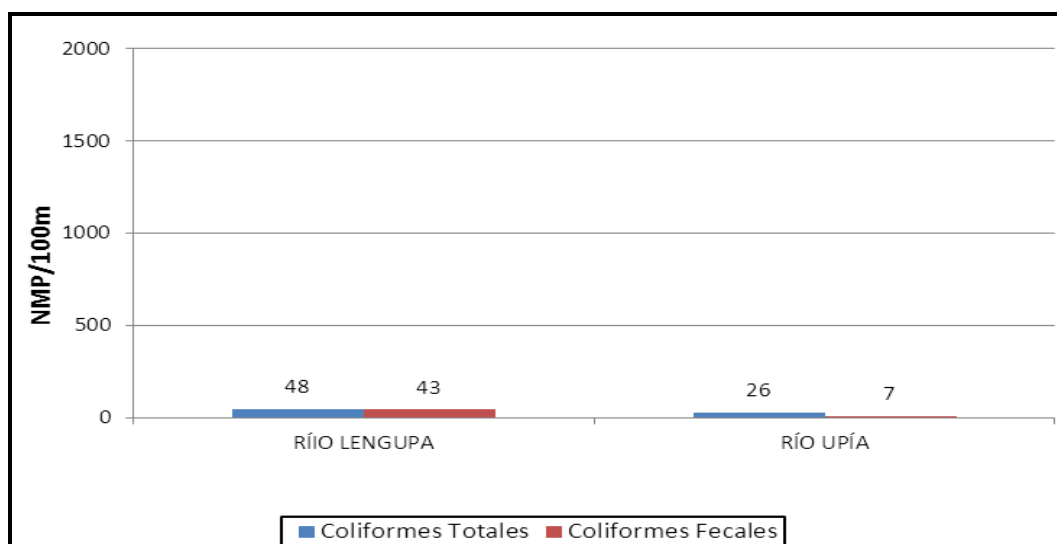
Para el mes de noviembre de 2010 el nivel de detección del laboratorio fue más detallado y para el caso de Fenoles e Hidrocarburos no se registran niveles que sobrepasen la condición natural del agua. En el caso de grasas y aceites se evidencia en el muestreo de noviembre, niveles de detección, no obstante la determinación de grasas y aceites no mide un tipo exacto de estas sustancias e incluye grasas de origen vegetal, animal y derivadas del petróleo, por ende su detección no implica un origen relacionado con hidrocarburos.

Los tensoactivos se encuentran relacionados con el aporte de residuos por actividades urbanas (domésticas) e industriales. Los drenajes muestreados reportan registros no detectables para el muestreo de julio de 2010 y niveles de muy baja detección para el muestreo de noviembre de 2010, lo cual indica que no existe afectación de la calidad del agua a este nivel (Tabla 3.30).

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

Los resultados encontrados en el muestreo de julio de 2010 para los coliformes totales y fecales para los drenajes muestreados registraron concentraciones bajas, lo cual se debe a que los terrenos de las cuencas tienen dedicación a la ganadería extensiva, con muy pocos aportes de aguas servidas (FIGURA 3.11).

FIGURA 3.11 VARIACIÓN COMPARATIVA DE LOS COLIFORMES FECALIS Y TOTALES ENTRE LAS ESTACIONES MUESTREADAS

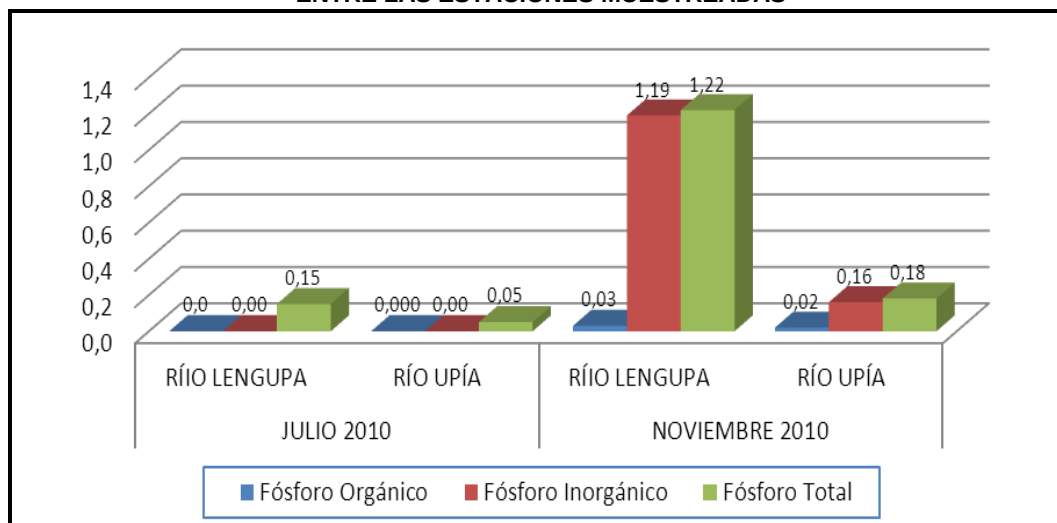


PARÁMETROS INORGÁNICOS NO METÁLICOS

Ambos drenajes muestreados para los muestreos de julio y noviembre registraron acumulación de fósforo, con niveles en la concentración que indican aguas eutróficas (Tabla 3.30, FIGURA 3.12).

El fósforo es absolutamente necesario para toda la vida; funciona en el almacenamiento y transferencia de la energía de la célula y en los sistemas genéticos. La degradación y mineralización de las plantas y de los cadáveres animales es una fuente de fósforo para los componentes vivos del ecosistema, las bacterias convierten al fósforo orgánico molecular en ortofosfato inorgánico, que puede ser utilizado por las plantas.

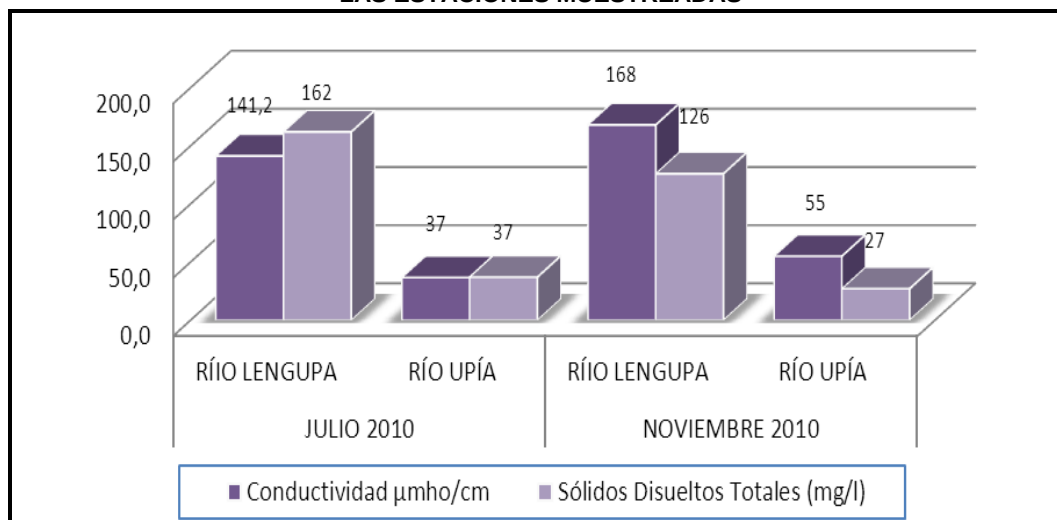
Teniendo en cuenta el aporte externo por la cobertura vegetal adyacente y el uso del suelo con vegetación intervenida, se puede pensar que parte del fósforo disponible está asociado con los procesos nutricionales y antrópicos.

FIGURA 3.12 VARIACIÓN COMPARATIVA DE LAS DIFERENTES FORMAS QUÍMICAS DEL FOSFORO ENTRE LAS ESTACIONES MUESTREADAS

En cuanto al nitrógeno, su importancia radica en que es el componente fundamental de las proteínas, las cuales constituyen la base estructural de los seres vivos. De todas las formas químicas del nitrógeno, los nitratos y el ión amonio son los más importantes para los ecosistemas acuáticos, por cuanto constituyen la fuente principal para los organismos residentes en este medio. En los puntos de agua muestreados para julio de 2010 se registran niveles no detectables de las diferentes formas de nitrógeno. No obstante, al ser más detallado el nivel de detección en el muestreo de noviembre 2010 se registran concentraciones de nitrógeno siendo mayor en el río Lengupá.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

El río Lengupá que ha registrado niveles de acumulación de materia orgánica así como de fósforo, igualmente presenta valores altos para sólidos disueltos y conductividad (**FIGURA 3.13**), estos valores de sólidos disueltos indican tendencia a la mineralización de las aguas dado que se conjugan los cationes sodio, potasio, calcio, magnesio, así como, los aniones carbonatos, bicarbonatos, sulfatos y cloruros, principalmente.

FIGURA 3.13 VARIACIÓN COMPARATIVA DE LA CONDUCTIVIDAD Y LOS SÓLIDOS DISUELTOS ENTRE LAS ESTACIONES MUESTREADAS

Para el caso de estudio, la mineralización obedece básicamente a la presencia de materiales provenientes de los suelos y la roca parental, sobre la cual se desplazan los drenajes, ya que desgastados por los agentes atmosféricos son fuentes de iones edáficos.

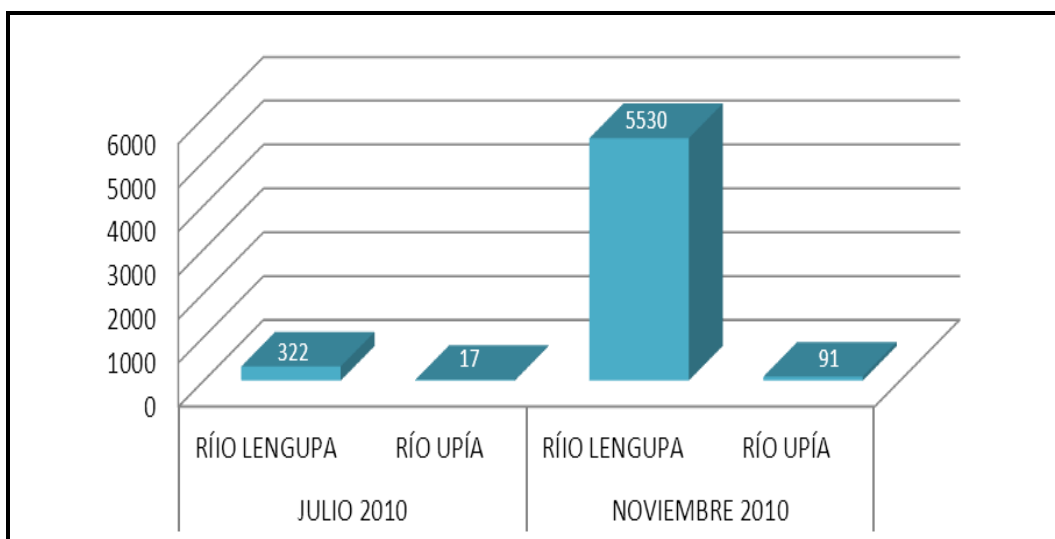
Según Gibbs (1970), la composición química de las aguas del mundo está controlada principalmente por la precipitación atmosférica, las rocas dominantes en la cuenca y el proceso de evaporación – cristalización. Para el caso del trópico adquiere mayor importancia la precipitación aunque existen ríos que reciben el mayor aporte de las áreas geológicas que recorren.

Los ríos tropicales se distinguen por presentar una menor concentración de sales disueltas, en gran parte generada por la pobreza de los suelos ante el intenso lavado que sufren debido al exceso de lluvias en determinadas épocas del año.

Entre los macronutrientes evaluados están los Sulfatos. Efectuando una comparación entre la variación de las concentraciones de este ion, se registran altas concentraciones para el río Lengupá lo cual concuerda con lo presentado en la conductividad y sólidos disueltos (Tabla 3.30). Las concentraciones de sulfato, de acuerdo con Cole (1988), obedecen a los aportes edáficos y aguas altamente sulfatadas reflejan generalmente la presencia de antiguos sedimentos marinos; las actividades urbanas, industriales y agrícolas pueden aportar cantidades importantes. Los sulfatos en las aguas naturales varían en valores que van desde los 2.0 hasta los 10 mg/L, sin embargo el río Lengupa registró concentraciones que superan esta concentración lo cual se atribuye a aportes externos.

Los valores encontrados para los sólidos suspendidos para los muestreos de julio y noviembre en el río Upía son muy bajos y de igual forma se registran bajas concentraciones de turbiedad (Tabla 3.30, **FIGURA 3.14**). Estas bajas a nulas concentraciones de sólidos suspendidos para el momento del muestreo indican poco aporte de material en suspensión proveniente de la cuenca que los surte, de igual forma indica poca erosión en las cuencas. La excepción nuevamente se registra en el río Lengupa, en el cual se presentaron altos niveles de sólidos suspendidos tanto para el muestreo de julio como de noviembre. Siendo este curso de agua el de mayor orden hidrológico recoge las aguas de innumerables tributarios a lo largo de su recorrido, con el aporte de material en suspensión, lo cual indica que la cuenca que lo surte presenta erosión.

FIGURA 3.14 VARIACIÓN COMPARATIVA DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS ENTRE LAS ESTACIONES MUESTREADAS



La alcalinidad y acidez del agua es la forma de expresar la cantidad de iones bicarbonato y carbonato presentes en el agua, y su conocimiento es fundamental para determinar la capacidad para mantener los

procesos biológicos y una productividad sostenida y duradera. En el río Upía en general se registro baja alcalinidad y baja acidez con aguas de pH con tendencia a la neutralidad (Tabla 3.30). No obstante para julio y noviembre los niveles de mayor concentración vuelven a registrarse en el río Lengupá, lo cual denota nuevamente la condición de aguas con mayor productividad.

METALES

Para el muestreo de julio de 2010 el Aluminio, Cadmio y Cromo hexavalente presentaron concentraciones de no detectables para el grado de sensibilidad expresado en la Tabla 3.30. No obstante en el muestreo de noviembre de 2010, siendo más detallado el grado de detección en el laboratorio se registraron niveles de Aluminio en los ríos Lengupá y Upía, lo cual se explica por el lavado continuo de los suelos de las cuencas que los surten cuyo compuesto principal son arcillas con alto contenido de Aluminio y Hierro.

PESTICIDAS ORGANOCLORADOS Y ORGANOFOSFORADOS

Para el muestreo de noviembre de 2010 estos compuestos registraron un nivel de detección muy bajo (Tabla 1), lo cual indica que no hay un uso regular de este tipo de pesticidas en la cuenca que surte los drenajes muestreados.

ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN

La **TABLA 3.34** referencia los resultados, de los cuales para el periodo hidroclicmático de lluvias (muestreos de julio y noviembre de 2010) se pueden concluir los siguientes aspectos:

TABLA 3.34 ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN

INDICES	MUESTREO JULIO 2010		MUESTREO NOVIEMBRE 2010	
	RÍO LENGUPA	RÍO UPÍA	RÍO LENGUPA	RÍO UPÍA
Contaminación por mineralización (ICOMI)	0,22	0,03	0,53	0,05
Contaminación por materia orgánica (ICOMO)	0,10	0,08	0,40	0,18
Contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS)	0,85	0,00	1,00	0,20
Trófico (ICOTRO)	EUTROFIA	EUTROFIA	HIPEREUTROFIA	EUTROFIA

Fuente: Grupo G.I 2010.

MINERALIZACIÓN: para el muestreo de julio de 2010 ambos drenajes muestreados exhiben niveles de ninguna contaminación. En el muestreo de noviembre de 2010 por el lavado continuo de la cuenca se registra al río Lengupá con niveles medios de contaminación por mineralización.

MATERIA ORGÁNICA: para el muestreo de julio de 2010 ambos drenajes muestreados registran ausencia de contaminación. Para el muestreo de noviembre de 2010 el río Lengupá exhibió algún grado de contaminación dada la acumulación de materia orgánica por el continuo lavado de su cuenca.

SÓLIDOS SUSPENDIDOS: para los muestreos de julio y noviembre el río Upía registró ausencia de contaminación. Por su parte el río Lengupá en ambos muestreos registró muy altos niveles de contaminación por sólidos suspendidos.

TROFÍA: para el muestreo de julio de 2010 los ríos Upía y Lengupá presentaron condiciones eutróficas, es decir, una alta acumulación de nutrientes. Para el muestreo de noviembre el río Lengupá incrementó la acumulación de materia orgánica y el fósforo llegando a niveles de hipereutrofía.

CONCLUSIONES

El río Upía, para los muestreos de julio y noviembre de 2010 presentó condiciones con baja evidencia de intervención antrópica y no presenta marcada contaminación, pese a la actividad antrópica que se desarrolla en los alrededores y debido a que este ecosistema es poco utilizado para consumo humano y

vertimiento de aguas servidas. Además posee deficiencias de nitrógeno. La concentración de los diferentes parámetros evaluados da muestra de la buena calidad del agua para el periodo de lluvias. En general las aguas para todos los parámetros estudiados están por debajo de la norma para uso humano y doméstico. Respecto a la presencia de metales pesados, fenoles y grasas y aceites no hubo niveles de detección.

El río Lengupá presentó condiciones de intervención en sus aguas con acumulación de materia orgánica, aporte de residuos antrópicos provenientes de las casas aledañas, aguas con subsaturación de oxígeno. Posee deficiencias de nitrógeno, aguas eutróficas, alto contenido de sulfato y sólidos suspendidos. Respecto a la presencia de metales pesados, fenoles e hidrocarburos totales no hubo niveles de detección.

SECTOR RÍO UPÍA – RÍO META

DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES MUESTREADAS

Se llevaron a cabo los muestreos de los parámetros fisicoquímicos en 4 cursos de agua (ríos Guafal, Tacuyá, Los Hoyos y Túa). De igual forma, entre el 11 y 13 de noviembre de 2010 se realizó el muestreo en los mismos 4 sitios.

RÍO TÚA

Este curso de agua con aproximadamente 100 m de ancho y una profundidad media de aproximadamente 1,5 m, velocidad alta de la corriente. El sustrato es rocoso, aguas con alta transparencia, cobertura vegetal de las márgenes con árboles entresacados y pastos. El uso del suelo es ganadería extensiva (**FOTOGRAFÍA 3.70**).



FOTOGRAFÍA 3.70
ASPECTO DEL RÍO TÚA

Fuente: Grupo G.I 2010.

RÍO GUAFAL

Curso de agua de 20 m de ancho y 0,6 m de profundidad. El sustrato arenoso, aguas con color producto de los aportes del sustrato y la vegetación adyacente, media velocidad de la corriente, vegetación arbórea y arbustiva en las márgenes. El uso del suelo es ganadería extensiva (**FOTOGRAFÍA 3.71**).

RÍO TACUYÁ

Curso de agua de 23 m de ancho y 1 m de profundidad, velocidad media de la corriente, sustrato arcillo-arenoso; márgenes con vegetación de pastos. El uso del suelo es ganadería extensiva (**FOTOGRAFÍA 3.72**).



FOTOGRAFÍA 3.71
ASPECTO DEL RÍO GUAFAL

Fuente: Grupo G.I 2010.



FOTOGRAFÍA 3.72
ASPECTO DEL RÍO TACUYA

Fuente: Grupo G.I 2010.

Río Los Hoyos

Curso de agua de 50 m de ancho y 0,5 m de profundidad. El sustrato rocoso, aguas transparentes, media velocidad de la corriente, vegetación rala y arbustiva con sectores en pastos (**FOTOGRAFÍA 3.73**).

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS FISICOQUÍMICOS MUESTREO LLUVIAS 2010

La Tabla 3.30, presenta los resultados obtenidos para los parámetros fisicoquímicos seleccionados, incluyendo los valores umbrales de calidad del agua según su uso (decreto 1594 de 1984). En el **ANEXO D-1.4**, se encuentran los soportes de los análisis del laboratorio.

VARIABLES FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS NATURALES SECTOR UPIA – RÍO META

OXÍGENO

El oxígeno disuelto es uno de los gases más importante en la dinámica y caracterización de los sistemas acuáticos, ya que es indispensable para la respiración y la fotosíntesis. Para la mayoría de los organismos, la presencia de oxígeno en el medio es un requisito para la vida. El oxígeno está representado abundantemente en la atmósfera y se disuelve rápidamente en el agua (Cole, 1988).

GEOINGENIERÍA	GI-1876	PÁG. 136

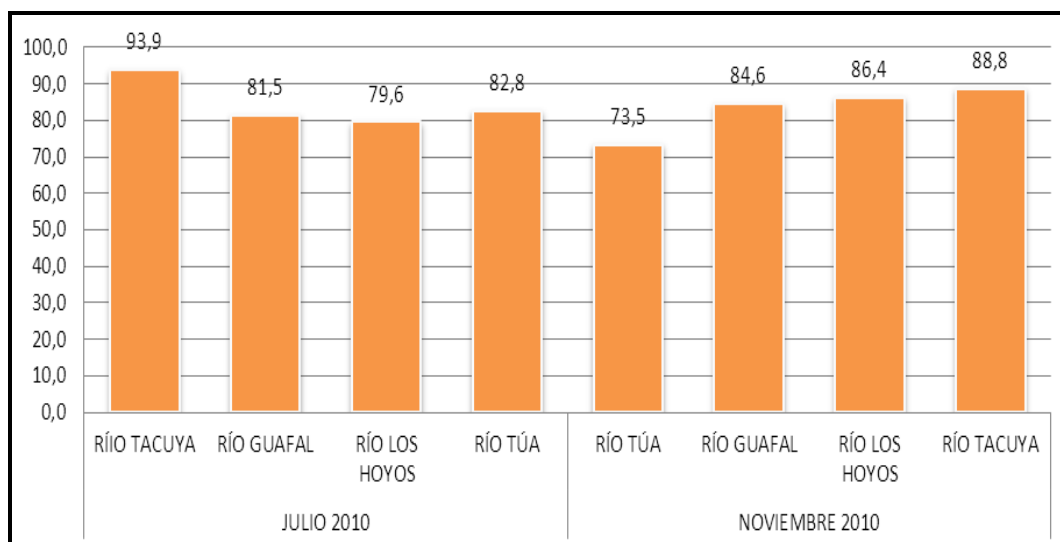


FOTOGRAFÍA 3.73
ASPECTO DEL RÍO LOS HOYOS

Fuente: Grupo G.I 2010.

Para los muestreos de julio y noviembre de 2010 en los puntos muestreados se registró un comportamiento generalizado con niveles de subsaturación de oxígeno (**FIGURA 3.15**, Tabla 3.31), aunque el muestreo corresponde al periodo hidrológico de lluvias lo cual conlleva un incremento en el caudal y en la velocidad de la corriente, esta condición de reoxigenación no se evidencia en los resultados debido a la gran masa de agua que los ríos arrastran. No obstante teniendo en cuenta la condición de ríos de alto orden hidrológico, es factible decir que los drenajes muestreados para el momento del muestreo presentaron alta capacidad de depuración.

FIGURA 3.15 VARIACIÓN COMPARATIVA DEL PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE OXÍGENO ENTRE LAS ESTACIONES MUESTREADAS



Fuente: Grupo G.I 2010.

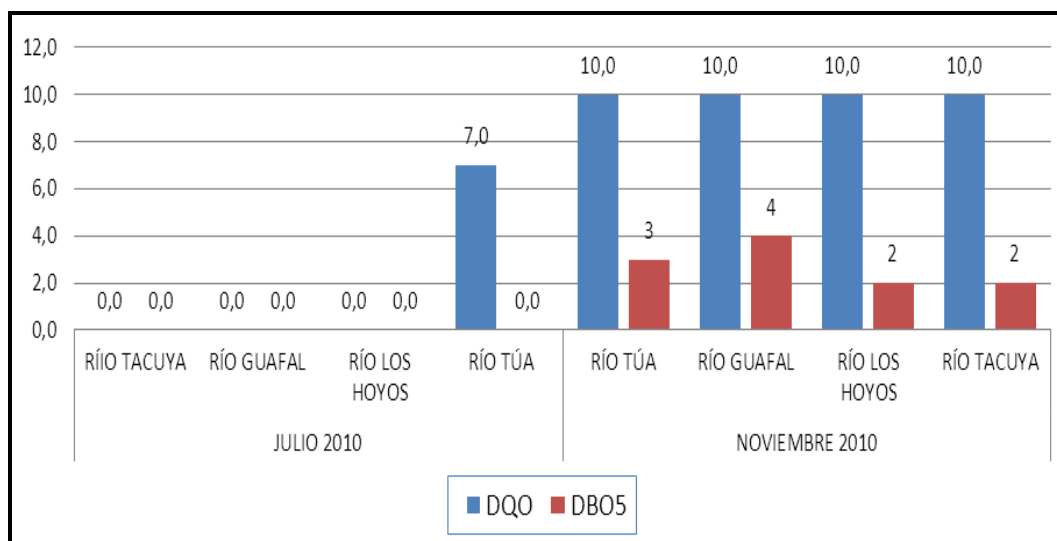
PARÁMETROS ORGÁNICOS

Los resultados encontrados en el muestreo de julio de 2010 para las variables DBO y DQO en los ríos Tacuya, Guafal y Los Hoyos, indican baja a nula cantidad de materia orgánica acumulada (Tabla 3.31, **FIGURA 3.16**). Todos los drenajes para este muestreo registraron ausencia de valores de DBO lo cual

indica que los procesos de descomposición de la materia orgánica se están adelantando principalmente por la vía química.

La excepción está dada para el río Túa, el cual registro niveles de DQO que evidencia acumulación de materia orgánica, lo cual se debe a su condición de curso de agua de mayor orden hidrológico y una mayor cuenca que lo surte, por ende en sus aguas refleja el aporte de toda su cuenca. Aunque existe la materia orgánica representada en el material alóctono que aporta la cobertura vegetal adyacente, de igual forma por la época de lluvias, se cuenta con el precedente del proceso de descomposición de la misma, de allí que se registre DQO lo cual evidencia la presencia de materia orgánica en descomposición por vía química.

FIGURA 3.16 VARIACIÓN COMPARATIVA DE DQO Y DBO ENTRE LAS ESTACIONES MUESTREADAS



Fuente: Grupo G.I 2010.

En el muestreo de noviembre de 2010, se presentó acumulación de materia orgánica, representada en los registros de DBO y DQO en todas las estaciones muestreadas.

La diferencia entre los dos muestreos de julio y noviembre de 2010, a pesar de pertenecer al mismo periodo hidrológico de lluvias, se da por la acumulación de materia orgánica que se ha presentado a lo largo de los meses, la cual lleva un continuo de arrastre que se evidencia en el mes de noviembre.

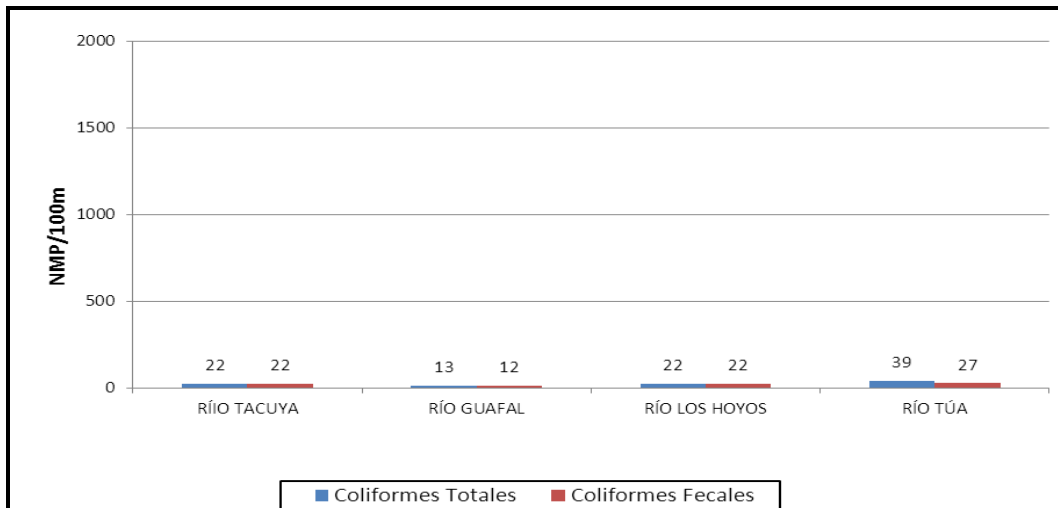
Otros compuestos de origen orgánico son los Fenoles, Hidrocarburos totales y grasas y aceites, para los puntos de muestreo en el muestreo de julio de 2010 no se registraron concentraciones detectables, por ende, en este periodo hidrológico de lluvias se pueden clasificar como atóxicas las aguas de los drenajes muestreados. Para el mes de noviembre de 2010 el nivel de detección del laboratorio fue más detallado y para el caso de Fenoles e Hidrocarburos no se registran niveles que sobrepasen la condición natural del agua. En el caso de grasas y aceites se evidencia en el muestreo de noviembre, niveles de detección para el río Túa, no obstante la determinación de grasas y aceites no mide un tipo exacto de estas sustancias e incluye grasas de origen vegetal, animal y derivadas del petróleo, por ende su detección no implica un origen relacionado con hidrocarburos.

Los tensoactivos se encuentran relacionados con el aporte de residuos por actividades urbanas (domésticas) e industriales. Los drenajes muestreados reportan registros no detectables para el muestreo de julio de 2010 y niveles de muy baja detección para el muestreo de noviembre de 2010, lo cual indica que no existe afectación de la calidad del agua a este nivel (Tabla 3.31).

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

Los resultados encontrados en el muestreo de julio de 2010 en los coliformes totales y fecales para los drenajes muestreados registraron concentraciones bajas, lo cual se debe a que los terrenos de las cuencas tienen dedicación a la ganadería extensiva, con muy pocos aportes de aguas servidas (FIGURA 3.17).

FIGURA 3.17 VARIACIÓN COMPARATIVA DE LOS COLIFORMES FECALES Y TOTALES ENTRE LAS ESTACIONES MUESTREADAS

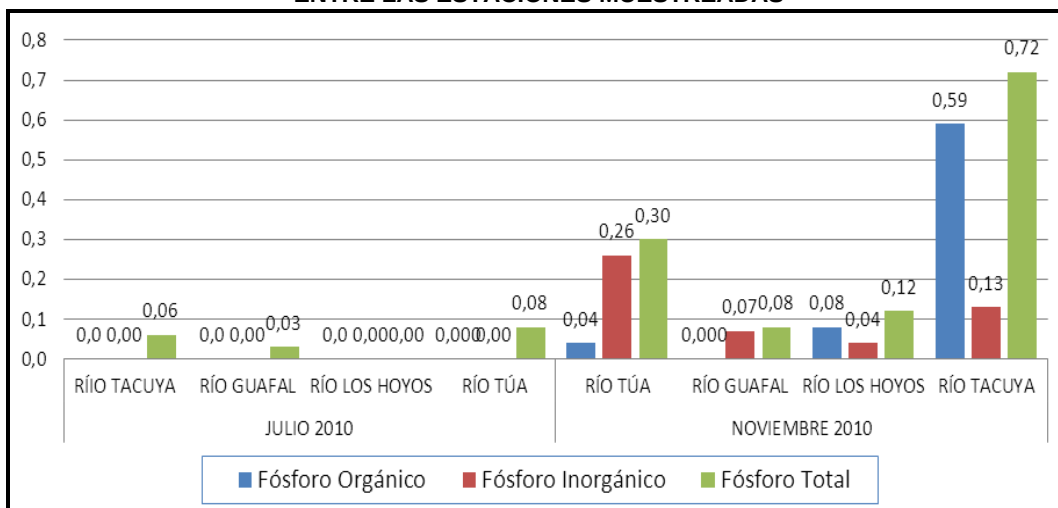


Fuente: Grupo G.I 2010.

PARÁMETROS INORGÁNICOS NO METÁLICOS

De los drenajes muestreados para julio y noviembre de 2010 los ríos Tacuyá y Túa registraron niveles de acumulación de fósforo, con niveles en la concentración que indican aguas eutróficas (TABLA 3.31, FIGURA 3.18). Se evidencia que los drenajes de menor orden hidrológico presentan menor acumulación de fósforo, como lo muestran los resultados en los ríos Guafal y Los Hoyos, la concentración de fósforo en sus diferentes formas fueron bajas lo cual indica condición de aguas oligotróficas para el muestreo de julio 2010.

FIGURA 3.18 VARIACIÓN COMPARATIVA DE LAS DIFERENTES FORMAS QUÍMICAS DEL FOSFORO ENTRE LAS ESTACIONES MUESTREADAS



Fuente: Grupo G.I 2010.

El fósforo es absolutamente necesario para toda la vida; funciona en el almacenamiento y transferencia de la energía de la célula y en los sistemas genéticos. La degradación y mineralización de las plantas y de los cadáveres animales es una fuente de fósforo para los componentes vivos del ecosistema, las bacterias convierten al fósforo orgánico molecular en ortofosfato inorgánico, que puede ser utilizado por las plantas.

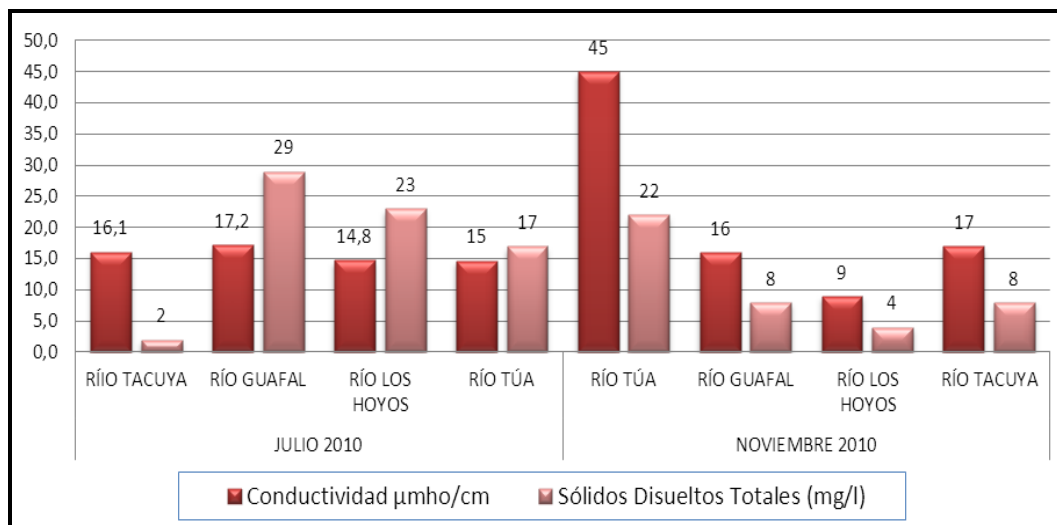
Teniendo en cuenta el aporte externo por la cobertura vegetal adyacente y el uso del suelo con vegetación intervenida, se puede pensar que parte del fósforo disponible está asociado con los procesos nutricionales y antrópicos.

En cuanto al nitrógeno, su importancia radica en que es el componente fundamental de las proteínas, las cuales constituyen la base estructural de los seres vivos. De todas las formas químicas del nitrógeno, los nitratos y el ión amonio son los más importantes para los ecosistemas acuáticos, por cuanto constituyen la fuente principal para los organismos residentes en este medio. En los puntos de agua muestreados para julio de 2010 se registran niveles no detectables de las diferentes formas de nitrógeno. No obstante, al ser más detallado el nivel de detección en el muestreo de noviembre 2010 se registran concentraciones de nitrógeno siendo mayor en los cursos de agua que registraron aguas eutróficas como son los ríos Tacuyá y Túa.

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

El río Túa que ha registrado para los muestreos de julio y noviembre de 2010 niveles de acumulación de materia orgánica así como de fósforo, igualmente presenta valores altos para sólidos disueltos y conductividad (**FIGURA 3.19**), estos valores de sólidos disueltos indican tendencia a la mineralización de las aguas dado que se conjugan los cationes sodio, potasio, calcio, magnesio, así como, los aniones carbonatos, bicarbonatos, sulfatos y cloruros, principalmente.

FIGURA 3.19 VARIACIÓN COMPARATIVA DE LA CONDUCTIVIDAD Y LOS SÓLIDOS DISUELTOS ENTRE LAS ESTACIONES MUESTREADAS



Fuente: Grupo G.I 2010.

Para el caso de estudio, la mineralización obedece básicamente a la presencia de materiales provenientes de los suelos y la roca parental, sobre la cual se desplazan los drenajes, ya que desgastados por los agentes atmosféricos son fuentes de iones edáficos.

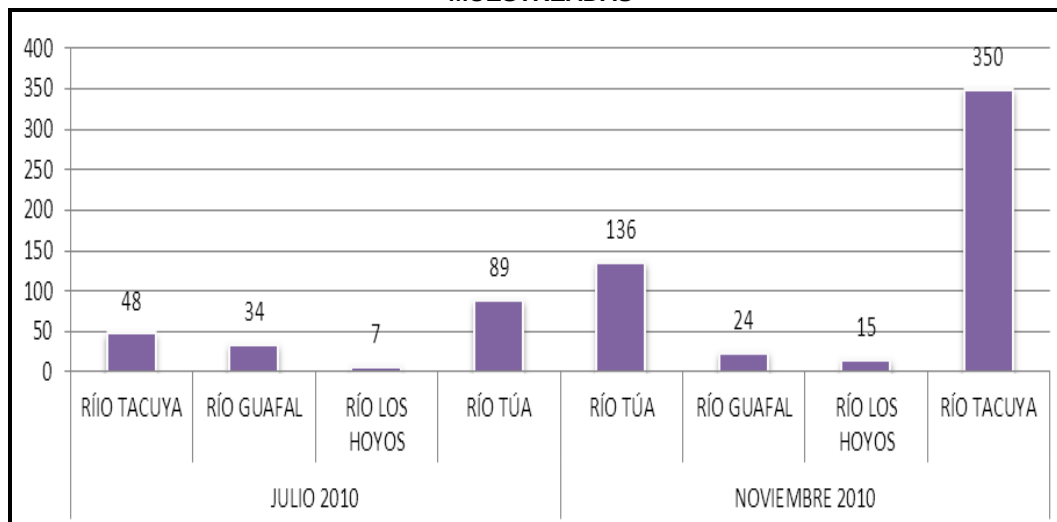
Según Gibbs (1970), la composición química de las aguas del mundo está controlada principalmente por la precipitación atmosférica, las rocas dominantes en la cuenca y el proceso de evaporación – cristalización. Para el caso del trópico adquiere mayor importancia la precipitación aunque existen ríos que reciben el mayor aporte de las áreas geológicas que recorren.

Los ríos tropicales se distinguen por presentar una menor concentración de sales disueltas, en gran parte generada por la pobreza de los suelos ante el intenso lavado que sufren debido al exceso de lluvias en determinadas épocas del año.

Entre los macronutrientes evaluados están los Sulfatos. Efectuando una comparación entre la variación de las concentraciones de este ion, se registran únicamente para el río Túa lo cual concuerda con lo registrado en la conductividad y sólidos disueltos (Tabla 3.31). Las concentraciones de sulfato, de acuerdo con Cole (1988), obedecen a los aportes edáficos y aguas altamente sulfatadas reflejan generalmente la presencia de antiguos sedimentos marinos; las actividades urbanas, industriales y agrícolas pueden aportar cantidades importantes. Los sulfatos en las aguas naturales varían en valores que van desde los 2.0 hasta los 10 mg/L, sin embargo el río Túa registró concentraciones que superan esta concentración lo cual se atribuye a aportes externos.

Los valores encontrados para los sólidos suspendidos son muy bajos y de igual forma se registran bajas concentraciones de turbiedad (Tabla 3.31, **FIGURA 3.20**). Estas bajas concentraciones de sólidos suspendidos para el momento del muestreo indican poco aporte de material en suspensión proveniente de la cuenca que los surte, de igual forma indica baja erosión en las cuencas. La excepción nuevamente se registra en los ríos Túa y Tacuyá, en los cuales se presentaron altos niveles de sólidos suspendidos. Estos cursos de agua recogen las aguas de innumerables tributarios a lo largo de su recorrido, con el aporte de material en suspensión, lo cual indica que la cuenca que los surte presenta erosión.

FIGURA 3.20 VARIACIÓN COMPARATIVA DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS ENTRE LAS ESTACIONES MUESTREADAS



Fuente: Grupo G.I 2010.

La alcalinidad y acidez del agua es la forma de expresar la cantidad de iones bicarbonato y carbonato presentes en el agua, y su conocimiento es fundamental para determinar la capacidad para mantener los procesos biológicos y una productividad sostenida y duradera. En los cursos de agua en general se registró baja alcalinidad y baja acidez con aguas de pH con tendencia a la neutralidad (Tabla 3.31). No obstante los niveles de mayor concentración vuelven a registrarse en el río Túa, lo cual denota nuevamente la condición de aguas con mayor productividad.

METALES

Para el muestreo de julio de 2010 el Aluminio, Cadmio y Cromo hexavalente presentaron concentraciones de no detectables para el grado de sensibilidad expresado en la Tabla 3.31. No obstante en el muestreo de noviembre de 2010, siendo más detallado el grado de detección en el laboratorio se registraron niveles de Aluminio en los ríos Guafal, Tacuyá, Los Hoyos y Túa, lo cual se

explica por el lavado continuo de los suelos de las cuencas que los surten cuyo compuesto principal son arcillas con alto contenido de Aluminio y Hierro.

PESTICIDAS ORGANOCLORADOS Y ORGANOFOSFORADOS

Para el muestreo de noviembre de 2010 estos compuestos registraron un nivel de detección muy bajo (Tabla 3.31), lo cual indica que no hay un uso regular de este tipo de pesticidas en la cuenca que surte los drenajes muestreados.

ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN

La **TABLA 3.35** referencia los resultados, de los cuales para el periodo hidroclimático de lluvias (julio y noviembre de 2010) se pueden concluir los siguientes aspectos:

TABLA 3.35 ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN

INDICES	MUESTREO JULIO 2010				MUESTREO NOVIEMBRE 2010			
	RÍO TACUYA	RÍO GUAFAL	RÍO LOS HOYOS	RÍO TÚA	RÍO TACUYA	RÍO GUAFAL	RÍO HOYOS	RÍO TÚA
Contaminación por mineralización (ICOMI)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
Contaminación por materia orgánica (ICOMO)	0,02	0,07	0,07	0,06	0,05	0,25	0,07	0,13
Contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS)	0,00	0,00	0,00	0,17	1,00	0,00	0,00	0,22
Trófico (ICOTRO)	EUTROFIA	EUTROFIA	OLIGOTROFIA	EUTROFIA	EUTROFIA	EUTROFIA	EUTROFIA	EUTROFIA

Fuente: Grupo G.I 2010.

MINERALIZACIÓN: todos los drenajes muestreados exhibieron niveles de ninguna contaminación para los muestreos de julio y noviembre de 2010.

MATERIA ORGÁNICA: para el muestreo de julio de 2010 todos los drenajes muestreados registraron ausencia de contaminación. Para el muestreo de noviembre de 2010 el río Guafal exhibió algún grado de contaminación dada la acumulación de materia orgánica por el continuo lavado de su cuenca.

SÓLIDOS SUSPENDIDOS: para el muestreo de julio de 2010 los 4 drenajes muestreados registraron ausencia de contaminación. Para el muestreo de noviembre de 2010 únicamente el río Túa registró muy altos niveles de contaminación por sólidos suspendidos.

TROFÍA para el muestreo de julio de 2010 los ríos Tacuyá, Guafal y Túa presentaron condiciones eutróficas, es decir, una alta acumulación de nutrientes. Mientras que el río Los Hoyos registró niveles de oligotrofia, es decir, niveles bajos de acumulación de nutrientes.

Para el muestreo de noviembre de 2010, dado que se incrementó la carga orgánica por el continuo lavado de la cuenca, todos los drenajes registraron niveles de eutrofia.

CONCLUSIONES

Los ecosistemas acuáticos ubicados en el área de estudio como son los ríos Guafal y Los Hoyos, para el momento del muestreo presentaron condiciones de cursos de agua con baja evidencia de intervención antrópica y no presentan marcada contaminación, pese a la actividad antrópica que se desarrolla en los alrededores y debido a que estos ecosistemas son poco utilizados para consumo. Además poseen deficiencias de nitrógeno, aguas con baja carga de materia orgánica. La concentración de los diferentes parámetros evaluados da muestra de la buena calidad del agua para el periodo de lluvias. En general las aguas para todos los parámetros estudiados están por debajo de la norma para uso humano y doméstico. Respecto a la presencia de metales pesados, fenoles y grasas y aceites no hubo niveles de detección.

Los ríos Túa y Tacuyá, son los drenajes que presentaron condiciones de intervención en sus aguas con acumulación de materia orgánica, aguas con subsaturación de oxígeno. Poseen deficiencias de nitrógeno, aguas eutróficas, alto contenido de sulfato y sólidos suspendidos. Respecto a la presencia de metales pesados, fenoles e hidrocarburos totales no hubo niveles de detección.

SECTOR RÍO META – CAMPO RUBIALES

DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES MUESTREADAS

Durante los días 20 al 22 de julio de 2010, se llevaron a cabo los muestreos de los parámetros fisicoquímicos en 4 cursos de agua pertenecientes a la gran cuenca del río Meta. De igual forma, el 16 de noviembre de 2010 se realizó el muestreo en los mismos 4 sitios y se adicionaron los caños Rubiales y Cajúa.

RÍO PLANAS

Este curso de agua con aproximadamente 45 m de ancho y una profundidad media de aproximadamente 1,2 m, velocidad media de la corriente. El sustrato es arcillo-arenoso, aguas con sedimento en suspensión, cobertura vegetal de las márgenes con árboles entresacados. El uso del suelo es ganadería extensiva (**FOTOGRAFÍA 3.74**).



FOTOGRAFÍA 3.74
ASPECTO DEL RÍO PLANAS
Fuente: Grupo G.I 2010.

RÍO MANACACÍAS

Curso de agua de 10 m de ancho y 4 m de profundidad. El sustrato limoso, aguas con color producto de los aportes del sustrato y la vegetación adyacente, media velocidad de la corriente, vegetación rala y arbustiva con sectores en pastos. El uso del suelo es ganadería extensiva (**FOTOGRAFÍA 3.75**).

RÍO YUCAO

Curso de agua de 50 m de ancho y 1,8 m de profundidad, velocidad media de la corriente, sustrato arcillo-arenoso; márgenes con vegetación arbórea y arbustiva entresacada. El uso del suelo es ganadería extensiva (**FOTOGRAFÍA 3.76**).

RÍO META

Curso de agua de 30 m de ancho y 4 m de profundidad. El sustrato arcillo-arenoso, aguas con color, media velocidad de la corriente, vegetación rala y arbustiva con sectores en pastos (**FOTOGRAFÍA 3.77**).



FOTOGRAFÍA 3.75
ASPECTO DEL RÍO MANACACÍAS

Fuente: Grupo G.I 2010.



FOTOGRAFÍA 3.76
ASPECTO DEL RÍO YUCAO

Fuente: Grupo G.I 2010.



FOTOGRAFÍA 3.77
ASPECTO DEL RÍO META

Fuente: Grupo G.I 2010.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS FISICOQUÍMICOS MUESTREO LLUVIAS 2010

La Tabla 3.32, presenta los resultados obtenidos para los parámetros fisicoquímicos seleccionados, incluyendo los valores umbrales de calidad del agua según su uso (decreto 1594 de 1984). En el **ANEXO –D-1.4** se encuentran los soportes de los análisis del laboratorio.

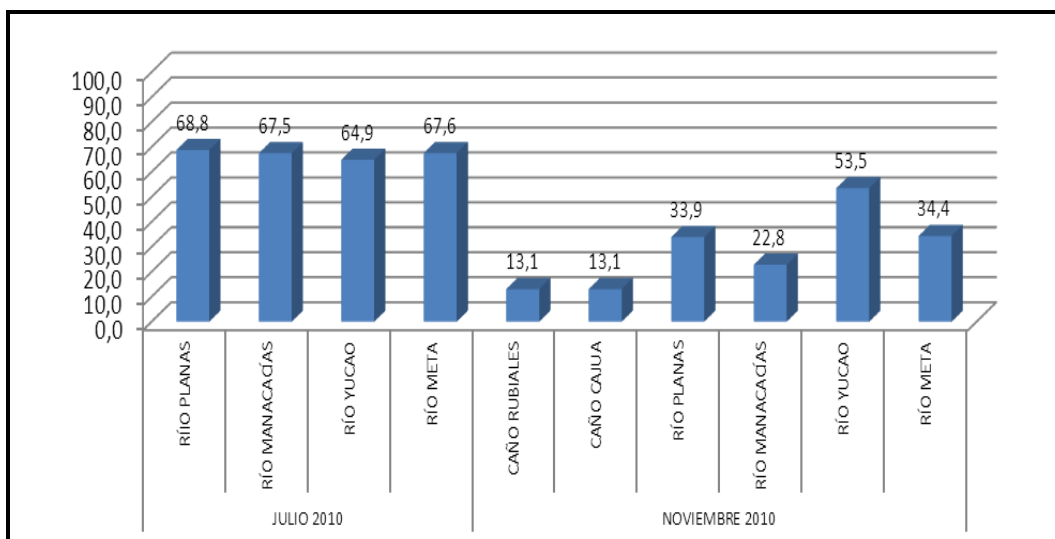
VARIABLES FISICOQUÍMICAS DE LAS AGUAS NATURALES RÍO META – CAMPO RUBIALES

OXÍGENO

El oxígeno disuelto es uno de los gases más importante en la dinámica y caracterización de los sistemas acuáticos, ya que es indispensable para la respiración y la fotosíntesis. Para la mayoría de los organismos, la presencia de oxígeno en el medio es un requisito para la vida. El oxígeno está representado abundantemente en la atmósfera y se disuelve rápidamente en el agua (Cole, 1988).

Para los muestreos de julio y noviembre de 2010 en los puntos muestreados se registró un comportamiento generalizado con niveles de subsaturación de oxígeno (**FIGURA 3.21**, Tabla 3.32), aunque el muestreo corresponde al periodo hidrológico de lluvias lo cual conlleva un incremento en el caudal y en la velocidad de la corriente, esta condición de reoxigenación no se evidencia en los resultados debido a la gran masa de agua que los ríos y caños arrastran. No obstante teniendo en cuenta la condición de ríos de alto orden hidrológico, es factible decir que los drenajes muestreados para el momento del muestreo presentaron alta capacidad de depuración.

FIGURA 3.21 VARIACIÓN COMPARATIVA DEL PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE OXÍGENO ENTRE LAS ESTACIONES MUESTREADAS



Fuente: Grupo G.I 2010.

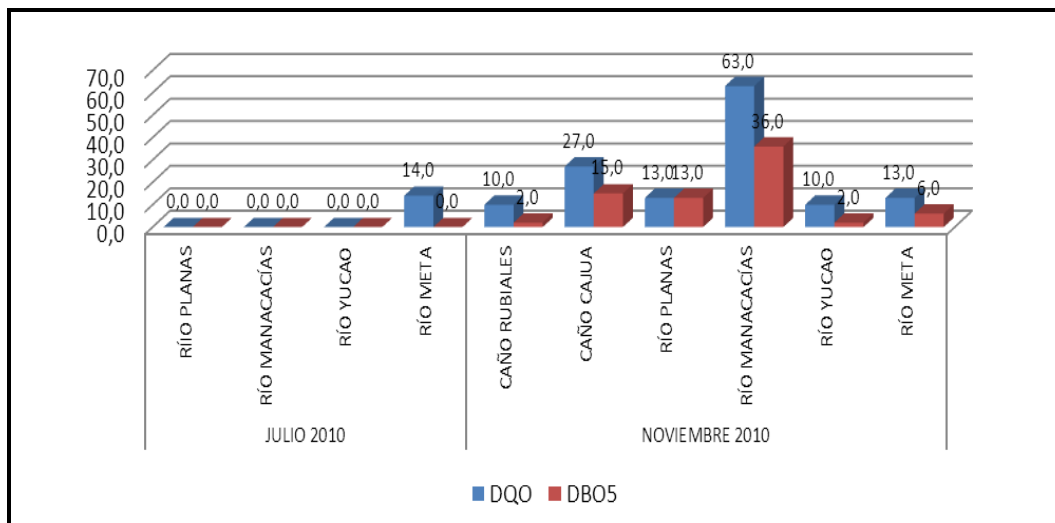
PARÁMETROS ORGÁNICOS

Los resultados encontrados en el muestreo de julio de 2010 para las variables DBO y DQO en los ríos Planas, Manacacías y Yuca, indican baja a nula cantidad de materia orgánica acumulada (Tabla 3.32, **FIGURA 3.22**). Todos los drenajes para este muestreo registraron ausencia de valores de DBO lo cual indica que los procesos de descomposición de la materia orgánica se están adelantando principalmente por la vía química.

La excepción está dada para el río Meta, el cual registro niveles de DQO que evidencia acumulación de materia orgánica, lo cual se debe a su condición de curso de agua de mayor orden hidrológico y una

mayor cuenca que lo surte, por ende en sus aguas refleja el aporte de toda su cuenca. Aunque existe la materia orgánica representada en el material alóctono que aporta la cobertura vegetal adyacente, de igual forma por la época de lluvias, se cuenta con el precedente del proceso de descomposición de la misma, de allí que se registre DQO lo cual evidencia la presencia de materia orgánica en descomposición por vía química.

FIGURA 3.22 VARIACIÓN COMPARATIVA DE DQO Y DBO ENTRE LAS ESTACIONES MUESTREADAS



Fuente: Grupo G.I 2010.

En el muestreo de noviembre de 2010, se presentó acumulación de materia orgánica, representada en los registros de DBO y DQO en todas las estaciones muestreadas incluyendo los caños Rubiales y Cajúa. Para este muestreo el nivel de materia orgánica mas alto estuvo dado en el río Manacacías.

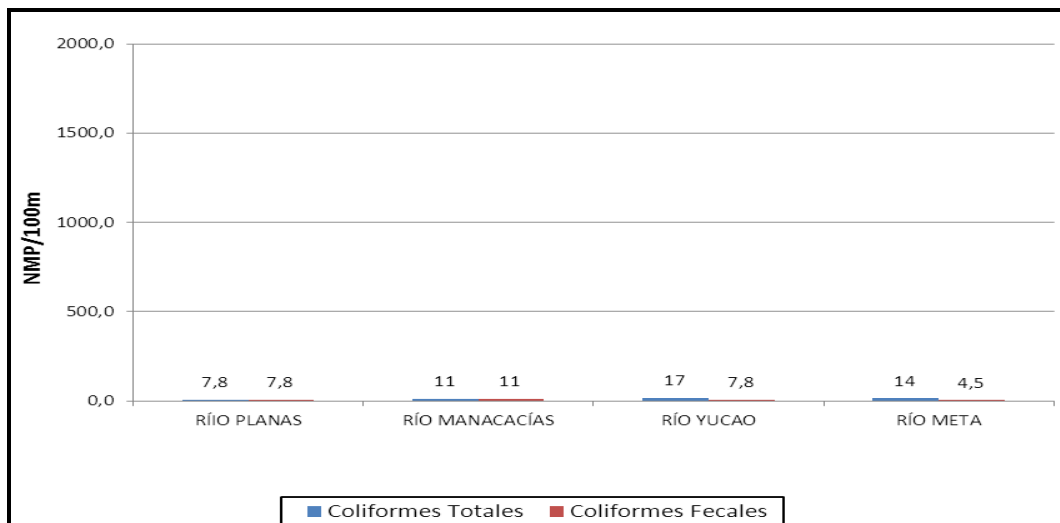
La diferencia entre los dos muestreos de Julio y Noviembre de 2010, a pesar de pertenecer al mismo periodo hidrológico de lluvias, se da por la acumulación de materia orgánica que se ha presentado a lo largo de los meses, la cual lleva un continuo de arrastre que se evidencia en el mes de Noviembre.

Otros compuestos de origen orgánico son los Fenoles, Hidrocarburos totales y grasas y aceites, para los puntos de muestreo en el muestreo de julio de 2010 no se registraron concentraciones detectables, por ende, en este periodo hidrológico de lluvias se pueden clasificar como atóxicas las aguas de los drenajes muestreados. Para el mes de noviembre de 2010 el nivel de detección del laboratorio fue más detallado y para el caso de Fenoles e Hidrocarburos no se registran niveles que sobrepasen la condición natural del agua. En el caso de grasas y aceites se evidencia tanto en el muestreo de julio como de noviembre, niveles de detección, no obstante la determinación de grasas y aceites no mide un tipo exacto de estas sustancias e incluye grasas de origen vegetal, animal y derivadas del petróleo, por ende su detección no implica un origen relacionado con hidrocarburos.

Los tensoactivos se encuentran relacionados con el aporte de residuos por actividades urbanas (domésticas) e industriales. Los drenajes muestreados reportan registros no detectables para el muestreo de julio de 2010 y niveles de muy baja detección para el muestreo de noviembre de 2010, lo cual indica que no existe afectación de la calidad del agua a este nivel (Tabla 3.32).

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

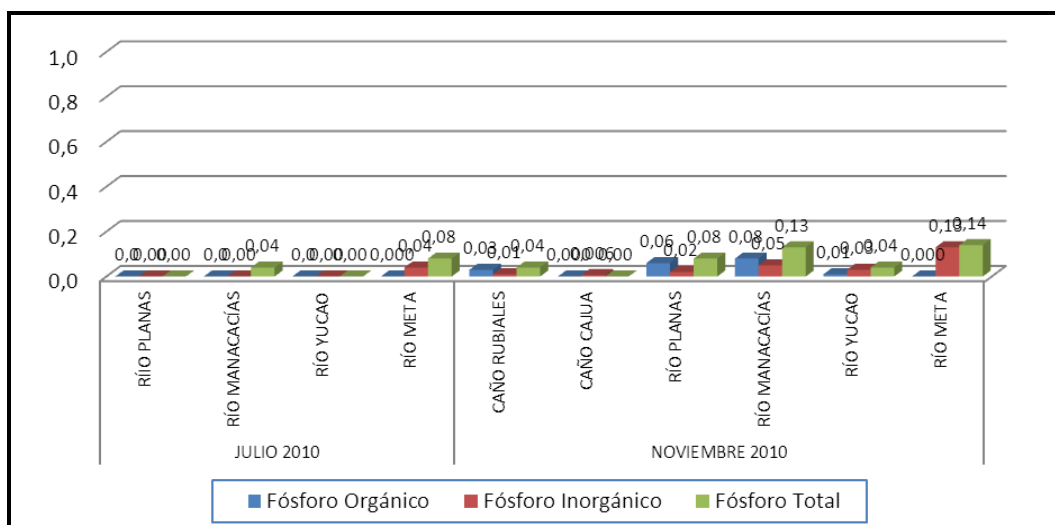
Los resultados encontrados en el muestreo de julio de 2010 en los coliformes totales y fecales para los drenajes muestreados registraron concentraciones bajas, lo cual se debe a que los terrenos de las cuencas tienen dedicación a la ganadería extensiva, con muy pocos aportes de aguas servidas (FIGURA 3.23).

FIGURA 3.23 VARIACIÓN COMPARATIVA DE LOS COLIFORMES FECALES Y TOTALES ENTRE LAS ESTACIONES MUESTREADAS

Fuente: Grupo G.I 2010.

PARÁMETROS INORGÁNICOS NO METÁLICOS

De los drenajes muestreados para julio y noviembre de 2010 los ríos Manacacías y Meta registraron niveles de acumulación de fósforo, con niveles en la concentración que indican aguas eutróficas (Tabla 3.32, **FIGURA 3.24**). Se evidencia que los drenajes de menor orden hidrológico presentan menor acumulación de fósforo, como lo muestran los resultados en los ríos Planas y Yucaó así como los caños Rubiales y Cajúa, la concentración de fósforo en sus diferentes formas fueron bajas lo cual indica condición de aguas oligotróficas para el muestre de julio 2010.

FIGURA 3.24 VARIACIÓN COMPARATIVA DE LAS DIFERENTES FORMAS QUÍMICAS DEL FOSFORO ENTRE LAS ESTACIONES MUESTREADAS

Fuente: Grupo G.I 2010.

El fósforo es absolutamente necesario para toda la vida; funciona en el almacenamiento y transferencia de la energía de la célula y en los sistemas genéticos. La degradación y mineralización de las plantas y

de los cadáveres animales es una fuente de fósforo para los componentes vivos del ecosistema, las bacterias convierten al fósforo orgánico molecular en ortofosfato inorgánico, que puede ser utilizado por las plantas.

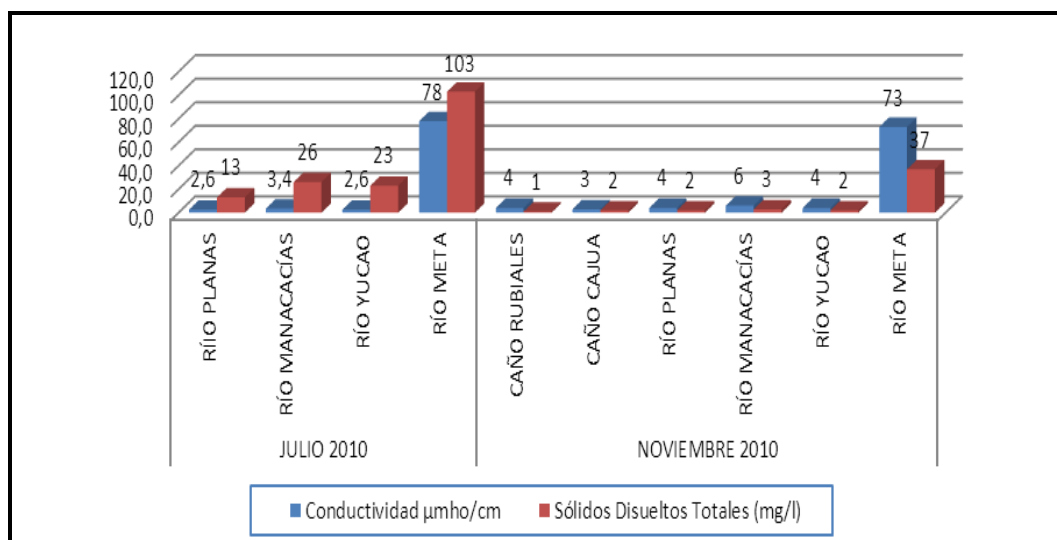
Teniendo en cuenta el aporte externo por la cobertura vegetal adyacente y el uso del suelo con vegetación intervenida, se puede pensar que parte del fósforo disponible está asociado con los procesos nutricionales y antrópicos.

En cuanto al nitrógeno, su importancia radica en que es el componente fundamental de las proteínas, las cuales constituyen la base estructural de los seres vivos. De todas las formas químicas del nitrógeno, los nitratos y el ión amonio son los más importantes para los ecosistemas acuáticos, por cuanto constituyen la fuente principal para los organismos residentes en este medio. En los puntos de agua muestreados para julio de 2010 se registran niveles no detectables de las diferentes formas de nitrógeno. No obstante, al ser más detallado el nivel de detección en el muestreo de noviembre 2010 se registran concentraciones de nitrógeno siendo mayor en los cursos de agua que registraron aguas eutróficas.

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

El río Meta que ha registrado para los muestreos de julio y noviembre de 2010 niveles de acumulación de materia orgánica así como de fósforo, igualmente presenta valores altos para sólidos disueltos y conductividad (**FIGURA 3.25**), estos valores de sólidos disueltos indican tendencia a la mineralización de las aguas dado que se conjugan los cationes sodio, potasio, calcio, magnesio, así como, los aniones carbonatos, bicarbonatos, sulfatos y cloruros, principalmente.

FIGURA 3.25 VARIACIÓN COMPARATIVA DE LA CONDUCTIVIDAD Y LOS SÓLIDOS DISUELTOS ENTRE LAS ESTACIONES MUESTREADAS



Fuente: Grupo G.I 2010.

Para el caso de estudio, la mineralización obedece básicamente a la presencia de materiales provenientes de los suelos y la roca parental, sobre la cual se desplazan los drenajes, ya que desgastados por los agentes atmosféricos son fuentes de iones edáficos.

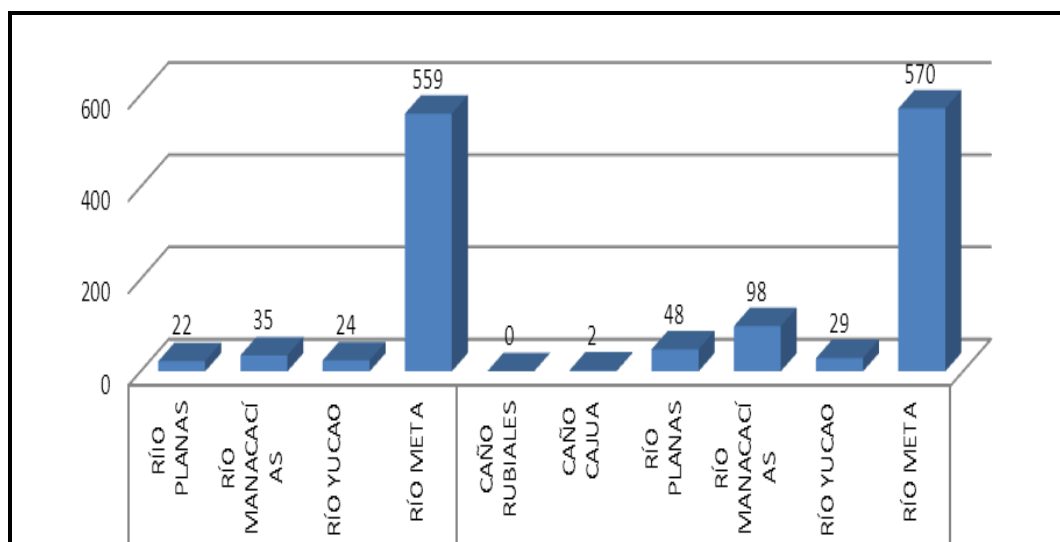
Según Gibbs (1970), la composición química de las aguas del mundo está controlada principalmente por la precipitación atmosférica, las rocas dominantes en la cuenca y el proceso de evaporación – cristalización. Para el caso del trópico adquiere mayor importancia la precipitación aunque existen ríos que reciben el mayor aporte de las áreas geológicas que recorren.

Los ríos tropicales se distinguen por presentar una menor concentración de sales disueltas, en gran parte generada por la pobreza de los suelos ante el intenso lavado que sufren debido al exceso de lluvias en determinadas épocas del año.

Entre los macronutrientes evaluados están los Sulfatos. Efectuando una comparación entre la variación de las concentraciones de este ion, se registran únicamente para el río Meta lo cual concuerda con lo registrado en la conductividad y sólidos disueltos (Tabla 3.32). Las concentraciones de sulfato, de acuerdo con Cole (1988), obedecen a los aportes edáficos y aguas altamente sulfatadas reflejan generalmente la presencia de antiguos sedimentos marinos; las actividades urbanas, industriales y agrícolas pueden aportar cantidades importantes. Los sulfatos en las aguas naturales varían en valores que van desde los 2.0 hasta los 10 mg/L, sin embargo el río Meta registró concentraciones que superan esta concentración lo cual se atribuye a aportes externos.

Los valores encontrados para los sólidos suspendidos son muy bajos y de igual forma se registran bajas concentraciones de turbiedad (Tabla 3.32, **FIGURA 3.26**). Estas bajas concentraciones de sólidos suspendidos para el momento del muestreo indican poco aporte de material en suspensión proveniente de la cuenca que los surte, de igual forma indica baja erosión en las cuencas. La excepción nuevamente se registra en el río Meta, en el cual se presentaron altos niveles de sólidos suspendidos. Siendo este curso de agua el de mayor orden hidrológico recoge las aguas de innumerables tributarios a lo largo de su recorrido, con el aporte de material en suspensión, lo cual indica que la cuenca que lo surte presenta erosión.

FIGURA 3.26 VARIACIÓN COMPARATIVA DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS ENTRE LAS ESTACIONES MUESTREADAS



La alcalinidad y acidez del agua es la forma de expresar la cantidad de iones bicarbonato y carbonato presentes en el agua, y su conocimiento es fundamental para determinar la capacidad para mantener los procesos biológicos y una productividad sostenida y duradera. En los cursos de agua en general se registro baja alcalinidad y baja acidez con aguas de pH con tendencia a la neutralidad (Tabla 3.32). No obstante los niveles de mayor concentración vuelven a registrarse en el río Meta, lo cual denota nuevamente la condición de aguas con mayor productividad.

METALES

Para el muestreo de julio de 2010 el Aluminio, Cadmio y Cromo hexavalente presentaron concentraciones de no detectables para el grado de sensibilidad expresado en la Tabla 3.32. No

obstante en el muestreo de noviembre de 2010, siendo más detallado el grado de detección en el laboratorio se registraron niveles de Aluminio en los ríos Meta, Planas y Manacacías, lo cual se explica por el lavado continuo de los suelos de las cuencas que los surten cuyo compuesto principal son arcillas con alto contenido de Aluminio y Hierro.

PESTICIDAS ORGANOCLORADOS Y ORGANOFOSFORADOS

Para el muestreo de noviembre de 2010 estos compuestos registraron un nivel de detección muy bajo, lo cual indica que no hay un uso regular de este tipo de pesticidas en la cuenca que surte los drenajes muestreados.

ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN

La **TABLA 3.36** referencia los resultados, de los cuales para el periodo hidrológico de lluvias se pueden concluir los siguientes aspectos:

TABLA 3.36 ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN

INDICES	MUESTREO JULIO 2010					MUESTREO NOVIEMBRE 2010				
	RÍO PLANAS	RÍO MANACACÍAS	RÍO YUCAO	RÍO META	CAÑO RUBIALES	CAÑO CAJUA	RÍO PLANAS	RÍO MANACACÍAS	RÍO YUCAO	RÍO META
Contaminación por mineralización (ICOMI)	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
Contaminación por materia orgánica (ICOMO)	0,10	0,10	0,12	0,1	0,43	0,80	0,65	0,88	0,23	0,55
Contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS)	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	1,00
Trófico (ICOTRO)	OLIGOTROFIA	EUTROFIA	OLIGOTROFIA	EUTROFIA	EUTROFIA	OLIGOTROFIA	EUTROFIA	EUTROFIA	EUTROFIA	EUTROFIA

Fuente: Grupo G.I 2010.

MINERALIZACIÓN: todos los drenajes muestreados exhibieron niveles de ninguna contaminación para los muestreos de julio y noviembre de 2010.

MATERIA ORGÁNICA: para el muestreo de julio de 2010 todos los drenajes muestreados registraron ausencia de contaminación. Para el muestreo de noviembre de 2010 todos los drenajes exhibieron algún grado de contaminación dada la acumulación de materia orgánica por el continuo lavado de sus cuencas.

MATERIA ORGÁNICA: los ríos Planas, Yuca y Manacacías, y los caños Cajúa y Rubiales registraron ausencia de contaminación. Por su parte el río Meta registró muy altos niveles de contaminación por sólidos suspendidos.

TROFIA: para el muestreo de julio de 2010 los ríos Meta y Manacacías presentaron condiciones eutróficas, es decir, una alta acumulación de nutrientes. Mientras que los ríos Planas y Yuca registraron niveles de oligotrofia, es decir, niveles bajos de acumulación de nutrientes.

Para el muestreo de noviembre de 2010, dado que se incrementó la carga orgánica por el continuo lavado de la cuenca, registraron niveles de oligotrofia únicamente el caño Cajúa. Los drenajes restantes registraron niveles de eutrofia.

CONCLUSIONES

Los ecosistemas acuáticos ubicados en el área de estudio como son los ríos Planas y Yuca y los caños Rubiales y Cajúa, para el momento del muestreo presentaron condiciones de cursos de agua con baja

evidencia de intervención antrópica y no presentan marcada contaminación, pese a la actividad antrópica que se desarrolla en los alrededores y debido a que estos ecosistemas son poco utilizados para consumo. Además, poseen deficiencias de nitrógeno, aguas con baja carga de materia orgánica. La concentración de los diferentes parámetros evaluados da muestra de la buena calidad del agua para el periodo de lluvias. En general, las aguas para todos los parámetros estudiados están por debajo de la norma para uso humano y doméstico. Respecto a la presencia de metales pesados, fenoles y grasas y aceites no hubo niveles de detección.

Los ríos Manacacías y Meta, son los drenajes que presentaron condiciones de intervención en sus aguas con acumulación de materia orgánica, aporte de residuos antrópicos provenientes de las casas aledañas, aguas con subsaturación de oxígeno. Poseen deficiencias de nitrógeno, aguas eutróficas, alto contenido de sulfato y sólidos suspendidos en el caso del río Meta. Respecto a la presencia de metales pesados, fenoles e hidrocarburos totales no hubo niveles de detección.

3.2.5.2 CALIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

◆ UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO

A continuación se relacionan los puntos de muestreo de agua subterránea, realizados en las actividades de campo (ver **TABLA 3.37**).

TABLA 3.37 UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO DE AGUA SUBTERRÁNEA

PUNTO DE AGUA	IDENTIFICACIÓN EN CAMPO	CÓDIGO ASA FRANCO	ESTE	NORTE	ALTURA	PUNTO DE AGUA
1	Finca Florida	547	785047	1028904	508	LT-N-037
2	Finca Florentina	548	766575	1025910	532	LT-N-059
3	Planas 1	557	908297	935401	183	LT-N-224
4	P 508	594	862424	963136	189	LT_A_247

Fuente: Grupo G.I 2010.

RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

El análisis fisicoquímico de las aguas se realizó teniendo en cuenta cada uno de los parámetros por separado, comparando con los límites permisibles establecidos en y la Resolución 2115/2007 del Decreto 1575 de 2007, emitido para agua para consumo humano.

Las muestras fueron recolectadas en frascos debidamente esterilizados y posteriormente refrigerados en neveras de icopor, manteniéndolas a temperaturas inferiores a los 5 °C.

La evaluación de las condiciones fisicoquímicas de las aguas subterráneas del área de influencia, se realizó mediante el análisis de laboratorio de 4 muestras de puntos de agua representativos de toda el área y distribuidos de la siguiente manera:

- 1 en el departamento de Boyacá (Sector Chivor – río Upía).
- 1 en el departamento de Casanare (Sector río Upía – río Meta).
- 2 en el departamento Meta (Sector río Meta – Campo Rubiales).

Las muestras se tomaron espaciadamente con el fin de obtener resultados representativos de la mayoría del área. El análisis contempló la normatividad ambiental vigente con respecto a los diferentes usos del agua, **TABLA 3.38**. Las muestras fueron analizadas por el Laboratorio ASA FRANCO con los resultados que se muestran en la **TABLA 3.39**.

TABLA 3.38 VALORES PERMISIBLES ESTABLECIDOS POR EL DECRETO 1594/84, DECRETO 475/98 Y DECRETO 1575 DE 2007 SEGÚN PARÁMETROS EVALUADOS EN LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

PARÁMETROS	DECRETO 1594/1984							DECRETO 475/1998	DECRETO 1575/2007
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CRITERIOS FÍSICO-QUÍMICOS DE CALIDAD DE AGUA									
Conductividad $\mu\text{S/cm}$								<1500	<1000
Color (Unidades)									15
CRITERIOS DE CALIDAD QUÍMICA PARA CARACTERÍSTICAS CON IMPLICACIONES EN LA SALUD									
PH (Unidades)	5.0-9.0	6.5-8.6	4.5-9		5.0-9.0	5.0-9.0	4.5-9	6.5-9	6.5-9
Calcio (mg/L)								100	60
Alcalinidad Total								120	200
Cloruros (mg/L)	25	250						300	250
Hierro Total (mg/L)			5					0.5	0.3
Magnesio (mg/L)								60	36
Sulfatos (mg/L)	400	400						350	250
Fosfatos (mg/L)									0.5

Fuente: Grupo G.I 2010.

- 1 Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso humano y doméstico e indican que para su potabilización se requiere solamente tratamiento convencional.
- 2 Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico e indican que para su potabilización se requiere solo desinfección.
- 3 Destinación del recurso para uso agrícola.
- 4 Destinación del recurso para uso pecuario
- 5 Destinación del recurso para uso recreativo contacto primario, como en natación y buceo.
- 6 Destinación del recurso para uso recreativo contacto secundario como en los deportes náuticos y la pesca.
- 7 Preservación flora y fauna (agua dulce cálida)
- 8 Agua segura: Es aquella que sin cumplir algunas de las normas de potabilidad definidas puede ser consumida sin riesgo para la salud humana.
- 9 Agua potable, aquella que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, en las condiciones señaladas en el presente decreto, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a su salud.

TABLA 3.39 RESULTADOS DE MUESTRAS DE CAMPO

COD	IDENTIFICACIÓN EN CAMPO	CALCIO (MG/L CA)	CLORUROS (MG/L CL)	CARBONATOS (MG/L CO ₃)	COLOR REAL (UNIDADES)	CONDUCTIVIDAD (MMHOS/CM)	FOSFORO TOTAL (MG/L P)	HIERRO TOTAL (MG/L FE)	MAGNESIO (MG/L MG)	pH (UNIDAD)	SULFATOS (MG/L SO ₄)
547	Finca la Florida	0,4	5,4	N.D.	10	15,4	N.D.	0,9	0,91	5,6	N.D.
548	Finca la Florentina	0,2	4,9	N.D.	5	10,7	0,03	0,4	0,18	6,4	N.D.
557	Planas 1	N.D.	3	N.D.	30	2,5	N.D.	0,4	N.D.	5,4	N.D.
594	PTO 508	N.D.	2.3	N.D.	20	3.8	N.D.	0.2	N.D.	5.2	N.D.

Fuente: Grupo G.I 2010.

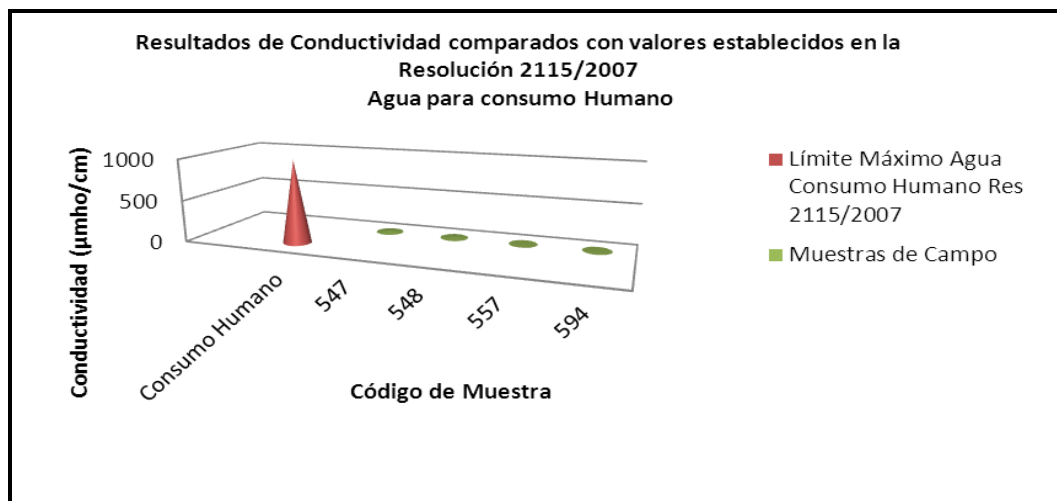
N.D. No detectable

Para la interpretación de los análisis de las muestras, se trabajaron gráficos tipo barra que permiten comparar los valores establecidos por la norma y los resultados de las muestras de la zona. Los parámetros fisicoquímicos evaluados son:

CONDUCTIVIDAD: El agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja y está directamente relacionada con los aniones y cationes presentes. La conductividad es la habilidad para transportar corriente eléctrica, por lo tanto, está relacionado y refleja el grado de mineralización del agua, es decir, sólidos disueltos y su productividad en los ecosistemas. En general la conductividad encontrada en los puntos de agua muestreados está muy por debajo del límite máximo admisible establecido por las normas técnicas para consumo humano (1000 $\mu\text{mhos/cm}$ ó $\mu\text{S/cm}$), siendo el menor valor la muestra 557 denominada en campo Planas 1 en la vereda Alto Manacacia, municipio de Puerto Gaitán, departamento del Meta (sector

río Meta – Campo Rubiales) con 2,5 ($\mu\text{mhos/cm}$), el mayor valor es 15,4 ($\mu\text{mhos/cm}$), en la vereda Monserrate, municipio Sabana Larga, departamento de Casanare (sector río Upía – río Meta), indicando una baja cantidad de sólidos disueltos a lo largo de todo el trazado de la línea de transmisión eléctrica desde la subestación Chivor a Rubiales (**FIGURA 3.27**).

FIGURA 3.27 RESULTADOS DE CONDUCTIVIDAD DE MUESTRAS DE CAMPO RECOLECTADAS COMPARADOS CON LOS VALORES NORMATIVOS

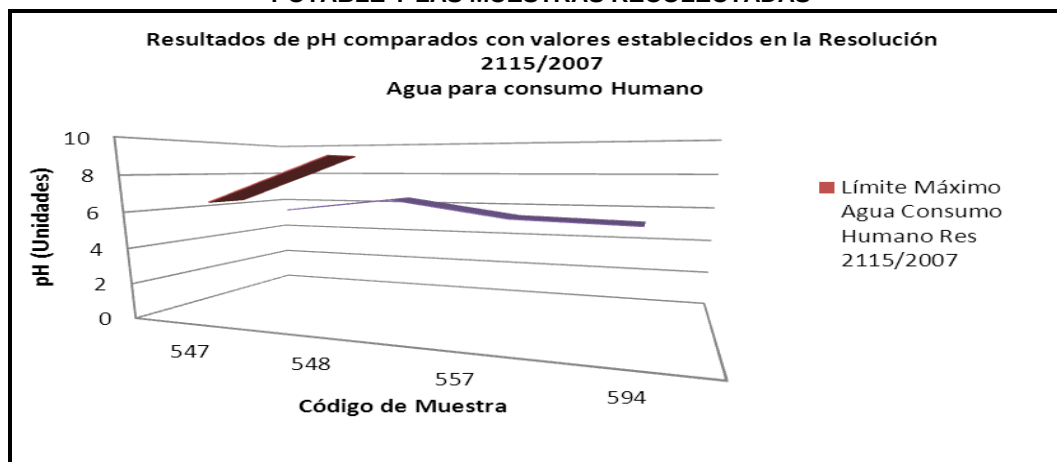


Fuente: Grupo G.I 2010

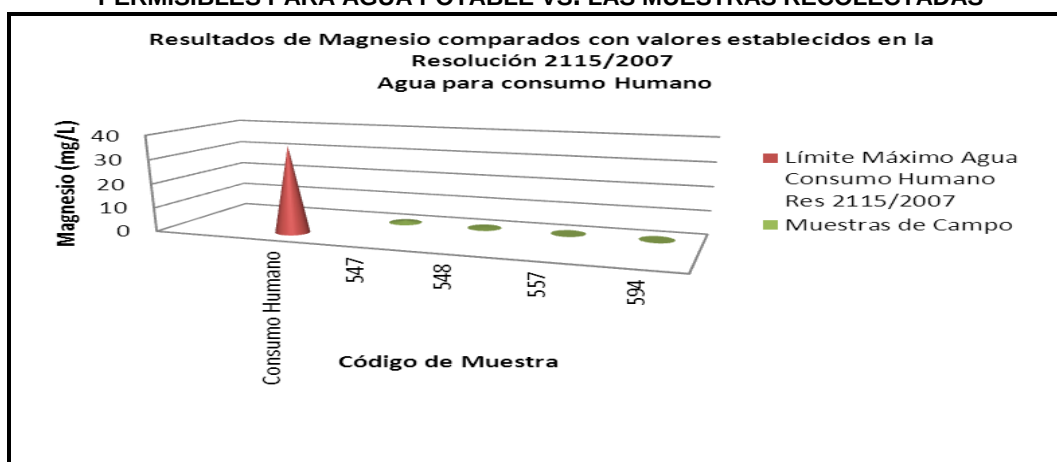
pH: es una forma de expresar la concentración y más exactamente la actividad de iones Hidrógeno [H^+], por lo tanto el pH controla el grado de disociación de muchas sustancias. La concentración excesiva de [H^+] afecta el agua en algunos de sus usos por lo cual representa una medida de polución en potencia. El decreto 1575 de junio de 2007 mediante su resolución 2115/2007, establece un intervalo permisible de pH entre 6,5 y 9 para consumo humano. Los valores de pH están entre 5,2 y 6,4, resultados que se encuentran moderadamente por debajo de los valores establecidos de la norma, sólo un aljibe localizado en el sector río Upía – río Meta está cerca del límite inferior del intervalo de pH, los puntos restante varían entre 5,2 y 5,6 unidades, por lo que el agua se considera moderadamente ácida, sin embargo, este pH no es considerado riesgoso para los ecosistemas presentes, ni para usos de agricultura, pecuarios o industriales. En la **FIGURA 3.28** se pueden observar el comparativo entre los resultados de las muestras de campo y los valores establecidos por la ley.

MAGNESIO Y CALCIO: la alcalinidad es la capacidad del agua de neutralizar ácidos. Sin embargo, aniones de ácidos débiles (bicarbonatos, carbonatos, hidróxido, sulfuro, silicato, fosfato y cationes alcalinotérreos como el calcio y el magnesio y oligoelementos metálicos tales como el hierro y magnesio) contribuyen a la alcalinidad. La dureza es otra característica química determinada por la presencia de iones metálicos divalentes como Ca^{++} , Mg^{++} , Sr^{++} , Fe^{++} , Mn^{++} y es interpretada como la capacidad de penetración del agua. Con respecto a los resultados de Calcio y Magnesio obtenidos de las muestras de campo se interpreta que la dureza y la alcalinidad son muy bajas, debido a que los contenidos de iones Ca^{++} y Mg^{++} son menores a 1mg/L en las muestras en que registran, ya que en el 50% de las mismas no se detecta contenido de los dos iones, en las muestras pertenecientes al sector río Upía – río Meta. Los valores detectados oscilan entre 0,18 y 0,91 mg/L de magnesio y entre 0,2 y 0,4mg/L de Calcio. Por tanto estos valores se encuentran muy distantes del límite máximo. En las **FIGURAS 3.29 Y 3.30** se observan los resultados de las muestras de campo comparados con los valores máximos permitidos.

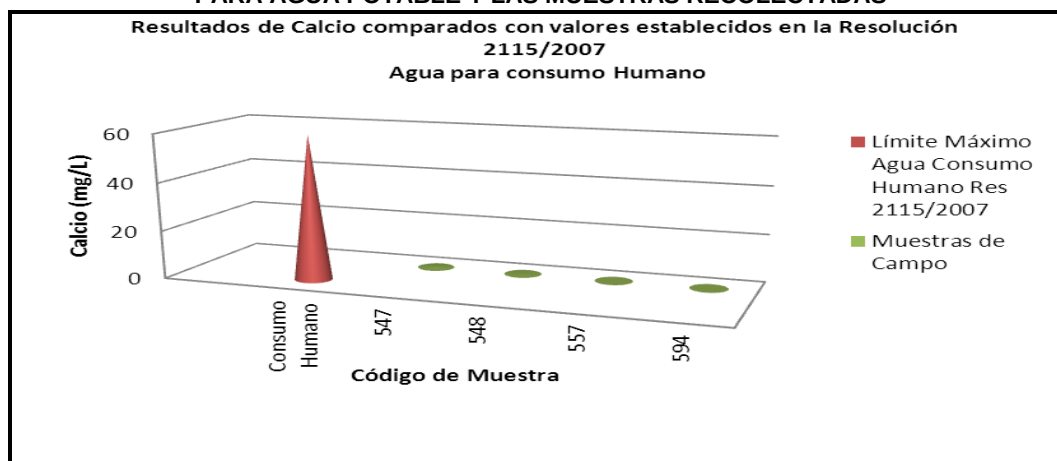
CLORUROS Y SULFATOS: se ha establecido un límite de 250 A 300 mg/L en aguas de consumo, se considera que por encima de esta concentración, los cloruros pueden influir en la corrosión misma del agua.

FIGURA 3.28 VARIACIÓN COMPARATIVA DEL PH ENTRE VALORES PERMISIBLES PARA AGUA POTABLE Y LAS MUESTRAS RECOLECTADAS

Fuente: Grupo G.I 2010.

FIGURA 3.29 VARIACIÓN COMPARATIVA DEL CONTENIDO DE MAGNESIO ENTRE VALORES PERMISIBLES PARA AGUA POTABLE VS. LAS MUESTRAS RECOLECTADAS

Fuente: Grupo G.I 2010.

FIGURA 3.30 VARIACIÓN COMPARATIVA DEL CONTENIDO DE CALCIO ENTRE VALORES PERMISIBLES PARA AGUA POTABLE Y LAS MUESTRAS RECOLECTADAS

Fuente: Grupo G.I 2010.

Por otra parte los sulfatos son un componente natural de las aguas naturales, cuyos valores se encuentran entre 350 y 400 mg/L y por lo general en aguas subterráneas no se encuentran en concentraciones que puedan afectar su calidad. Los sulfatos provienen de yeso y minerales similares, pero también de la oxidación de sulfuros, sulfitos y tiosulfatos de los suelos y en función del contenido de calcio, podrían impartirle un carácter ácido.

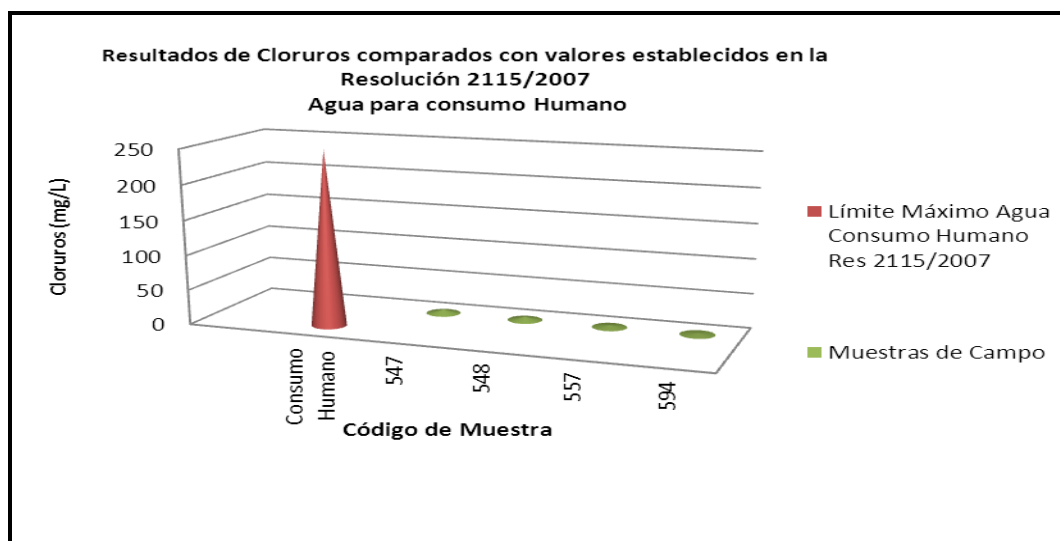
Los sulfatos de calcio y magnesio contribuyen a la dureza del agua y constituyen la dureza permanente. El sulfato de magnesio confiere al agua un sabor amargo y podría tener un efecto laxante. Este efecto es más significativo en niños y consumidores no habituados al agua con altos contenidos

Los cuerpos de agua muestreados presentan bajas concentraciones de sales sulfatos, los valores se encuentran en el intervalo 2,3-5,4 mg/L, el mínimo se registró en el municipio de Sabanalarga Casanare, y el máximo en Puerto Gaitán en el departamento del Meta, para el caso de las sales sulfatos en el 100% de muestras no fueron detectadas. Como ya se mencionó los valores hallados para las sales detectadas son muy bajos y se encuentran dentro de rango de valores admisibles en las figuras 5 y 6 se pueden observar los valores en gráficos en los cuales se comparan los valores admisibles por la ley y los datos de las muestras recolectadas en campo (**FIGURA 3.31 Y 3.32**).

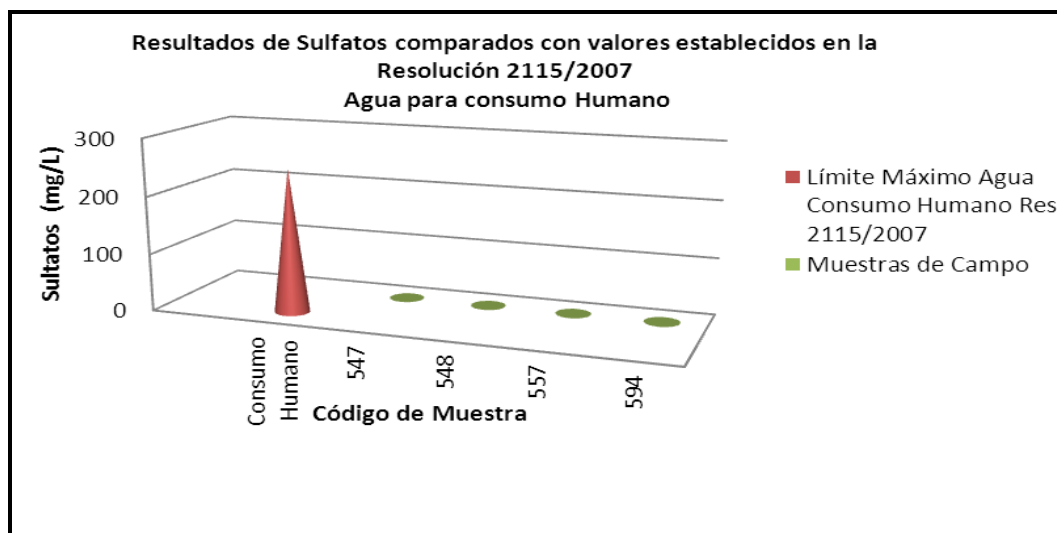
HIERRO: El hierro hace parte de los electrolitos que normalmente se encuentran en el agua en forma de cationes oligoelementos metálicos y como constituyente de las arcillas y limos. Los compuestos férricos así como los mangánicos que predominan en las aguas son insolubles e incorporan los iones metálicos al agua en forma de bicarbonatos ferrosos, causados por una doble acción química y biológica.

Se observa que en sólo una muestra equivalente al 25%, se encuentra por debajo del nivel máximo admitido para agua potable, esta muestra con código 594 se ubica en el sector río Meta – Campo Rubiales y corresponde a un aljibe, mientras el 50% (2 muestras) están ligeramente por encima del límite máximo admitido para consumo humano, estas muestras se tomaron de nacederos y se encuentran repartidas en los sectores Chivor – río Upía y río Meta – Campo Rubiales, finalmente el 25% restante presenta un nivel de hierro de 0,9ml/L, tres veces el valor máximo para consumo humano (0,3ml/L) de acuerdo a la resolución 1575 de 2007, la muestra corresponde al sector río Upía – río Meta.

FIGURA 3.31 VARIACIÓN COMPARATIVA DEL CONTENIDO DE SALES CLORUROS ENTRE VALORES PERMISIBLES PARA AGUA POTABLE VERSUS LAS MUESTRAS RECOLECTADAS



Fuente: Grupo G.I 2010.

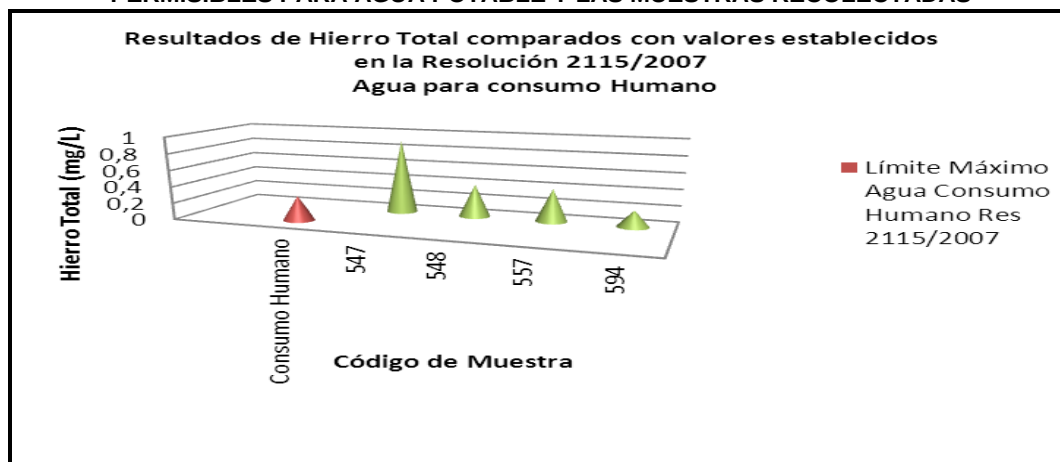
FIGURA 3.32 VARIACIÓN COMPARATIVA DEL CONTENIDO DE SALES SULFATOS ENTRE VALORES PERMISIBLES PARA AGUA POTABLE Y LAS MUESTRAS

Fuente: Grupo G.I 2010.

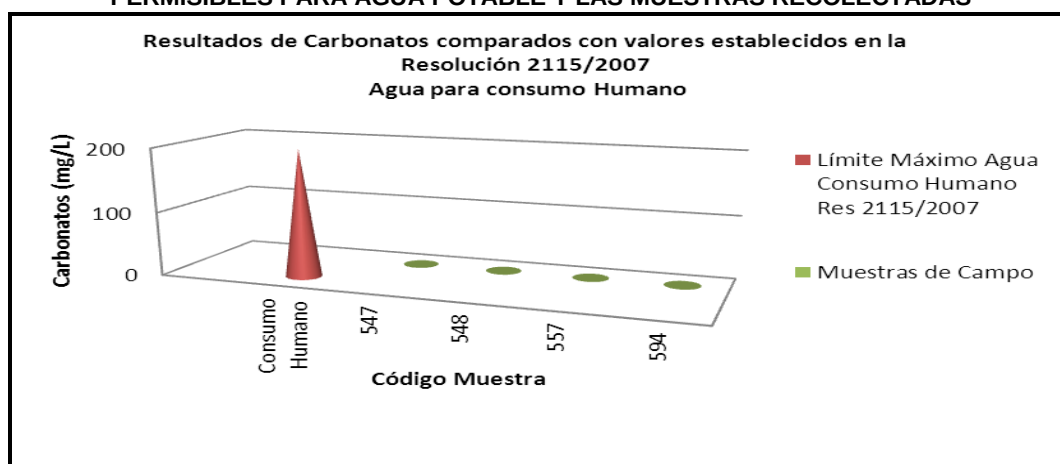
De acuerdo al muestreo realizado se observa que el sector río Meta – Campo Rubiales tiene variaciones en los valores de hierro lo que sugiere diferentes acuíferos ó contaminación por contacto con sedimentos con alto contenido de hierro. En el caso de la muestra 598 correspondiente al aljibe muestreado, el cual no tiene revestimiento y cuyo el nivel freático está 3 m bajo la superficie, mientras en la muestra 557 correspondiente al nacedero, es decir, el agua aflora en superficie, el nivel de hierro es mayor superando el límite máximo para consumo humano, esto podría estar ligado con el nivel de sedimentos rojos ferrosos que se encuentra cubriendo la región del sector río Meta – Campo Rubiales con un espesor de 20 a 70cm, de esta manera el agua de los nacederos entra en contacto directo con este nivel de sedimentos y el hierro que estos contienen lo que aumenta el valor de este catión en la misma. Por su parte el agua que se mantiene bajo superficie tiene un contacto indirecto con estos sedimentos a través de la infiltración y circulación de aguas superficiales, por lo que el contenido de hierro es menor. Pese a la presencia de un nivel de sedimentos con alto contenido de hierro en el sector río Meta – Campo Rubiales el resultado con más alto nivel de hierro se encentra en el sector río Upía – río Meta, donde el nivel triplica el máximo permitido para consumo humano, esto puede deberse a que parte de los sedimentos rojos del sector río Meta – Campo Rubiales se encuentran cubiertos en el sector Upía – río Meta por un cuaternario muy espeso, de esta manera el agua que circula por estos sedimentos se encuentra en contacto largo tiempo lo que hace que el nivel de hierro aumente y además durante la circulación contamine otros acuíferos. Las aguas portadoras de Hierro favorecen el crecimiento de bacterias ferrosas, las cuales se encuentran envueltas por un revestimiento de filamentos, que crecer adhiriéndose a las paredes de los pozos, a la tubería y a la capa acuífera, estas bacterias forman una capa viscosa que puede llegar a obstruir tanto la tubería como la formación acuífera (ver **FIGURA 3.33**).

CARBONATOS Y FOSFATOS: Las sales de ácidos débiles como los carbonatos son en gran parte responsables de la alcalinidad, mientras los fosfatos son considerados nutrientes esenciales para los organismos que toman parte de los procesos biológicos de las aguas naturales.

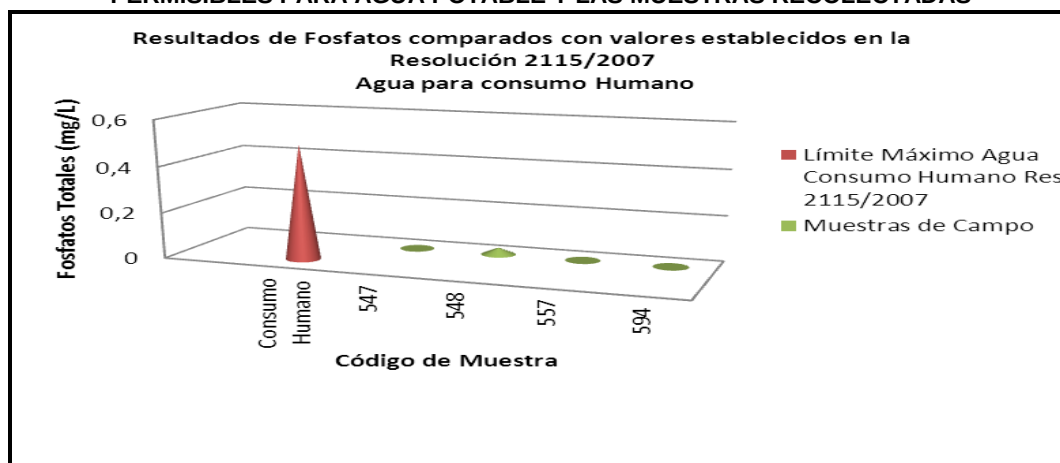
En el 100% de las muestras examinadas no se detectaron cantidades de carbonatos (**FIGURA 3.34**), en tanto en el 75% (3 muestras) no fue posible detectar fosfatos, en el 25% restante (1 muestra) el contenido de fosfato es admisible (no supera los 0,5mg/L establecidos por la ley), **FIGURA 3.35**. Respecto a estos resultados, el bajo contenido de carbonatos implica que el agua sea más ácida, lo que explica los resultados de pH por debajo de 6,5 $\mu\text{S/cm}$ encontrándose el 75% en el intervalo 5,2-5,6 $\mu\text{S/cm}$. Por otro lado el indetectable nivel de fosfato en tres de las muestras indican baja a nula actividad biológica, estas muestras son representativas de los río Upía – río Meta y río Meta – Campo Rubiales, mientras en el sector Chivor – río Upía aunque bajo, es posible detectar fosfatos indicando actividad biológica mínima.

FIGURA 3.33 VARIACIÓN COMPARATIVA DEL CONTENIDO DE HIERRO TOTAL ENTRE VALORES PERMISIBLES PARA AGUA POTABLE Y LAS MUESTRAS RECOLECTADAS

Fuente: Grupo G.I 2010.

FIGURA 3.34 VARIACIÓN COMPARATIVA DEL CONTENIDO DE CARBONATOS ENTRE VALORES PERMISIBLES PARA AGUA POTABLE Y LAS MUESTRAS RECOLECTADAS

Fuente: Grupo G.I 2010.

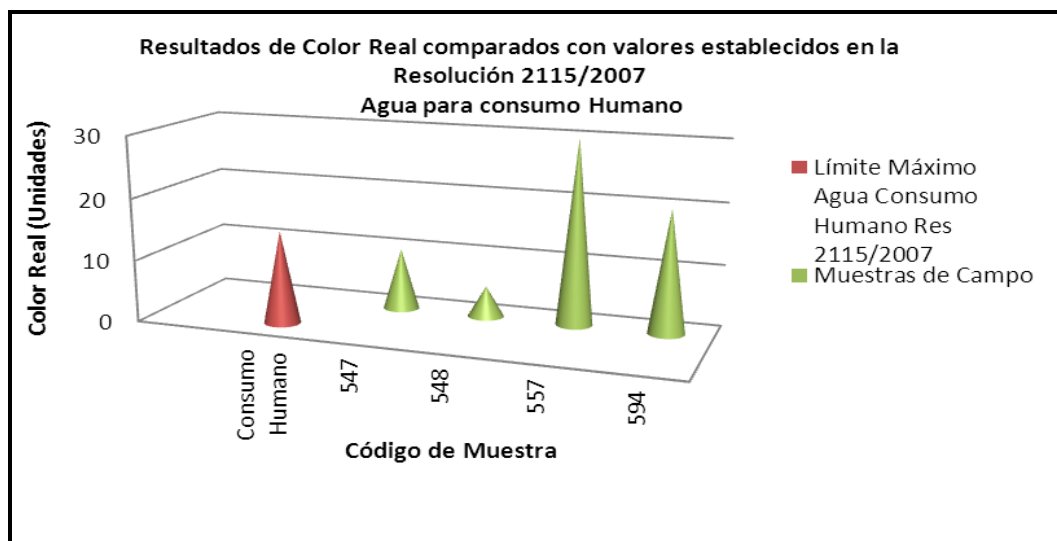
FIGURA 3.35 VARIACIÓN COMPARATIVA DEL CONTENIDO DE FOSFATOS ENTRE VALORES PERMISIBLES PARA AGUA POTABLE Y LAS MUESTRAS RECOLECTADAS

Fuente: Grupo G.I 2010.

COLOR: Se origina por sustancias minerales, vegetales, metálicas (hierro, zinc y manganeso), o por sustancias inorgánicas y orgánicas en proceso de descomposición, excrementos de organismos. El máximo valor admisible para agua potable es de 15 unidades, en el 50% de las muestras analizadas los valores de color real superan este tope (**FIGURA 3.36**), estas muestras pertenecen al sector río Meta – Campo Rubiales y en contraste con los resultados de los demás parámetros evaluados aparentemente estos resultados no tienen relación con algún valor específico, es decir, los resultados obtenidos de los demás parámetros están por debajo del límite máximo y en varias ocasiones son indetectables, lo que infiere que el color de estas muestras se encuentra más relacionado con factores orgánicos y bacteriológicos no evaluados.

Con respecto al 50% (2 muestras) que se encuentra por debajo de los valores máximos admisibles, el sector Chivor – río Upía presenta el menor valor de color con 5 unidades, mientras el sector río Upía – río Meta tiene un nivel de 10 unidades, al igual que en el sector río Meta – Campo Rubiales. En estas muestras no se evaluaron factores bacteriológicos y los resultados de los demás parámetros evaluados no muestran relación, ya que en el caso del sector río Upía – río Meta, donde se detectó el mayor nivel de hierro, el color es bajo, por tanto en este caso el hierro no incide en el color, y seguramente este parámetro este más relacionado como se mencionó anteriormente con factores bacteriológicos.

FIGURA 3.36 VARIACIÓN COMPARATIVA DE COLOR CON LOS VALORES PERMISIBLES PARA AGUA POTABLE Y LAS MUESTRAS RECOLECTADAS



Fuente: Grupo G.I 2010.

VULNERABILIDAD A LA CONTAMINACIÓN

La calidad química del agua subterránea se ve directamente afectada por el movimiento lento que ésta tiene en el subsuelo, por ende mantiene un contacto directo y prolongado con los minerales, los cuales se van disolviendo en ella hasta alcanzar un balance combinado de las sustancias en solución. Durante la toma de muestras e inventario de puntos de agua se observó en algunos nacederos la presencia de óxidos de hierro, y la mayoría de las personas en los sectores río Upía – río Meta y río Meta – Campo Rubiales informaron que el agua presenta sabor metálico, los resultados de laboratorio muestran que en general se tienen niveles bajos de iones excepto en el caso del hierro que tiene valores por encima de los admisibles en los sectores Chivor – río Upía y río Upía – río Meta y algunos sectores del Meta, sin embargo, el caso más importante es el sector río Upía – río Meta que supera tres veces el máximo contenido admisible.

En cuanto a la calidad bacteriológica, las aguas subterráneas se caracterizan por ausencia de oxígeno libre y carencia de alimentos a profundidades mayores a 7m, generalmente están exentas de organismos

pequeños (microbios) que normalmente se encuentran en aguas superficiales, los acuíferos se pueden ver afectados por la contaminación proveniente de la superficie por medio de fisuras, fracturas o simple filtración que permitan la entrada de aguas provenientes de cauces contaminados, fosas sépticas, estiércol de establos, desperdicios agrícolas y de aguas negras entre otros, sin embargo, en estas muestras no se consideró el factor bacteriológico.

En realidad, siempre va a existir una contaminación natural originada por restos animales y vegetales y por minerales y sustancias gaseosas que se disuelven cuando los cuerpos de agua atraviesan diferentes terrenos. Pero para este propósito, la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación se ha considerado teniendo en cuenta los análisis de las muestras de agua recolectadas, que permiten clasificar las aguas subterráneas como moderadamente vulnerables a la contaminación bacteriológica, específicamente dada por la infiltración de contaminantes como coliformes, disposición de aguas domésticas y de basuras. Además de la superficialidad que presentan al comportarse predominantemente como acuíferos libres, los hace más susceptibles a ser contaminados.

Para evaluar la vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas se aplicó el método de Foster e Irata (1991) a las muestras con información de profundidad y que a la vez tuvieron muestras de laboratorio para realizar análisis comparativos. El método, denominado método GOD (**FIGURA 3.37**) se utiliza para calcular la vulnerabilidad del acuífero, este método tiene la ventaja que es de muy sencilla aplicación, y además requiere un muy bajo número de parámetros para su empleo.

El método **GOD** se basa en la asignación de índices a 3 variables que son las que nominan el acrónimo:

G: groundwater occurrence: tipo de acuífero.

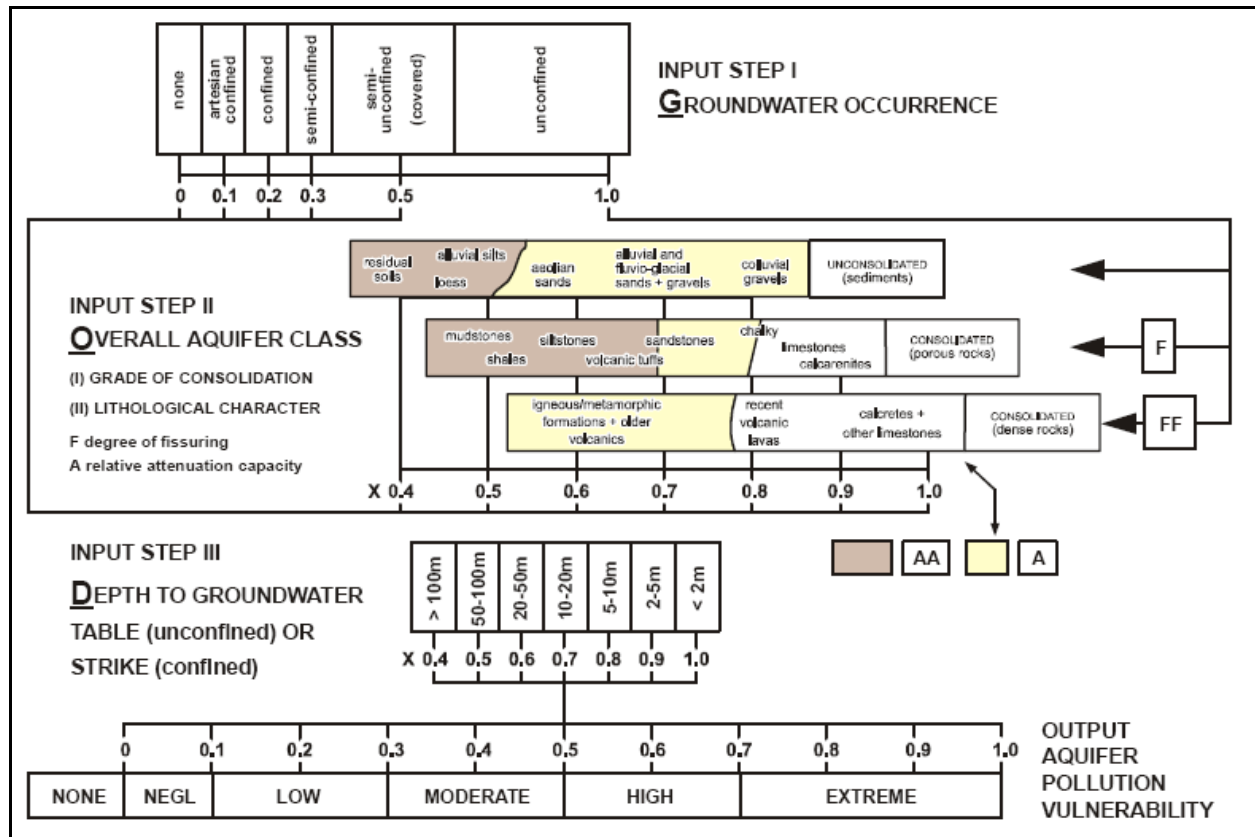
O: overall aquifer class: litología de la cobertura.

D: depth to groundwater: profundidad del agua subterránea.

Los tres índices se multiplican entre sí, y su resultado puede variar entre vulnerabilidad 1 máxima y 0 mínima.

El método se aplicó a los puntos con información del nivel freático, como se observa en la **TABLA 3.40** y que además fueron enviados a laboratorio, el examen muestra vulnerabilidades que varían de Baja a Moderada-Alta. La menor vulnerabilidad corresponde al sector Chivor – río Upía en donde los acuíferos son confinados y semiconfinados gracias a la alternancia de formaciones permeables y formaciones impermeables e intercalaciones de este tipo dentro de una misma unidad, el sector río Upía – río Meta presenta una vulnerabilidad moderada a alta ya que los puntos muestreados corresponden a nacederos de acuíferos libres someros. Finalmente el sector río Meta – Campo Rubiales presenta dos vulnerabilidades, una moderada que corresponde al aljibe muestreado en donde el nivel freático se encuentra 3 m bajo la superficie, aunque es un acuífero libre esta distancia a la superficie brinda la posibilidad no estar en contacto directo con los contaminantes superficiales y de ser infiltrados antes de llegar al acuífero, durante su recorrido, es posible que la mayoría sean retenidos en los sedimentos superiores. Con respecto a la vulnerabilidad moderada-alta que se presenta también en el sector río Meta – Campo Rubiales, se puede decir que al igual que en sector río Upía- río Meta, el acuífero está en contacto con la superficie, lo que facilita la mezcla de contaminantes. El caso de acuíferos libres someros presenta la mayor vulnerabilidad ya que se encuentran insaturados lo que contribuye a que los elementos que provienen del exterior no encuentren una presión ascendente que evite su mezcla con el agua.

Con respecto al nivel del agua varía entre la superficie hasta 3m de profundidad, en cuanto a la litología en los sectores río Upía – río Meta y río Meta – Campo Rubiales se tratan de depósitos inconsolidados cuaternarios, constituidos de limos, arenas, para el cálculo se tomó la calificación de la litología correspondiente a limos aluviales ya que es la litología más cercana a la observada, sin embargo, se conoce que estos depósitos contienen lentes de gravas y arenas, que son mejores reservorios como sucede en el río Upía – río Meta, mientras en el sector Chivor – río Upía la muestra se tomó de un nivel de areniscas de la Formación Carbonera, las arenisca son los acuíferos predominantes en la región. Las anteriores condiciones generan una variación de vulnerabilidad a la contaminación como ya se expuso.

FIGURA 3.37 PROCEDIMIENTO GOD PARA CALIFICAR LA VULNERABILIDAD DE UN ACUÍFERO, FOSTER E HIRATA (1991)

Fuente: Grupo G.I 2010.

TABLA 3.40 PARÁMETROS Y RESULTADO DE LA VULNERABILIDAD EN LOS PUNTOS DE AGUA CON INFORMACIÓN DE PROFUNDIDAD Y PRUEBAS DE LABORATORIO

PUNTO AGUA	TIPO DE ACUÍFERO		LITOLOGÍA DE LA COBERTURA		PROFUNDIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA		TOTAL	VULNERABILIDAD
CÓDIGO ASA FRANCO								
547	Semiconfinado	0.3	arenisca	0,7	superficie	1	0.21	Baja
548	libre	1	Limo y arena aluvial	0,5	superficie	1	0,5	Moderada-Alta
557	libre	1	Limo y arena aluvial	0,5	superficie	1	0,5	Moderada-Alta
594	libre	1	Limo y arena aluvial	0,5	3.0m	0.9	0,45	Moderada

Fuente: Grupo G.I 2010.

En el **ANEXO D.1**, se presentan los resultados de los monitoreos realizados en el mes de junio de 2010 a las fuentes de agua que se van a aprovechar para obtener el recurso hídrico tanto para uso industrial como para uso doméstico.

3.2.6 USOS DEL AGUA

Los usos del recurso agua en el área de influencia del proyecto están limitados a las actividades propias de la zona, caracterizada por una forma de tenencia (Unidad Agrícola Familiar) de la tierra, utilizada principalmente en ganadería semi-intensiva y cultivos rotativos; por lo tanto, los cuerpos de agua son usados como abrevaderos, actividades de pesca, riego y en algunas ocasiones para uso doméstico. La mayoría de los predios cuentan con pozo profundo y sistema de acueducto.

La información recolectada permite caracterizar el uso del recurso hídrico de las diferentes poblaciones usuarias en el área de influencia de la Línea Eléctrica de 230 kV y entender sus relaciones con dichos cuerpos de agua; los bienes que reciben de él; la forma como establecen su uso y las estrategias organizativas y sociales que determinan la manera como utilizan el recurso hídrico. Se observaron los cuerpos de agua objeto del estudio, identificando a todos los pobladores que se encontraran entre el tramo seleccionado. En los asentamientos o viviendas se hizo una recolección de información sobre la utilización que los pobladores hacían del río, se identificaron los sitios en donde hacían las tomas de agua y la clase de toma que tenían y se consignaba información referente a la composición familiar y acceso a algunos servicios básicos.

SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR - RÍO UPÍA

La demanda hídrica del sector está orientada principalmente al uso agropecuario y al consumo humano. (**FOTOGRAFÍA 3.78**). En la vega de los cauces se observa desarrollo de actividad agrícola. La ganadería se desarrolla a menor escala y en las épocas secas el ganado abreva directamente sobre los ríos.

Los municipios de Santa María y San Luis de Gaceno se abastecen de los acueductos municipales y/o veredales con fuentes superficiales, aprovechando su disponibilidad; sin embargo en los últimos años han visto disminuido su caudal aferente principalmente por la disminución en la cobertura vegetal boscosa protectora en las cabeceras de los drenajes usados y por la alteración en los periodos climáticos, los cuales han acentuado las temporadas prolongadas de intenso calor y que en época de mayores precipitaciones manifiestan las lluvias torrenciales. Igualmente se presenta que los cauces sean empleados como receptores de vertimientos de los municipios.



FOTOGRAFÍA 3.78
ACUEDUCTO MUNICIPAL SAN LUIS DE GACENO
Fuente: Grupo G.I 2010.

SECTOR RÍO UPÍA –RÍO META

Los usos típicos del recurso hídrico se caracterizan por suplir el consumo humano, uso agropecuario y actividades de tipo industrial. Se presenta también el uso de las fuentes hidrográficas para el abastecimiento de acueductos veredales en el Municipio de Monterrey. Otras fuentes de demanda del recurso hídrico superficial, son la ganadería, las actividades agrícolas (**FOTOGRAFIA 379**), uso industrial, consumo doméstico (**FOTOGRAFIA 3.80**), piscicultura de forma extensiva, cultivos de arroz y las plantaciones de palma en una pequeña escala que se localizan principalmente en las áreas de sabana y vegas del río Túa (**FOTOGRAFIA 3.81**).

En el río Tacuya, se evidencia usos de los distritos y cultivos de arroz que se desarrollan en la parte media de su cuenca. Por otra parte en el río Túa, funcionan estanques para piscicultura. Respecto a la ganadería, los sistemas de explotación que se manejan son cría, doble propósito, levante y ceba, la gran mayoría, de tipo extensivo, con una relación de una cabeza.



FOTOGRAFÍA 3.79

DEMANDA DE AGUA PARA ABASTECIMIENTO DE PREDIOS

Fuente: Grupo G.I 2010.



FOTOGRAFÍA 3.80

DEMANDA DE AGUA PARA USO DOMESTICO



FOTOGRAFÍA 3.81

DEMANDA DE AGUA PARA PLANTACIONES DE PALMA

Fuente: Grupo G.I 2010.

SECTOR RIO META – CAMPO RUBIALES

Según observaciones en campo e información de los habitantes de la región los principales usos del agua en el área de influencia directa son de uso doméstico, como abrevadero para el ganado y en actividades de uso agropecuario para riego de cultivos. De igual forma el recurso íctico es aprovechado en las fuentes principales (ríos Meta, Manacacías, Yucao y Planas principalmente), de manera constate por varios pobladores como fuente de ingresos económicos.

En cuanto al requerimiento del recurso agua en el área, se tiene que los mayores consumos se presentan en las cabeceras municipales para consumo humano y en el área rural el consumo de agua se utiliza para labores agropecuarias como el riego de los cultivos de arroz y sorgo, la ganadería y la puntualmente algunas actividades de piscicultura tecnificada. Los pobladores de la zona rural del municipio de Puerto Gaitán captan agua para consumo doméstico y agropecuario, que es extraída mediante motobombas, arietes o molinos de viento en sitios de aprovisionamiento de las corrientes superficiales aledañas sean estos los ríos Yucao, Planas, Manacacías, Meta, caños menores o nacimientos, pozos y aljibes poco profundos.

Para uso Agrícola en el sector de Puerto Gaitán el agua es utilizada para el riego de cultivos extensos de Palma, Maíz y Soya, y a nivel industrial los pozos petroleros (perforación, pruebas hidrostáticas y consumo doméstico), son quienes más demandan el recurso, captando agua de los drenajes superficiales, como por ejemplo el río Manacacías que cuenta con varios puntos de captación, todos autorizados por la autoridad ambiental.

3.2.7 HIDROGEOLOGÍA

Para determinar y cuantificar en lo posible la capacidad de las unidades geológicas presentes, para almacenar y transmitir agua subterránea es necesario realizar una clasificación cualitativa de las unidades aflorantes de acuerdo con las condiciones litológicas que se presentan en la zona, además de tener en cuenta la información proporcionada por el inventario de puntos de agua.

En la elaboración del **MAPA HIDROGEOLÓGICO EIA LECH-RU 12**, del área se infirió el potencial de las formaciones como almacenadoras de agua y las características de las unidades superficiales para transmitir o almacenar el agua proveniente de la precipitación. Además se considera la presencia de lineamientos y estructuras regionales en el área tales como sinclinales, anticlinales y fallas que en este caso controlan la magnitud y extensión de los acuíferos.

Un factor importante es la precipitación que en el área es alta entre los sectores de montaña y piedemonte al occidente, mostrando un balance hídrico con exceso de agua la mayor parte del año, especialmente durante los meses de abril a noviembre determinando la época de lluvias, condiciones que varían hacia el centro y suroriente del área que cubre la zona de llanura y altillanura, donde las precipitaciones ocurren por temporadas; gran parte del agua lluvia es captada por los drenajes principales a través de escorrentía y otra parte se infiltra alimentando de esta manera acuíferos más someros.

Teniendo en cuenta la diversidad de litologías, que atraviesa el área indirecta, se han diferenciado un total de ocho (8) unidades hidrogeológicas, las cuales cobijan sedimentos no consolidados como depósitos de origen aluvial (depósitos cuaternarios) de alta a moderada permeabilidad y rocas con diferentes características hidrogeológicas cuyo factor determinante es la litología.

Las unidades se agruparon de acuerdo a su capacidad para almacenar y transmitir agua subterránea, y fueron catalogadas de acuerdo a su importancia hidrogeológica como sigue:

Las unidades referentes a los depósitos no consolidados, de permeabilidad alta a moderada fueron calificadas como de importancia hidrogeológica alta (I1, I2) al igual que las unidades conformadas por rocas con alta a moderada permeabilidad, ya sea primaria (formaciones Mirador y Barco II1), o mixta (primaria y secundaria) como es el caso del Grupo Guadalupe (II3), de importancia media se catalogaron las unidades con niveles moderadamente permeables, con permeabilidad primaria y niveles impermeables como las formaciones Carbonera y Guayabo (II2), las unidades de rocas impermeables como lo son las formaciones Lutitas de Macanal, Fómeque, Chipaque, Guaduas, Cuervos y León, al igual que las unidades impermeables con eventual permeabilidad secundaria como el Grupo Farallones, y las formaciones Calizas del Guavio, Arenitas Las Juntas, y Une, junto con la sedimentos no consolidados de moderada a baja permeabilidad se catalogaron como de importancia hidrogeológica baja (ver **TABLAS 3.41, 3.42 Y 3.43**).

TABLA 3.41 HIDROGEOLOGÍA SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR - RÍO UPÍA

UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	LITOLOGIA	UNIDAD GEOLOGICA	COMPORTAMIENTO HIDROGEOLOGICO	IMPORTANCIA HIDRO- GEOLOGICA
II5	Rocas Impermeables	Rocas conformadas por lutitas, arcillolitas y limolitas, con intercalaciones escasas y delgadas de arenitas y en las formaciones más antiguas calizas	Formación Lutitas de Macanal, Formación Fómeque, Formación Chipaque, Formación Guaduas, Formación Cuervos y Formación León	Rocas que además de ser predominantemente de tamaño de grano arcilla - limo han sido compactadas o cementadas de manera que han perdido totalmente la porosidad primaria de los intervalos originalmente permeables, lo que las cataloga como rocas con permeabilidad muy baja que se puede comportar como acuícludos y acuitardos. Las 3 unidades cretácicas que pertenecen a esta unidad Hidrogeológica hacen parte del Basamento Hidrogeológico.	BAJA
II4	Rocas impermeables con eventual permeabilidad secundaria	Conformada predominantemente por cuarzoareniscas, con algunos niveles de conglomerados y calizas	Grupo Farallones, Formación Calizas del Guavio, Formación Areniscas de las Juntas, Formación Une	Estas rocas al estar muy cementadas presentan una baja permeabilidad primaria pero el plegamiento, fallamiento y disolución (en el caso de rocas calcáreas), han adquirido una permeabilidad secundaria suficiente para transmitir aguas subterráneas. Estas rocas se incluyen en el basamento hidrogeológico ya que han sido compactadas o cementadas, de manera que han perdido totalmente la porosidad primaria. El comportamiento hidrogeológico de esta unidad es de acuitardo donde la unidad contiene el agua pero la transmite muy lentamente, ya que las rocas que la constituyen suelen ser compactas, frecuentemente están fisuradas y pueden tener espacios porales vesiculares que constituye la porosidad secundaria, donde la permeabilidad aumenta en el caso donde las fisura, diaclasas y fallas esten interconectadas.	BAJA
II3	Rocas moderadamente permeables con permeabilidad secundaria a la base y primaria en el tope	Conformada por cuarzoareniscas, con cemento silíceo y algunos niveles delgados de shales.	Grupo Guadalupe	La constituyen a la base unidades arenosas que presentan una moderada permeabilidad ya que han sido compactadas y/o cementadas, de manera que han perdido parcialmente la porosidad primaria pero presentan una permeabilidad secundaria resultado del plegamiento y fallamiento regional. Se pueden clasificar como acuíferos semiconfinados y confinados, ya que estos niveles arenosos están intercalados por niveles arcillosos y limolíticos que se comportan como acuitardos o como rocas impermeables. Mientras al tope la unidad superior presenta mayor porosidad primaria, debido a una menor cementación, generando acuíferos confinados y semiconfinados al estar suprayacida por los niveles impermeables de la Formación Guaduas	ALTA
II2	Rocas moderadamente permeables con permeabilidad primaria y niveles impermeables	Niveles gruesos de arenitas cuarzosas y sublíticas con cemento silíceo, alternando con niveles gruesos de arcillolita negras y gris moteadas con niveles de arenitas conglomeráticas, hacia el tope de la Formación Guayabo se presentan paquetes gruesos de conglomerados poco consolidados de guijos a bloques, redondeados y subelongados	Formación Carbonera, Formación Guayabo	El comportamiento es combinado de acuitardo y acuífero ya que presenta niveles importantes de arenitas moderadamente permeables, con porosidad primaria y paquetes de conglomerados poco consolidados, alternando con acuitardos de arcillolitas, esta alternancia de paquetes importantes permeables e impermeables conllevan a la presencia de acuíferos confinado y algunos libre en el caso de los niveles superiores de la Formación Guayabo que termina con conglomerados.	MEDIA

UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	LITOLOGIA	UNIDAD GEOLOGICA	COMPORTAMIENTO HIDROGEOLOGICO	IMPORTANCIA HIDRO- GEOLOGICA
I11	Rocas moderada a altamente permeables con permeabilidad primaria	Cuarzoareniscas poco cementadas, con granos subredondeados y subesféricos, limpias.	Formacion Mirador, Formación Barco	Son rocas sedimentarias que aunque se encuentran compactas poseen una alta porosidad primaria que permiten el almacenamiento de agua, comportandose como acuíferos, confinados o semiconfinados según se encuentre la formación Cuervos sobre la Formación Barco y el nivel basal arcilloso de la Formación Carbonera sobre la Formación Mirador, o por el contrario, debido a fallamiento se encuentren capas semipermeables sobre los acuíferos.	ALTA
I1	Sedimentos no consolidados de alta permeabilidad	Gravas tipo bloques hasta gránulos, de composición heterogénea, predominando la cuarzosa, con clastos redondeados y subalargados, en una matriz arenosa, alternando con capas de arenas, arcilla y limo.	Depósitos aluviales activos	Esta unidad normalmente no tiene compactación y por supuesto los granos no se encuentran cementado entre sí, los clastos muestran redondeamiento lo que produce una alta porosidad intergranular y alta permeabilidad, desarrollando acuíferos libres superficiales a semiconfinados, con agua dulce. Los acuíferos son de espesor considerable y se ubican cerca del cauce de los ríos.	ALTA
I2	Sedimentos no consolidados de media a alta permeabilidad	Gravas tipo cantos, guijos y bloques, de composición cuarzosa con líticos, clasto-soportados, alternando con lentes de arenas gruesas conglomeráticas, limos y arcillas. Constituidos por sedimentos inconsolidados de arena arcillosa y arcilla arenosa.	Depósitos recientes y subrecientes.	Los sedimentos que hacen parte de esta unidad presentan baja compactación y aún no se encuentran cementadas, lo que hace que su porosidad intergranular sea menor que la unidad I1, desarrollando acuíferos confinados y libres de amplia extensión, según la depositación de los sedimentos.	ALTA
I3	Sedimentos no consolidados de moderada a baja permeabilidad	Sedimentos inconsolidados arenoarcillosa con clastos heterométricos	Depósitos Coluviales	Conforman sedimentos de permeabilidad moderada a baja con el desarrollo de acuíferos, en los niveles con abundantes clastos y acuitardos en los lentes de arena con matriz de arcillas y limos.	BAJA

Fuente: Grupo G.I 2010.

TABLA 3.42 HIDROGEOLOGÍA SECTOR RÍO UPÍA – RÍO META

LITOLOGÍA	UNIDAD GEOLÓGICA	COMPORTAMIENTO HIDROGEOLÓGICO	IMPORTANCIA HIDRO-GEOLÓGICA
Rocas conformadas por lutitas, arcillolitas y limolitas, con intercalaciones escasas y delgadas de arenitas y en las formaciones más antiguas conformadas por calizas	Formación Cuervos y Formación León	Rocas que además de ser predominantemente de tamaño de grano arcilla - limo han sido compactadas o cementadas de manera que han perdido totalmente la porosidad primaria de los intervalos originalmente permeables, lo que las cataloga como rocas con permeabilidad muy baja que se puede comportar como acuicludos y acuitardos.	BAJA
Conformada por cuarzoareniscas, con cemento silíceo y algunos niveles delgados de shales.	Grupo Guadalupe	La constituyen a la base unidades arenosas que presentan una moderada permeabilidad ya que han sido compactadas y/o cementadas, de manera que han perdido parcialmente la porosidad primaria pero presentan una permeabilidad secundaria resultado del plegamiento y fallamiento regional. Se pueden clasificar como acuíferos semiconfinados y confinados, ya que estos niveles arenosos están intercalados por niveles arcillosos y limolíticos que se comportan como acuitardos o como rocas impermeables. Mientras al tope la unidad superior presenta mayor porosidad primaria, debido a una menor cementación, generando acuíferos confinados y semiconfinados al estar suprayacida por los niveles impermeables de la Formación Guaduas	ALTA
Niveles gruesos de arenitas cuarzosas y sublíticas con cemento silíceo, alternando con niveles gruesos de arcillolita negras y gris moteadas con niveles de arenitas conglomeráticas, hacia el tope de la Formación Guayabo se presentan paquetes gruesos de conglomerados poco consolidados de guijos a bloques, redondeados y subelongados	Formación Carbonera, Formación Guayabo	El comportamiento es combinado de acuitardo y acuífero ya que presenta niveles importantes de arenitas moderadamente permeables, con porosidad primaria y paquetes de conglomerados poco consolidados, alternando con acuitardos de arcillolitas, esta alternancia de paquetes importantes permeables e impermeables conllevan a la presencia de acuíferos confinados y algunos libres en el caso de los niveles superiores de la Formación Guayabo que termina con conglomerados.	MEDIA
Cuarzoareniscas poco cementadas, con granos subredondeados y subesféricos, limpias.	Formación Mirador, Formación Barco	Son rocas sedimentarias que aunque se encuentran compactas poseen una alta porosidad primaria que permiten el almacenamiento de agua, comportándose como acuíferos confinados o semiconfinados según se encuentre la Formación Cuervos sobre la Formación Barco y el nivel basal arcilloso de la Formación Carbonera sobre la Formación Mirador, o por el contrario, debido a fallamiento se encuentren capas semipermeables sobre los acuíferos.	ALTA
Gravas tipo bloques hasta gránulos, de composición heterogénea, predominando la cuarzosa, con clastos redondeados y subalargados, en una matriz arenosa, alternando con capas de arenas, arcilla y limo.	Depósitos aluviales activos	Al presentarse como sedimentos no consolidados, esta unidad se caracteriza ya que sus granos no se encuentran cementados entre sí, y por un redondeamiento que muestran los granos, lo que produce una alta porosidad intergranular y alta permeabilidad, desarrollando acuíferos libres superficiales a semiconfinados, con agua dulce. Los acuíferos son de espesor considerable y se ubican cerca del cauce de los ríos.	ALTA
Gravas tipo cantos a guijos y bloques, de composición cuarzosa con líticos, clasto-soportados, alternando con lentes de arenas gruesas conglomeráticas, limos y arcillas. Constituidos por sedimentos inconsolidados de arena arcillosa y arcilla arenosa.	Depósitos recientes y subrecientes.	Los sedimentos que hacen parte de esta unidad presentan baja compactación y aún no se encuentran cementadas, lo que hace que su porosidad intergranular sea menor que la unidad I1, desarrollando acuíferos confinados y libres de amplia extensión, según la depositación de los sedimentos.	ALTA

Fuente: Grupo G.I 2010.

TABLA 3.43 HIDROGEOLOGÍA SECTOR RÍO META – CAMPO RUBIALES

UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	UNIDAD HIDRO- GEOLOGICA	LITOLOGÍA	UNIDAD GEOLOGICA	COMPORTAMIENTO HIDROGEOLOGICO	IMPORTANCI A HIDRO- GEOLOGICA
11	Sedimentos no consolidados de alta permeabilidad	Gravas tipo bloques hasta gránulos, de composición heterogénea, predominando la cuarzosa, con clastos redondeados y subalargados, en una matriz arenosa, alternando con capas de arenas, arcilla y limo.	Depósitos aluviales activos	Al presentarse como sedimentos no consolidados, esta unidad se caracteriza ya que sus granos no se encuentran cementados entre sí, y por un redondeamiento que muestran los granos, lo que produce una alta porosidad intergranular y alta permeabilidad, desarrollando acuíferos libres superficiales a semiconfinados, con agua dulce. Los acuíferos son de espesor considerable y se ubican cerca del cauce de los ríos.	ALTA
12	Sedimentos no consolidados de media a alta permeabilidad	Gravas tipo cantos a guijos y bloques, de composición cuarzosa con líticos, alternando con lentes de arenas gruesas conglomeráticas, limos y arcillas. Además constituidos por sedimentos inconsolidados de arena arcillosa y arcilla arenosa.	Depósitos recientes y subrecientes, Sedimentos del Neógeno-Cuaternario sin diferenciar de carácter areno arcilloso	Los sedimentos que hacen parte de esta unidad presentan baja compactación y aún no se encuentran cementados, lo que hace que su porosidad intergranular sea menor que la unidad I1, desarrollando acuíferos confinados y libres de amplia extensión, según la depositación de los sedimentos.	ALTA
13	Sedimentos no consolidados de moderada a baja permeabilidad	Sedimentos inconsolidados arcillolimosos y limosos.	Sedimentos del Neógeno-Cuaternario sin diferenciar de carácter arcilloso, Depósitos Coluvio-aluviales	Conforman sedimentos de permeabilidad moderada a baja con el desarrollo de acuitardos, los cuales contienen agua y la transmiten muy lentamente, debido principalmente a litología muy fina de arcillas y limos.	BAJA

Fuente: Grupo G.I 2010.

De acuerdo al relieve heterogéneo observado, se presenta una gran zona de recarga en la cordillera y piedemonte donde afloran la mayoría de unidades rocosas tanto cretácicas como Paleógenas y Neógenas, sin embargo como se ha mencionado dentro de estas unidades se encuentran formaciones cuya constitución y procesos diagenéticos le han dado la característica de impermeabilidad, en el primer caso se encuentran conformadas predominantemente por arcillolitas y limolitas, mientras en el segundo caso la permeabilidad primaria ha sido eliminada por la cementación generada durante una diagénesis tardía y sólo las aberturas generadas por fracturamiento y fallamiento de los estratos son las responsables de la permeabilidad secundaria.

En la zona de llanura se presenta zona de recarga en las terrazas recientes, subrecientes, abanicos aluviales y los diferentes geoformas de la altillanura, mientras los caños, quebradas y ríos representan la zona de descarga de los acuíferos, aumentando su caudal a medida que avanza gracias a este aporte de los acuíferos.

Durante la revisión de campo se realizó el inventario de puntos de agua, conformados por pozos profundo, aljibes y nacederos / zonas de nacedero, en total se evaluaron 601 puntos de los cuales 76 corresponden a pozos profundos, 85 a aljibes, 345 nacederos y 95 zonas de nacederos los cuales se encuentran listan en la **TABLA 3.44**. Adicionalmente en el anexo

TABLA 3.44 INVENTARIO DE PUENTOS DE AGUA

NOMBRE	PUNTO GPS	TIPO	ESTE (Magna 3E)	NORTE (Magna 3E)	ALTURA
LT-P_001	P-061	Pozo Profundo	833709	1006783	187
LT-P_002	P-062	Pozo Profundo	833532	1007201	182
LT_P_003	P-064	Pozo Profundo	833947	1008788	189
LT_A_004	P-072	Aljibe	800244	1019373	332
LT_A_005	P-076	Aljibe	816290	1012568	208
LT_A_006	P-077	Aljibe	816029	1012669	206
LT_A_007	P-078	Aljibe	814818	1010610	206
LT_P_008	P-078b	Pozo Profundo	814821	1010607	206
LT_P_009	P-078c	Pozo Profundo	814818	1010616	206
LT_A_010	P-081	Aljibe	813414	1009408	200
LT_A_011	P-082	Aljibe	818099	1019604	225
LT_P_012	P-083	Pozo Profundo	818096	1019592	226
LT_P_013	P-084	Pozo Profundo	822665	1014859	212
LT_A_014	P-085	Aljibe	821188	1014971	226
LT_P_015	P-087	Pozo Profundo	822481	1006827	200
LT_P_016	P-088	Pozo Profundo	822544	1006679	200
LT_P_017	P-089	Pozo Profundo	827339	1006632	207
LT_P_018	P-090	Pozo Profundo	827304	1006620	207
LT_P_019	P-091	Pozo Profundo	828106	1004251	202
LT_P_020	P-092	Pozo Profundo	828132	1003740	194
LT_P_021	P-093	Pozo Profundo	828763	1003554	176
LT_A_022	P-095	Aljibe	795879	1019854	329
LT_A_023	P-097	Aljibe	796141	1021463	308
LT_A_024	P-098	Aljibe	796129	1021543	302
LT_A_025	P-099	Aljibe	796181	1021302	356
LT_A_026	P-101	Aljibe	793963	1021073	340
LT_A_027	P-102	Aljibe	788317	1023256	377
LT_N_028	P-103	Nacedero	793065	1018821	332
LT_N_029	P-104	Zona de Nacedero	791929	1015736	353
LT_P_030	P-105	Pozo Profundo	794479	1012614	436
LT_A_031	P-106	Aljibe	792137	1013658	385
LT_N_032	P-107	Zona de Nacedero	788542	1022915	356
LT_N_033	P-108	Zona de Nacedero	789355	1027302	756
LT_N_034	P-112	Zona de Nacedero	786881	1031801	634
LT_N_035	P-113	Zona de Nacedero	784978	1032263	472
LT_N_036	P-114	Zona de Nacedero	784530	1032160	455
LT_N_037	P-115	Zona de Nacedero	785047	1028904	508
LT_A_038	P-116	Aljibe	785095	1028884	519
LT_N_039	P-117	Zona de Nacedero	785181	1027929	593
LT_N_040	P-118	Zona de Nacedero	783963	1026730	434
LT_N_041	P-119	Zona de Nacedero	785480	1024757	575
LT_N_042	P-120	Zona de Nacedero	785887	1025268	575
LT_N_043	P-121	Zona de Nacedero	785824	1023411	370
LT_N_044	P-122	Zona de Nacedero	787311	1029459	1010
LT_N_045	P-123	Zona de Nacedero	780477	1030871	397
LT_N_046	P-124	Zona de Nacedero	780172	1030994	413
LT_N_047	P-125	Zona de Nacedero	775978	1026955	545
LT_N_048	P-126	Zona de Nacedero	776311	1028168	775
LT_N_049	P-127	Zona de Nacedero	776453	1029137	721
LT_N_050	P-128	Zona de Nacedero	772604	1027859	444
LT_N_051	P-129	Nacedero	772336	1027360	412
LT_N_052	P-130	Nacedero	772323	1026631	408
LT_N_053	P-131	Zona de Nacedero	769117	1028514	619
LT_N_054	P-132	Nacedero	768742	1028301	540
LT_N_055	P-133	Zona de Nacedero	767950	1028870	610
LT_N_056	P-134	Nacedero	767454	1027378	511
LT_N_057	P-135	Nacedero	766821	1027113	543
LT_N_058	P-136	Nacedero	766764	1027324	566
LT_N_059	P-137	Nacedero	766575	1026910	532
LT_N_060	P-138	Nacedero	763457	1030623	984
LT_N_061	P-139	Nacedero	763314	1030567	917
LT_N_062	P-140	Nacedero	763769	1030314	975
LT_N_063	P-141	Nacedero	763751	1030341	984
LT_N_064	P-142	Nacedero	764304	1030161	1110
LT_N_065	P-143	Nacedero	762138	1031504	818
LT_N_066	P-144	Nacedero	763421	1032256	868
LT_N_067	P-145	Nacedero	763348	1032199	863

NOMBRE	PUNTO GPS	TIPO	ESTE (Magna 3E)	NORTE (Magna 3E)	ALTURA
LT_N_068	P-146	Nacedero	762797	1032024	877
LT_N_069	P-147	Nacedero	762077	1032232	856
LT_P_070	353	Pozo Profundo	846040	983808	170
LT_P_071	354	Pozo Profundo	846126	978867	167
LT_P_072	355	Pozo Profundo	846127	978864	168
LT_P_073	356	Pozo Profundo	846404	978864	169
LT_P_074	357	Pozo Profundo	846878	980351	166
LT_P_075	358	Pozo Profundo	846554	980673	165
LT_P_076	360	Pozo Profundo	840691	994059	174
LT_P_077	361	Pozo Profundo	842716	994142	179
LT_P_078	362	Pozo Profundo	843201	993377	182
LT_P_079	364	Pozo Profundo	843306	993048	184
LT_A_080	365	Aljibe	842489	992201	180
LT_A_081	366	Aljibe	841939	991699	181
LT_P_082	367	Pozo Profundo	841534	992355	179
LT_P_083	369	Pozo Profundo	841619	992506	177
LT_N_084	370	Nacedero	841364	992762	173
LT_P_085	373	Pozo Profundo	842838	991877	177
LT_P_086	374	Pozo Profundo	842838	991877	177
LT_P_087	375	Pozo Profundo	842722	991819	179
LT_P_088	376	Pozo Profundo	842725	991824	180
LT_P_089	378	Pozo Profundo	842866	991909	179
LT_P_090	379	Pozo Profundo	842743	991926	180
LT_A_091	380	Aljibe	842740	991929	179
LT_P_092	381	Pozo Profundo	842749	991928	178
LT_P_093	382	Pozo Profundo	842722	991932	179
LT_P_094	383	Pozo Profundo	842574	991957	180
LT_A_095	384	Aljibe	842575	991931	180
LT_P_096	385	Pozo Profundo	843029	991823	183
LT_P_097	386	Pozo Profundo	843209	991723	181
LT_P_098	387	Pozo Profundo	843718	989824	180
LT_P_099	388	Pozo Profundo	843745	990193	180
LT_N_100	389	Nacedero	843829	990250	179
LT_P_101	390	Pozo Profundo	844047	991175	180
LT_N_102	391	Nacedero	843436	991453	176
LT_A_103	392	Aljibe	847158	988512	173
LT_P_104	393	Pozo Profundo	847111	988499	172
LT_P_105	394	Pozo Profundo	851010	976118	171
LT_P_106	395	Pozo Profundo	850922	976111	171
LT_P_107	396	Pozo Profundo	849353	978102	171
LT_P_108	397	Pozo Profundo	851063	974052	167
LT_N_109	398	Nacedero	851342	974301	167
LT_P_110	399	Pozo Profundo	854232	971292	165
LT_P_111	403	Pozo Profundo	851506	970929	169
LT_P_112	404	Pozo Profundo	847098	978101	162
LT_P_113	405	Pozo Profundo	847930	976972	164
LT_P_114	407	Pozo Profundo	846949	979308	159
LT_N_115	112	Nacedero	890725	947068	185
LT_N_116	113	Nacedero	890435	946764	181
LT_N_117	119	Nacedero	891337	946913	181
LT_N_118	120	Nacedero	891337	946913	181
LT_N_119	125	Nacedero	891751	946853	198
LT_N_120	127	Nacedero	891916	946880	195
LT_N_121	132	Nacedero	892077	946816	190
LT_N_122	137	Nacedero	892328	946596	209
LT_N_123	147	Nacedero	894915	945648	252
LT_N_124	167	Nacedero	950474	913704	190
LT_N_125	169	Nacedero	950321	913768	188
LT_N_126	171	Nacedero	950184	914037	189
LT_N_127	175	Nacedero	950279	913965	192
LT_N_128	180	Nacedero	950533	913984	193
LT_N_129	194	Nacedero	951632	913761	197
LT_N_130	199	Nacedero	951880	913727	193
LT_N_131	210	Nacedero	955303	912014	189
LT_N_132	214	Nacedero	955309	912364	186
LT_N_133	215	Nacedero	954988	912353	193
LT_N_134	219	Nacedero	954669	912573	188
LT_N_135	223	Nacedero	953975	913094	187
LT_N_136	224	Nacedero	953707	913130	184
LT_N_137	231	Nacedero	952800	913278	198

NOMBRE	PUNTO GPS	TIPO	ESTE (Magna 3E)	NORTE (Magna 3E)	ALTURA
LT_N_138	233	Nacedero	952685	913579	203
LT_N_139	237	Nacedero	952182	913639	203
LT_N_140	242	Nacedero	949330	914078	190
LT_N_141	243	Nacedero	949254	914079	187
LT_N_142	244	Nacedero	949179	914180	188
LT_N_143	247	Nacedero	948580	914334	196
LT_N_144	248	Nacedero	948331	914368	186
LT_N_145	250	Nacedero	948233	914240	183
LT_N_146	251	Nacedero	948391	914113	190
LT_N_147	252	Nacedero	948595	914091	186
LT_N_148	259	Nacedero	940549	918746	208
LT_N_149	264	Nacedero	941116	918380	200
LT_N_150	267	Nacedero	941330	918086	206
LT_N_151	272	Nacedero	941751	917699	199
LT_N_152	278	Nacedero	942715	916811	192
LT_N_153	279	Nacedero	942893	916553	196
LT_N_154	282	Nacedero	943497	916018	194
LT_N_155	286	Nacedero	944119	915396	187
LT_N_156	291	Nacedero	944466	914914	191
LT_N_157	294	Nacedero	944946	914790	190
LT_N_158	296	Nacedero	945271	914823	196
LT_N_159	297	Nacedero	945483	914805	194
LT_N_160	302	Nacedero	946123	914829	195
LT_N_161	303	Nacedero	946244	914734	194
LT_N_162	304	Nacedero	946370	914687	192
LT_N_163	305	Nacedero	946417	914650	189
LT_N_164	307	Nacedero	947025	914603	191
LT_N_165	316	Nacedero	939549	918710	203
LT_N_166	317	Nacedero	939532	918709	202
LT_N_167	321	Nacedero	939208	918526	209
LT_N_168	324	Nacedero	938476	918130	209
LT_N_169	326	Nacedero	938150	918595	205
LT_N_170	328	Nacedero	937913	918558	204
LT_N_171	332	Nacedero	936498	918460	208
LT_N_172	334	Nacedero	936409	918423	210
LT_N_173	335	Nacedero	935671	918310	214
LT_N_174	337	Nacedero	934853	918213	216
LT_N_175	338	Nacedero	934780	918021	214
LT_N_176	345	Nacedero	933485	918126	225
LT_N_177	349	Nacedero	931964	918369	217
LT_N_178	353	Nacedero	931209	918623	210
LT_N_179	367	Nacedero	926678	920700	221
LT_A_180	368	Aljibe	926678	920700	221
LT_N_181	369	Nacedero	926059	920865	208
LT_N_182	371	Nacedero	926337	921122	198
LT_N_183	372	Nacedero	925839	921225	209
LT_N_184	374	Nacedero	925229	922146	214
LT_N_185	379	Nacedero	923217	922855	190
LT_N_186	380	Nacedero	923208	922852	191
LT_N_187	381	Nacedero	923056	922798	193
LT_N_188	384	Nacedero	921726	923364	185
LT_N_189	385	Nacedero	921897	923299	184
LT_N_190	386	Nacedero	922750	923121	194
LT_N_191	388	Nacedero	925951	920822	215
LT_N_192	390	Nacedero	920318	924753	203
LT_N_193	392	Nacedero	919985	924723	187
LT_N_194	396	Nacedero	919758	925200	192
LT_N_195	397	Nacedero	919355	925192	195
LT_N_196	399	Nacedero	919222	925210	194
LT_N_197	400	Nacedero	918823	925388	193
LT_N_198	402	Nacedero	918604	925534	195
LT_N_199	403	Nacedero	918309	926334	197
LT_N_200	404	Nacedero	918085	926337	198
LT_N_201	405	Nacedero	917765	926476	200
LT_N_202	415	Nacedero	915975	928058	204
LT_N_203	416	Nacedero	915965	928060	204
LT_N_204	418	Nacedero	915570	928762	206
LT_N_205	420	Nacedero	915201	929190	202
LT_N_206	421	Nacedero	915139	929253	203
LT_N_207	423	Nacedero	914980	929530	201

NOMBRE	PUNTO GPS	TIPO	ESTE (Magna 3E)	NORTE (Magna 3E)	ALTURA
LT_N_208	424	Nacedero	914887	929796	201
LT_N_209	426	Nacedero	914458	929850	194
LT_N_210	427	Nacedero	914356	929975	192
LT_N_211	428	Nacedero	914396	930303	194
LT_N_212	430	Nacedero	913614	931027	191
LT_N_213	431	Nacedero	913001	931591	191
LT_N_214	432	Nacedero	912696	931899	184
LT_N_215	433	Nacedero	912865	931960	190
LT_N_216	434	Nacedero	912685	932215	191
LT_N_217	435	Nacedero	912518	932342	189
LT_N_218	436	Nacedero	912502	932381	190
LT_N_219	437	Nacedero	912453	932560	194
LT_N_220	438	Nacedero	911858	932962	182
LT_N_221	439	Nacedero	911594	933009	181
LT_N_222	444	Nacedero	907502	936759	206
LT_N_223	447	Nacedero	907764	936151	192
LT_N_224	449	Nacedero	908297	935401	191
LT_N_225	451	Nacedero	908456	935017	189
LT_N_226	453	Nacedero	908838	934411	190
LT_N_227	455	Nacedero	909345	934479	191
LT_N_228	458	Nacedero	907064	937448	193
LT_N_229	460	Nacedero	906589	938363	192
LT_N_230	461	Nacedero	906427	938396	197
LT_N_231	464	Nacedero	905406	939222	197
LT_N_232	469	Nacedero	902128	941096	213
LT_N_233	471	Nacedero	889882	947391	181
LT_N_234	472	Nacedero	888592	948015	183
LT_N_235	474	Nacedero	886065	948781	174
LT_N_236	481	Nacedero	881262	950843	178
LT_N_237	482	Nacedero	880393	951378	184
LT_N_238	486	Nacedero	877285	952276	185
LT_N_239	487	Nacedero	878847	951792	208
LT_N_240	489	Nacedero	855246	967714	198
LT_A_241	491	Aljibe	856166	966614	206
LT_A_242	494	Aljibe	856459	966085	206
LT_P_243	495	Pozo Profundo	856459	966085	206
LT_N_244	497	Nacedero	873815	955814	172
LT_N_245	501	Nacedero	872981	956418	191
LT_N_246	505	Nacedero	869679	957817	198
LT_A_247	508	Aljibe	862424	963136	189
LT_P_248	511	Pozo Profundo	861761	963592	190
LT_A_249	513	Aljibe	861811	963585	187
LT_A_250	514	Aljibe	859869	965404	196
LT_A_251	515A	Aljibe	860179	965463	199
LT_P_252	515P	Pozo Profundo	860179	965463	199
LT_A_253	516	Aljibe	860025	965613	201
LT_A_254	517	Aljibe	859832	965707	197
LT_A_255	518	Aljibe	859331	965995	195
LT_A_256	519	Aljibe	859258	966100	194
LT_P_257	520	Pozo Profundo	859541	966175	201
LT_N_258	784	Nacedero	762291	1031796	890
LT_N_259	785	Nacedero	762214	1031826	866
LT_N_260	796	Nacedero	762406	1031688	918
LT_N_261	797	Nacedero	762420	1031731	921
LT_N_262	798	Nacedero	762435	1031741	922
LT_N_263	799	Nacedero	762384	1031747	910
LT_N_264	800	Nacedero	762422	1031733	915
LT_N_265	801	Nacedero	762386	1031637	905
LT_N_266	802	Nacedero	762378	1031653	901
LT_N_267	803	Nacedero	762341	1031602	890
LT_N_268	804	Nacedero	762411	1031532	906
LT_N_269	805	Nacedero	762316	1031090	726
LT_N_270	806	Nacedero	762310	1031222	788
LT_N_271	807	Nacedero	762573	1031352	880
LT_N_272	808	Nacedero	762555	1031238	
LT_N_273	809H	Nacedero	762553	1031237	851
LT_N_274	810H	Nacedero	762850	1031168	823
LT_N_275	811H	Nacedero	762864	1031034	831
LT_N_276	812H	Nacedero	762733	1030932	808
LT_N_277	813H	Nacedero	762992	1030379	898

NOMBRE	PUNTO GPS	TIPO	ESTE (Magna 3E)	NORTE (Magna 3E)	ALTURA
LT_N_278	814H	Nacedero	762668	1030493	833
LT_N_279	815	Nacedero	763653	1028855	1041
LT_N_280	816H	Nacedero	762922	1029763	897
LT_N_281	817H	Nacedero	762945	1029724	899
LT_N_282	818H	Nacedero	764676	1028408	828
LT_N_283	819H	Nacedero	764645	1028322	830
LT_N_284	820H	Nacedero	765157	1028397	878
LT_N_285	821H	Nacedero	765150	1028415	878
LT_N_286	822H	Nacedero	765169	1028428	875
LT_N_287	823H	Nacedero	765800	1028380	857
LT_N_288	824H	Nacedero	766051	1028568	845
LT_N_289	825H	Nacedero	766115	1028481	840
LT_N_290	826H	Nacedero	766211	1028207	697
LT_N_291	827H	Nacedero	766585	1028128	636
LT_N_292	828H	Nacedero	766778	1028410	698
LT_N_293	829H	Nacedero	767081	1028135	598
LT_N_294	830H	Nacedero	767075	1028079	600
LT_N_295	831H	Nacedero	767086	1028047	591
LT_N_296	832H	Nacedero	767077	1028012	588
LT_N_297	833H	Nacedero	767694	1028006	535
LT_N_298	834H	Nacedero	768090	1028057	530
LT_N_299	835H	Nacedero	768263	1028028	517
LT_N_300	836H	Nacedero	768745	1027773	585
LT_N_301	837H	Nacedero	763395	1026611	441
LT_N_302	838H	Nacedero	768853	1027992	556
LT_N_303	839H	Nacedero	769035	1028137	571
LT_N_304	840H	Nacedero	769021	1028138	573
LT_N_305	841H	Nacedero	769054	1028140	569
LT_N_306	842H	Nacedero	769336	1028154	583
LT_N_307	843H	Nacedero	769757	1028280	640
LT_N_308	844H	Nacedero	770047	1028056	727
LT_N_309	845H	Nacedero	770218	1028146	734
LT_N_310	846H	Nacedero	770222	1028132	732
LT_N_311	847H	Nacedero	771570	1027995	487
LT_N_312	848H	Nacedero	772327	1027650	454
LT_N_313	849H	Nacedero	772392	1027607	455
LT_N_314	850H	Nacedero	772505	1027565	457
LT_N_315	851H	Nacedero	772573	1027410	466
LT_N_316	852H	Nacedero	772600	1027178	479
LT_N_317	853H	Nacedero	772897	1027691	570
LT_N_318	854H	Nacedero	773544	1028017	544
LT_N_319	855H	Nacedero	774060	1028038	553
LT_N_320	856H	Nacedero	774073	1028014	563
LT_N_321	857H	Nacedero	774406	1027947	551
LT_N_322	858H	Nacedero	775711	1027895	670
LT_N_323	859H	Nacedero	780123	1030309	386
LT_N_324	860H	Nacedero	780049	1030182	405
LT_N_325	861H	Nacedero	779999	1030081	
LT_N_326	862H	Nacedero	779822	1029909	457
LT_N_327	863H	Nacedero	779647	1030072	
LT_N_328	864H	Nacedero	779556	1030155	470
LT_N_329	865H	Nacedero	778538	1029972	452
LT_N_330	866H	Nacedero	778476	1029978	
LT_N_331	884H	Nacedero	776952	1028844	724
LT_N_332	886H	Nacedero	777208	1029214	650
LT_N_333	887H	Nacedero	777331	1029234	618
LT_N_334	888H	Nacedero	777479	1029183	613
LT_N_335	889H	Nacedero	777597	1029199	624
LT_N_336	890H	Nacedero	777625	1029202	623
LT_N_337	891H	Nacedero	777676	1029248	622
LT_N_338	892H	Nacedero	777687	1029270	620
LT_N_339	893H	Nacedero	777770	1029382	609
LT_N_340	894H	Nacedero	777878	1029405	610
LT_N_341	895H	Nacedero	778596	1029480	497
LT_N_342	896H	Nacedero	762716	1031027	800
LT_N_343	897H	Nacedero	762748	1030860	810
LT_N_344	898H	Nacedero	762856	1030861	834
LT_N_345	899H	Nacedero	762959	1030832	847
LT_N_346	900H	Nacedero	762929	1030737	834
LT_N_347	901H	Nacedero	762579	1030435	836

NOMBRE	PUNTO GPS	TIPO	ESTE (Magna 3E)	NORTE (Magna 3E)	ALTURA
LT_N_348	902H	Nacedero	763118	1030315	921
LT_N_349	903H	Nacedero	763161	1029991	1001
LT_N_350	904H	Nacedero	763177	1029974	1002
LT_N_351	905H	Nacedero	763176	1029948	1000
LT_N_352	906H	Nacedero	763346	1029887	1029
LT_N_353	907H	Nacedero	763559	1029246	1088
LT_N_354	908H	Nacedero	763696	1029199	992
LT_N_355	909H	Nacedero	763800	1029139	938
LT_N_356	910H	Nacedero	763823	1029080	921
LT_N_357	911H	Nacedero	764055	1028967	844
LT_N_358	912H	Nacedero	764470	1028740	862
LT_N_359	913H	Nacedero	765253	1028678	912
LT_N_360	914H	Nacedero	765960	1028683	836
LT_N_361	915H	Nacedero	765830	1028793	859
LT_N_362	916H	Nacedero	766085	1028535	822
LT_N_363	917H	Nacedero	767808	1028460	578
LT_N_364	918H	Nacedero	768000	1028477	572
LT_N_365	919H	Nacedero	768206	1028302	553
LT_N_366	920H	Nacedero	769509	1028202	601
LT_N_367	921H	Nacedero	770386	1028156	677
LT_N_368	922H	Nacedero	770312	1028200	705
LT_N_369	923H	Nacedero	770350	1028238	693
LT_N_370	924H	Nacedero	772037	1027977	425
LT_N_371	925H	Nacedero	772161	1027873	407
LT_N_372	926H	Nacedero	772148	1027919	409
LT_N_373	927H	Nacedero	772141	1027956	409
LT_N_374	928H	Nacedero	772398	1028002	399
LT_N_375	930H	Nacedero	773111	1028187	535
LT_N_376	931H	Nacedero	773607	1028293	571
LT_N_377	932H	Nacedero	774355	1028358	550
LT_N_378	933H	Nacedero	774450	1028184	516
LT_N_379	934H	Nacedero	774519	1028138	536
LT_N_380	263	Zona de Nacedero	788727	1024052	
LT_N_381	266	Nacedero	788333	1024649	
LT_N_382	267	Zona de Nacedero	788219	1024530	593
LT_N_383	269	Nacedero	787692	1024753	
LT_N_384	271	Zona de Nacedero	787692	1024753	
LT_N_385	272	Nacedero	787843	1024876	510
LT_N_386	273	Zona de Nacedero	787811	1024849	502
LT_N_387	274	Nacedero	787694	1024768	
LT_N_388	275	Zona de Nacedero	787694	1024768	
LT_N_389	276	Zona de Nacedero	787628	1024836	496
LT_N_390	279	Nacedero	782336	1029922	439
LT_N_391	280	Nacedero	783238	1029585	
LT_N_392	281	Nacedero	783238	1029585	
LT_N_393	721	Nacedero	784682	1028331	461
LT_N_394	725	Nacedero	785329	1027014	755
LT_N_395	726	Nacedero	785247	1026831	782
LT_N_396	730	Nacedero	785558	1026466	805
LT_N_397	731	Nacedero	785580	1026523	818
LT_N_398	738	Nacedero	785723	1025684	658
LT_N_399	747	Nacedero	783666	1028908	493
LT_N_400	749	Nacedero	783599	1029065	504
LT_N_401	753	Nacedero	783336	1029253	496
LT_N_402	754	Nacedero	783092	1029295	493
LT_N_403	252	Zona de Nacedero	789236	1023724	361
LT_N_404	253	Zona de Nacedero	789253	1023707	361
LT_N_405	256	Zona de Nacedero	789762	1023301	352
LT_N_406	257	Zona de Nacedero	789858	1023282	351
LT_N_407	258	Zona de Nacedero	791063	1022646	348
LT_N_408	259	Zona de Nacedero	788705	1023838	386
LT_N_409	701	Nacedero	796391	1019719	319
LT_N_410	706	Nacedero	794506	1020532	334
LT_N_411	708	Nacedero	794311	1020682	336
LT_N_412	714	Nacedero	792429	1021668	343
LT_N_413	614	Nacedero	799370	1019046	344
LT_N_414	621	Nacedero	798054	1019829	329
LT_A_415	630	Aljibe	809359	1012694	222

NOMBRE	PUNTO GPS	TIPO	ESTE (Magna 3E)	NORTE (Magna 3E)	ALTURA
LT_A_416	632	Aljibe	808017	1014773	236
LT_A_417	634	Aljibe	803594	1015668	256
LT_N_418	636	Nacedero	806173	1015934	239
LT_A_419	637	Aljibe	803943	1016571	260
LT_A_420	638	Aljibe	804723	1016208	248
LT_N_421	639	Zona de Nacedero	802198	1016679	267
LT_N_422	643	Nacedero	802694	1016707	273
LT_N_423	645	Zona de Nacedero	801568	1017156	292
LT_N_424	646	Nacedero	801572	1017169	291
LT_N_425	648	Nacedero	801430	1017270	293
LT_N_426	658	Pozo Profundo	816294	1012573	208
LT_A_427	659	Aljibe	816276	1012596	206
LT_P_428	678	Pozo Profundo	819461	1012407	208
LT_P_429	679	Pozo Profundo	819685	1008894	207
LT_A_430	681	Aljibe	818840	1011057	216
LT_P_431	682	Pozo Profundo	818844	1011053	216
LT_N_432	684	Zona de Nacedero	817318	1011682	210
LT_N_433	685	Zona de Nacedero	817259	1011732	210
LT_P_434	692	Pozo Profundo	828993	1006631	199
LT_A_435	696	Aljibe	830688	1007850	203
LT_P_436	697	Pozo Profundo	830685	1007851	204
LT_N_437	198	Zona de Nacedero	852336	973566	159
LT_N_438	199	Nacedero	852012	973994	162
LT_A_439	203	Aljibe	850216	976557	167
LT_P_440	205	Pozo Profundo	849131	976049	167
LT_A_441	211	Aljibe	843716	989821	168
LT_A_442	212	Aljibe	843671	989813	172
LT_A_443	213	Aljibe	843403	989577	171
LT_A_444	214	Aljibe	843014	989584	178
LT_A_445	215	Aljibe	842720	990891	173
LT_P_446	217	Pozo Profundo	842725	991811	173
LT_A_447	220	Aljibe	842571	991605	184
LT_N_448	221	Zona de Nacedero	842465	991690	175
LT_A_449	222	Aljibe	842250	991489	177
LT_A_450	223	Aljibe	841972	991263	176
LT_A_451	225	Aljibe	841671	991827	177
LT_A_452	227	Aljibe	841484	992172	178
LT_A_453	230	Aljibe	842191	993173	174
LT_N_454	231	Zona de Nacedero	841277	992548	175
LT_A_455	233	Aljibe	841080	993431	172
LT_A_456	234	Aljibe	841485	992698	175
LT_P_457	235	Pozo Profundo	840724	996548	172
LT_P_458	236	Pozo Profundo	840763	996557	171
LT_A_459	237	Aljibe	840207	996947	180
LT_P_460	238	Pozo Profundo	837335	1001124	189
LT_A_461	239	Aljibe	837244	1001156	184
LT_N_462	240	Zona de Nacedero	837770	1001191	189
LT_A_463	241	Aljibe	837438	1001095	189
LT_A_464	242	Aljibe	837446	1001069	190
LT_A_465	243	Aljibe	837196	1001012	184
LT_P_466	244	Pozo Profundo	836569	1001285	191
LT_N_467	245	Zona de Nacedero	837236	1001670	178
LT_N_468	246	Zona de Nacedero	837238	1001670	171
LT_N_469	247	Nacedero	837393	1001656	178
LT_A_470	248	Aljibe	837189	1001832	182
LT_P_471	249	Pozo Profundo	837197	1001864	168
LT_P_472	250	Pozo Profundo	836826	1002494	186
LT_A_473	251	Aljibe	836784	1002527	186
LT_N_474	003	Zona de Nacedero	890301	946868	176
LT_N_475	004	Zona de Nacedero	889756	947356	167
LT_N_476	005	Zona de Nacedero	887210	947884	168
LT_N_477	008	Zona de Nacedero	887813	948126	171
LT_N_478	009	Zona de Nacedero	860758	963707	178
LT_A_479	010	Aljibe	859720	964157	194
LT_P_480	011	Pozo Profundo	859234	963503	190
LT_N_481	012	Nacedero	859267	963823	186
LT_A_482	012	Aljibe	859267	963823	187
LT_A_483	013	Aljibe	858620	964863	203
LT_A_484	014	Aljibe	858210	964920	205
LT_A_485	015	Aljibe	858030	965250	210

NOMBRE	PUNTO GPS	TIPO	ESTE (Magna 3E)	NORTE (Magna 3E)	ALTURA
LT_P_486	016	Pozo Profundo	857930	965337	204
LT_N_487	017	Zona de Nacadero	906856	938198	
LT_N_488	018	Zona de Nacadero	906856	938198	
LT_N_489	019	Zona de Nacadero	906963	938208	196
LT_N_490	021	Zona de Nacadero	910654	933873	170
LT_N_491	023	Zona de Nacadero	909415	934773	187
LT_N_492	024	Zona de Nacadero	909032	935604	177
LT_N_493	025	Zona de Nacadero	908778	936401	180
LT_N_494	026	Zona de Nacadero	907226	938104	
LT_N_495	027	Zona de Nacadero	907704	938066	193
LT_N_496	029	Nacadero	905968	938732	206
LT_N_497	030	Nacadero	905950	938761	206
LT_A_498	031	Aljibe	905583	939279	196
LT_N_499	032	Zona de Nacadero	905536	939270	200
LT_N_500	033	Nacadero	904865	939366	198
LT_N_501	034	Zona de Nacadero	903870	939629	202
LT_N_502	035	Nacadero	904503	941710	216
LT_N_503	036	Zona de Nacadero	904196	941070	206
LT_N_504	037	Zona de Nacadero	903554	942376	222
LT_N_505	038	Zona de Nacadero	902822	942182	223
LT_N_506	040	Zona de Nacadero	902691	941846	224
LT_N_507	041	Zona de Nacadero	901844	942449	233
LT_N_508	042	Zona de Nacadero	900837	942848	236
LT_N_509	043	Zona de Nacadero	899621	943562	235
LT_N_510	044	Zona de Nacadero	896913	941186	230
LT_A_511	045	Aljibe	895751	942573	238
LT_N_512	046	Zona de Nacadero	895741	942603	236
LT_N_513	047	Zona de Nacadero	896076	944299	237
LT_N_514	048	Zona de Nacadero	894321	945094	237
LT_P_515	049	Pozo Profundo	893892	944853	242
LT_N_516	050	Zona de Nacadero	892618	946834	241
LT_N_517	051	Zona de Nacadero	883568	948021	159
LT_N_518	052	Zona de Nacadero	882370	947374	171
LT_N_519	053	Zona de Nacadero	878695	946942	186
LT_P_520	054	Pozo Profundo	878038	947831	200
LT_N_521	055	Zona de Nacadero	877573	947881	185
LT_N_522	057	Zona de Nacadero	879996	950599	182
LT_N_523	058	Zona de Nacadero	880401	950824	178
LT_N_524	059	Zona de Nacadero	880048	950379	181
LT_N_525	060	Zona de Nacadero	878179	949870	204
LT_N_526	061	Zona de Nacadero	877860	951215	184
LT_N_527	063	Nacadero	877086	952640	183
LT_N_528	064	Nacadero	877281	952278	175
LT_N_529	065	Zona de Nacadero	877604	951761	183
LT_N_530	066	Zona de Nacadero	878038	952126	189
LT_N_531	067	Zona de Nacadero	875291	955065	170
LT_A_532	069	Aljibe	875253	955587	180
LT_N_533	070	Zona de Nacadero	874991	955473	172
LT_N_534	071	Zona de Nacadero	874788	955531	167
LT_N_535	072	Zona de Nacadero	874377	955695	175
LT_N_536	073	Zona de Nacadero	873953	955813	172
LT_N_537	074	Zona de Nacadero	873556	956251	184
LT_N_538	075	Zona de Nacadero	872975	956448	193
LT_N_539	077	Zona de Nacadero	870533	957706	188
LT_N_540	078	Zona de Nacadero	869764	957771	195
LT_N_541	080	Nacadero	868622	958286	194
LT_N_542	081	Zona de Nacadero	867867	959118	184
LT_A_543	082	Aljibe	855968	967320	202
LT_P_544	083	Pozo Profundo	855986	967313	199
LT_A_545	084	Aljibe	856442	967590	197
LT_A_546	085	Aljibe	858030	965399	193
LT_A_547	086	Aljibe	858162	965654	197
LT_A_548	087	Aljibe	858106	965597	200
LT_A_549	088	Aljibe	858086	965930	208
LT_A_550	089	Aljibe	857960	966272	212
LT_A_551	090	Aljibe	857396	966737	197
LT_A_552	091	Aljibe	857358	966773	199
LT_A_553	092	Aljibe	857133	966714	205
LT_A_554	093	Aljibe	857107	966691	205
LT_N_555	094	Zona de Nacadero	865201	960767	188

NOMBRE	PUNTO GPS	TIPO	ESTE (Magna 3E)	NORTE (Magna 3E)	ALTURA
LT_N_556	095	Zona de Nacedero	864565	960713	187
LT_N_557	096	Nacedero	863726	961498	183
LT_P_558	097	Pozo Profundo	862810	961435	195
LT_N_559	098	Nacedero	862953	961755	184
LT_A_560	099	Aljibe	862546	961809	193
LT_A_561	100	Aljibe	862552	962023	193
LT_N_562	101	Zona de Nacedero	860714	961943	199
LT_A_563	103	Aljibe	854607	970347	194
LT_A_564	104	Aljibe	855715	969093	194
LT_A_565	105	Aljibe	855646	968551	195
LT_A_566	106	Aljibe	855869	967704	202
LT_N_567	107	Nacedero	856107	967741	204
LT_N_568	001	Nacedero	946465	915100	
LT_N_569	002	Nacedero	949422	913754	
LT_N_570	003	Nacedero	948956	913707	
LT_N_571	004	Nacedero	950137	913631	204
LT_N_572	005	Nacedero	950864	913188	190
LT_N_573	010	Nacedero	953521	912072	191
LT_N_574	011	Nacedero	953797	911955	170
LT_N_575	014	Nacedero	954258	911768	179
LT_N_576	014-1	Nacedero	956948	910295	182
LT_N_577	015	Nacedero	940521	918201	203
LT_N_578	015.0	Nacedero	940878	918150	206
LT_N_579	15.1	Nacedero	942351	917336	176
LT_N_580	15.2	Nacedero	943192	916742	196
LT_N_581	15.3	Nacedero	943336	916547	190
LT_N_582	016	Nacedero	940271	918363	206
LT_N_583	022	Nacedero	938805	918175	190
LT_N_584	023	Nacedero	934736	918660	190
LT_N_585	024	Nacedero	931340	919398	214
LT_P_586	026	Pozo Profundo	930303	920152	220
LT_N_587	027	Nacedero	930656	920003	204
LT_N_588	030	Nacedero	922978	923161	195
LT_N_589	031	Nacedero	923207	922843	192
LT_N_590	032	Nacedero	923783	922841	189
LT_N_591	033	Nacedero	925111	922267	187
LT_N_592	034	Nacedero	925268	922245	187
LT_N_593	035	Nacedero	920808	925189	188
LT_N_594	037	Nacedero	920551	925152	186
LT_N_595	038	Nacedero	918858	926094	197
LT_N_596	039	Nacedero	918923	926149	198
LT_N_597	041	Nacedero	916365	928243	199
LT_N_598	042	Nacedero	916077	928332	197
LT_N_599	044	Nacedero	912875	932383	197
LT_N_600	045	Nacedero	912732	932612	175
LT_N_601	046	Nacedero	912693	932907	175

Fuente: Grupo G.I 2010.

3.2.8 ATMÓSFERA

3.2.8.1 CLIMA

Se denomina como clima, al conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un área de la superficie terrestre, se describe a partir de variables atmosféricas como la temperatura y la precipitación, denominados elementos climáticos; sin embargo, se podría identificar también con las variables de otros de los componentes del sistema climático, tales como la altitud sobre el nivel del mar y la humedad relativa. Según se refiera al mundo, a una zona o región, o a una localidad concreta se habla de clima global, zonal, regional o local (microclima), el cual es controlado por la interacción entre los diferentes componentes del denominado sistema climático (atmósfera, hidrosfera, litosfera, criósfera, biosfera y antropósfera).

El clima recibe influencia de la cantidad de radiación solar que ingresa al sistema, así como de la concentración atmosférica de algunos gases conocidos como efecto invernadero, la conjugación de estas variables con las variables de altitud y las diferencias en la absorción de energía por la superficie terrestre a través de los ecosistemas existentes, forman contrastes de temperatura y de presión atmosférica que

dan inicio la movimiento que redistribuye la energía (calor) y la masa (vapor de agua) en la atmosfera del planeta. Es así como la radiación solar se constituye en el empuje inicial de la circulación general de la atmosfera y en el factor determinante del clima¹⁰.

♦ MARCO REGIONAL DE CLIMA

El clima de Colombia se ha descrito como típicamente tropical (Snow, 1976) en el sentido de que el rango diurno de la temperatura es bastante amplio en comparación de los rangos mensuales o anuales. Las características climáticas de Colombia están determinadas fundamentalmente por la situación geográfica del país y por sus cadenas montañosas, las cuales modifican en cierto grado las condiciones atmosféricas cerca de la superficie y originan situaciones meteorológicas de carácter local. El clima de la zona de estudio depende de varios factores cuya combinación genera un tipo de distribución típica de los diferentes parámetros, que para efectos del presente estudio se caracteriza partiendo de la sectorización regional a la que corresponden los 252,36 Km del trazado, a su paso por los departamentos de Boyacá, Casanare y Meta. A continuación, se presenta un resumen de los fenómenos generales que influyen en la variación espacial y temporal del clima a nivel regional en el área de estudio.

♦ ZONA DE CONVERGENCIA INTERTROPICAL

La Zona de Convergencia Intertropical, (ZCIT), es una zona de la atmósfera en la que confluyen dos masas de aire con baja presión relativa. La diferencia entre los núcleos de alta presión y la ZCIT, da origen a movimientos horizontales del aire desde los trópicos hasta el ecuador. El curso anual de la ZCIT sigue el movimiento aparente del sol.

El patrón de circulación atmosférica a gran escala que influencia el clima en la mayor parte del territorio nacional, incide particularmente en el área de influencia del proyecto y se caracteriza por la influencia de los vientos alisios, que se originan en ambos hemisferios y oscilan desde el sureste al oeste con una fuerza máxima cuyo inicio oscila entre mayo y julio y su efecto se prolonga hasta septiembre. Por su parte Lessman y Eslava (1985) citados por Eslava (1994) dan las características generales de la zona de convergencia intertropical que juega un papel importante en la determinación del clima para Colombia.

A principios de cada año la ZCIT se localiza hacia el sur del país. En esta área se presentan condiciones de elevada pluviosidad, exceptuando la Amazonía. En Colombia la ZCIT fluctúa, aproximadamente entre los 0° de latitud, posición en la que se encuentra en enero y febrero, y los 10° de latitud norte, posición extrema que se puede alcanzar en julio – agosto. El desplazamiento origina que se presente en el año, un doble máximo y doble mínimo de precipitaciones y de los demás elementos meteorológicos.

Las áreas que no están, en un periodo dado, bajo la influencia de la ZCIT, se condicionan a los efectos de masas de aire relativamente seco y estable, y presentan en términos generales, buen tiempo, seco y soleado. Por el contrario si están bajo la influencia de la ZCIT, manifiestan el cielo con nubosidad alta o superior y se aumenta la humedad relativa con el consecuente aumento en las precipitaciones.

El efecto ocasionado sobre el comportamiento climático en Colombia hace que se identifiquen plenamente condiciones marcadas en algunas regiones como la andina central, en la que el régimen de precipitaciones es bimodal, o sea que se presenta dos épocas de fuerte actividad pluvial (abril – mayo y octubre – noviembre) y dos periodos de escasas precipitaciones (enero – febrero y julio – agosto); los meses restantes se consideran intermedios o de transición.

Por su parte, en la región de los llanos orientales prevalece un régimen pluviométrico monomodal, caracterizado por un periodo seco entre diciembre y marzo y uno lluvioso entre mayo y noviembre, con algunas épocas intermedias de menor precipitación. Tales efectos enmarcan la influencia de la ZCIT en las dos regiones objeto de interés para la caracterización del área de estudio del presente proyecto a lo largo del año.

¹⁰Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – Ideam, Atlas Climatológico de Colombia, Parte I, Generalidades del Tiempo y Clima 2001, Bogotá. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/atlas/clima/htm>

La temperatura media del aire y la humedad relativa tienen una oscilación mucho menor que la precipitación a lo largo del año. Estos dos parámetros meteorológicos, al igual que los restantes, están influenciados por las condiciones de circulación predominantes, lo cual se observa en forma más clara en sus valores extremos. Las temperaturas máximas y mínimas absolutas suelen registrarse en las épocas de menor pluviosidad, cuando la nubosidad casi nula y la baja humedad del aire permiten una alta recepción de la radiación solar (temperaturas máximas) en la superficie durante el día, y a su vez, facilitan una mayor pérdida de calor desde el suelo – por radiación de onda larga – durante las noches, manifestando condiciones de temperatura mínimas (Boshell, 1982).

♦ **MASAS HÚMEDAS DEL BRASIL**

Obedece a sistemas de masas de aire, las cuales provienen por la costa este del Brasil, penetran al continente suramericano y ayudados por los vientos alisios, recorren toda la selva amazónica, descargando grandes precipitaciones y volviéndose a cargar como producto de la fuente evapotranspiración debido a la gran densidad forestal de la región.

♦ **ONDAS DEL ESTE**

En la zona tropical se produce cierto tipo de movimiento ondulatorio a la altura del Ecuador geográfico y regiones cercanas a la ZCIT. Es así, como en el territorio Colombiano, por la región noreste, penetran sistemas provenientes de la zona de mayor actividad de la ZCIT situada sobre el océano Atlántico. Este es un fenómeno de la parte media de la troposfera pero que repercute en el comportamiento de los parámetros del clima en la región en donde se encuentra, produciendo nubosidad de carácter local, precipitaciones y cambios en la presión, la temperatura y dirección del viento.

♦ **CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS**

Teniendo en cuenta el recorrido de la línea eléctrica a su paso por dos de las principales regiones bioclimáticas del país referidas anteriormente, se considera una descripción para la región Andina, que corresponde a los municipios de San Luis de Gaceno y Santa María en el departamento de Boyacá, y otra para la región de la Orinoquía, en la cual se incluye información correspondiente a los departamentos de Casanare y Meta, entre los que se encuentran los municipios de Sabanalarga, Monterrey, Tauramena y Villa Nueva, así como el municipio de Puerto Gaitán, respectivamente.

Cabe aclarar que debido a la ubicación específica del presente proyecto, existe una condición de altitudinal que oscila entre los 1200 msnm y los 170 msnm, lo que incide en las características bioclimáticas del área de estudio enmarcada por la condición de transición que representa el cambio entre la región Andina y la región de los Llanos Orientales en la que el patrón de distribución de la precipitación característica de esta última aumentan en la medida que se acerca al piedemonte.

ASPECTOS CLIMÁTICOS DEL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA

Como se mencionó anteriormente, la caracterización regional del área de influencia indirecta, para el presente estudio se enmarca en dos regiones biogeográficas específicas, la región Andina y la región de la Orinoquía, cuya descripción general se presenta a continuación:

♦ **TEMPERATURA**

REGIÓN ANDINA

La temperatura media se caracteriza por la presencia de los llamados pisos térmicos, causados por la disminución de la temperatura con el aumento de altura sobre el nivel del mar. En los altiplanos de Boyacá, se presentan valores bajos, entre 12°C y 16°C, encontrando en zonas altas de montaña registros con valores inferiores a 8°C. No obstante, para el área de estudio la temperatura media es aproximada está entre 20°C y 22°C (ver **TABLA 3.45 Y PLANO EIA LECH-RU 10-A**).

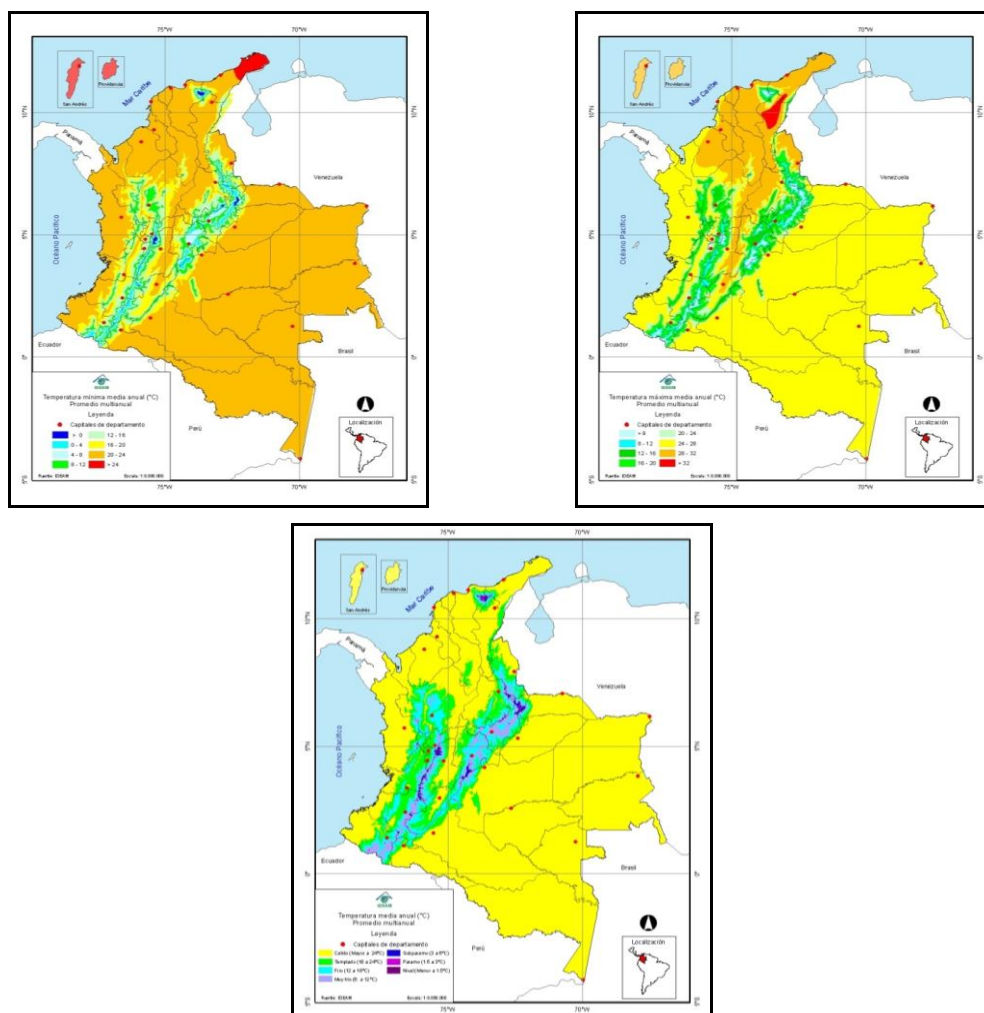
TABLA 3.45 TEMPERATURAS APROXIMADAS POR RANGOS NIVELES ALTITUDINALES PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

ELEVACIÓN	TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA	TEMPERATURA MEDIA	TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA
0	23,4	28,2	33,2
500	20,7	25,4	30,5
1000	17,9	22,6	27,7
1500	15,2	19,8	25,0

Fuente: Atlas climatológico IDEAM 2001. Segunda Parte.

REGIÓN ORINOQUIA

En la región de la Orinoquia se encuentra en un piso térmico cálido, con alturas inferiores a los 1.000msnm y temperaturas medias superiores a los 24°C. Las variaciones anuales de temperatura son mínimas. Esto quiere decir que se puede catalogar como constante durante casi todo el año. A pesar de ello las oscilaciones diarias son amplias. Las temperaturas máximas registradas en la zona alcanzan los 30°C y las mínimas, 20°C a nivel regional, no obstante, como se verá más adelante con información tomada de estaciones cercanas al área de estudio, la temperatura media oscila en sus rangos máximos y mínimos oscila entre 24 °C y 28°C. (FIGURA 3.38 y PLANO EIA LECH-RU 10-A).

FIGURA 3.38 MAPAS DE CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA A NIVEL NACIONAL TEMPERATURA

Fuente: Atlas Climático IDEAM 2001.

Las mayores variaciones de temperatura coinciden con los períodos de mayores y menores precipitaciones; las máximas coinciden con las épocas de menores lluvias cuando la cobertura de las nubes no es extensa. El comportamiento más regular de la temperatura, por su parte, coincide con los períodos lluviosos.

◆ PRECIPITACIÓN

La precipitación, es en general, el término que se refiere a todas las formas de humedad emanada de la atmósfera y depositada en la superficie terrestre, tales como lluvia, granizo, rocío, neblina, nieve o helada. Este es uno de los parámetros de clima más definitivo, debido a que es el controlador principal del ciclo hidrológico así como de la naturaleza del paisaje y del uso del suelo (**PLANO EIA LECH-RU10-B**).

REGIÓN ANDINA

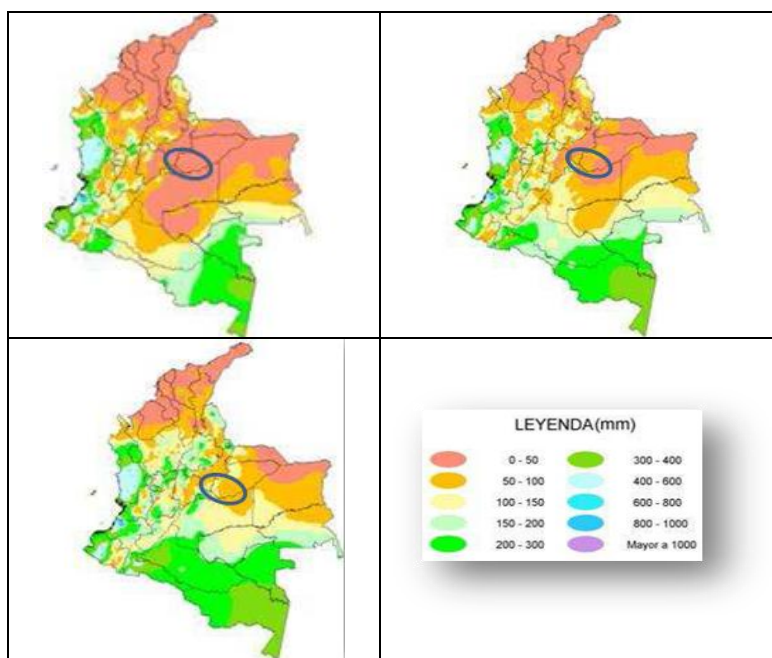
El régimen pluviométrico del área es de tipo bimodal, caracterizado por un periodo con menor cantidad de días lluviosos, ubicado en enero y febrero y un segundo periodo, mucho menos pronunciado, en julio y agosto. En el primer periodo llueven entre 10 y 15 días/mes; en el segundo entre 15 y 20 días. Los demás meses presentan más de 20 días lluviosos.

REGIÓN ORINOQUIA

El régimen pluviométrico del área es de tipo monomodal, con un período de lluvias máximas a mediados del año (mayo y junio) los cuales llueve alrededor de 20 días/mes, seguido de uno de menores lluvias a finales y a comienzos de año (diciembre a marzo) en los cuales llueve un promedio de 1 a 4 días.

En el área, las precipitaciones son de carácter convectivo (confluencia de direcciones de vientos en la componente vertical), por la ausencia de relieve montañoso. En la Orinoquia generalmente predominan las lluvias altas de 2000 a 3000 mm en su parte central y Oriental, aun cuando hacia el piedemonte pueden observarse hasta 6000 mm. Como se observa en **FIGURA 3.39**, durante el primer trimestre, las condiciones de precipitación coinciden con los menores registros del año, que paulatinamente se van incrementando desde el rango de 0 -50 mm al rango entre 100 – 150mm.

FIGURA 3.39 PRECIPITACIÓN ENERO – FEBRERO–MARZO

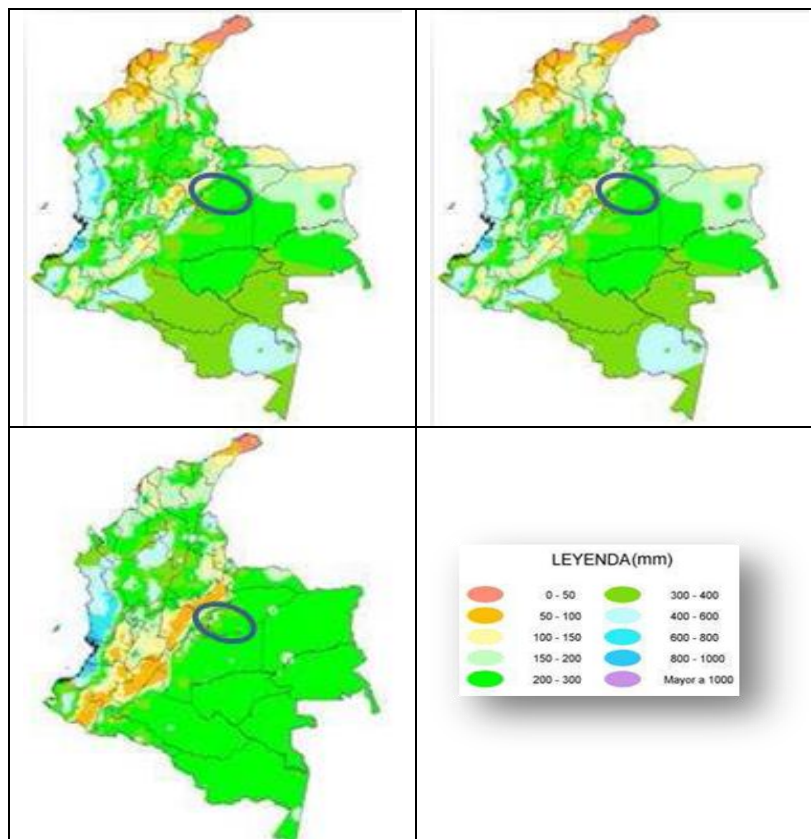


Fuente: Atlas Climático IDEAM 2001.

Rápidamente para el segundo trimestre, entra la temporada de lluvias más acentuada con registros que oscilan entre 150 – 200 mm y 400 – 600 mm para la región de la Orinoquía y valores que alcanzan el rango de 800 – 1000 mm para la región Andina, haciendo referencia específicamente, al área de interés al sur del departamento de Boyacá (ver FIGURA 3.40).

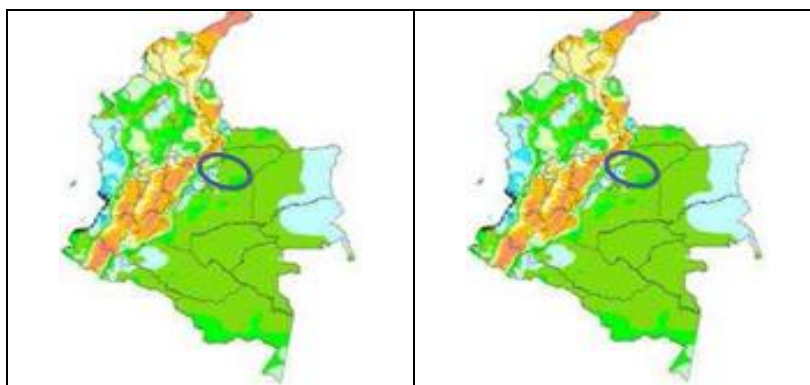
En julio las precipitaciones oscilan entre 300 y 400 mm, (FIGURA 3.41), en tanto para los meses de agosto y septiembre se evidencia una leve disminución que paulatinamente contribuyen a describir la parábola característica del régimen monomodal.

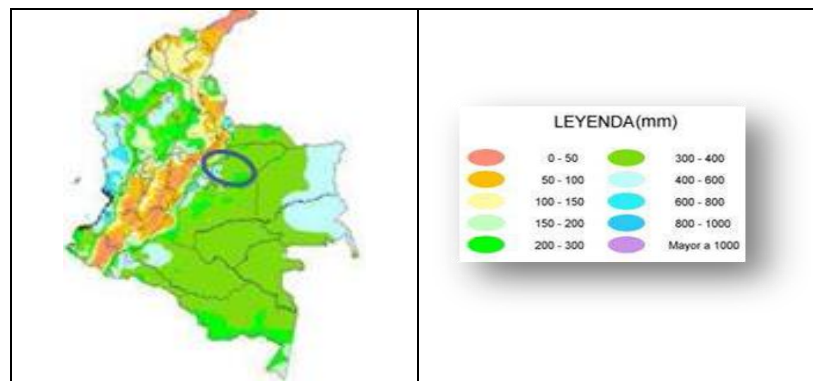
FIGURA 3.40 PRECIPITACIÓN ABRIL – MAYO–JUNIO



Fuente: Atlas Climático IDEAM 2001.

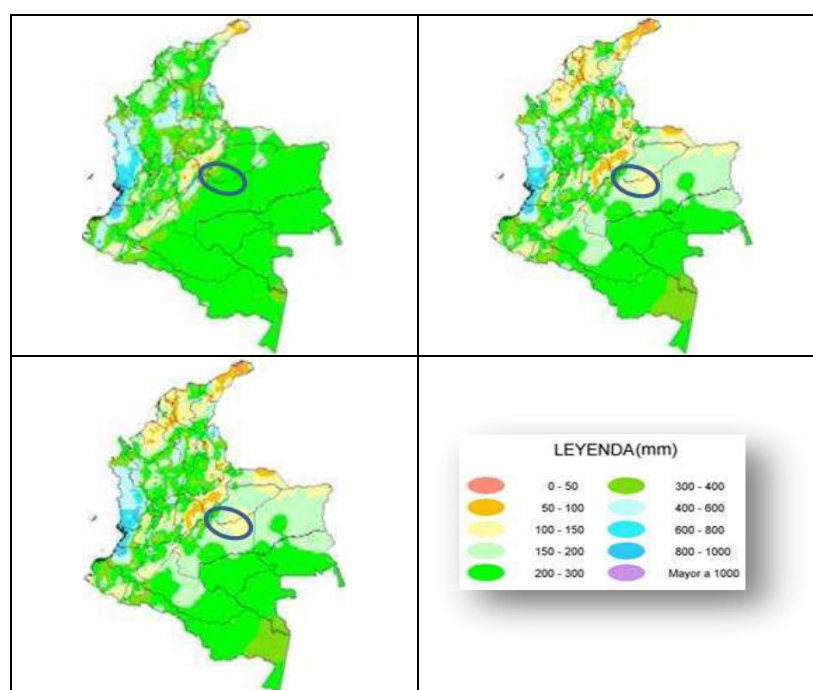
FIGURA 3.41 PRECIPITACIÓN JULIO – AGOSTO–SEPTIEMBRE





Fuente: Atlas Climático IDEAM 2001.

FIGURA 3.42 PRECIPITACIÓN OCTUBRE – NOVIEMBRE – DICIEMBRE



Fuente: Atlas Climático IDEAM 2001

♦ HUMEDAD RELATIVA

La humedad es la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Es inversamente proporcional a la temperatura y está asociada a la distribución temporal de la precipitación, así el período entre enero a abril debido a la disminución de las lluvias, a la influencia de los vientos alisios y la posición extrema en el sur del país de la ZCIT (Zona de Convergencia Intertropical), la humedad relativa comienza a disminuir hasta alcanzar su mínimo valor en marzo. Lo cual coincide con los valores máximos de temperatura. En el mes de abril la humedad relativa del aire nuevamente comienza a aumentar; hasta alcanzar su máximo en los meses de abril a octubre, debido al desplazamiento de la ZCIT hacia la zona centro – norte, la zona de estudio, en una escala regional.

REGIÓN ANDINA

En general, esta zona tan extensa es altamente afectada por la gran variación del relieve, con valores medios anuales de humedad relativa entre 66% y 87. El comportamiento a través del año es similar en

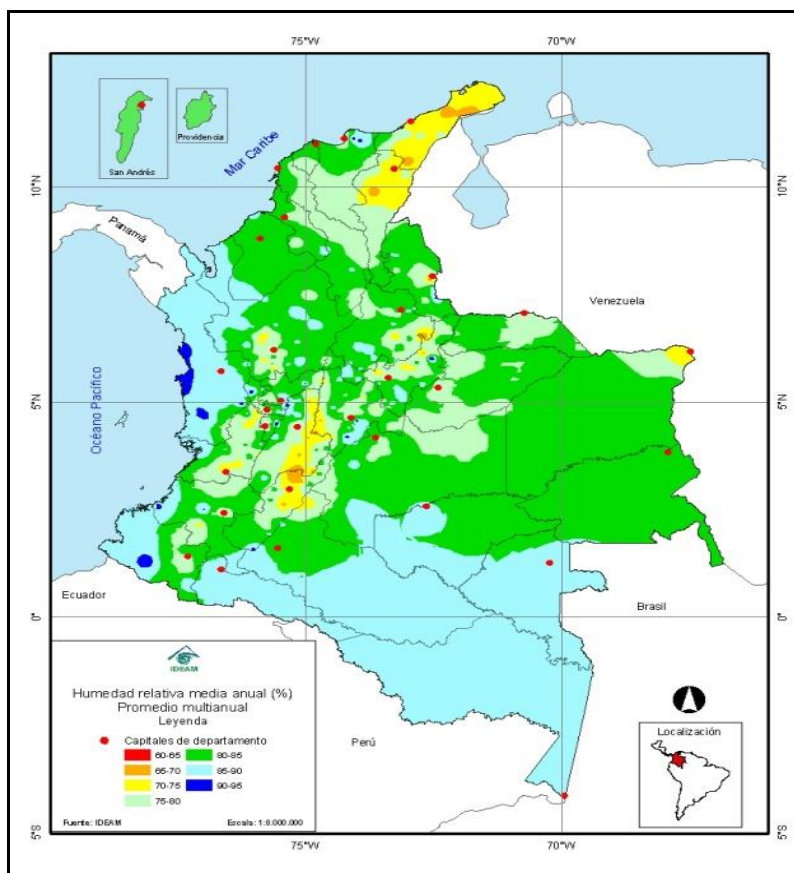
toda la región, de tipo bimodal con dos picos máximos entre abril y mayo y al final del año, en los meses de noviembre y diciembre y los mínimos entre febrero y marzo y, entre julio y septiembre.

REGIÓN ORINOQUIA

Los valores de humedad relativa son influenciados al oeste de la región por la presencia de la Cordillera Oriental. En el piedemonte llanero, hacia donde los promedios de humedad tienden a aumentar con respecto al centro de la región. En general, los registros van aumentando de norte a sur; en el norte, se tiene un 79% en promedio y hacia el sur más de 80% (**FIGURA 3.43**). A través de año la humedad permanece casi constante y en valores máximos, entre mayo y diciembre, en contraste con el periodo entre enero y marzo, cuando desciende a valores mínimos.

Los registros mínimos se presentan en aéreas de los departamentos del Casanare y Meta, hacia el piedemonte, A través del año se presenta los valores mínimos al comienzo del año, entre febrero y marzo y el resto del año permanece casi estable, con valores máximos entre abril y noviembre y un ligero descenso entre julio y agosto.

FIGURA 3.43 MAPAS DE CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA A NIVEL NACIONAL - HUMEDAD RELATIVA



Fuente: Atlas Climático IDEAM, 2001.

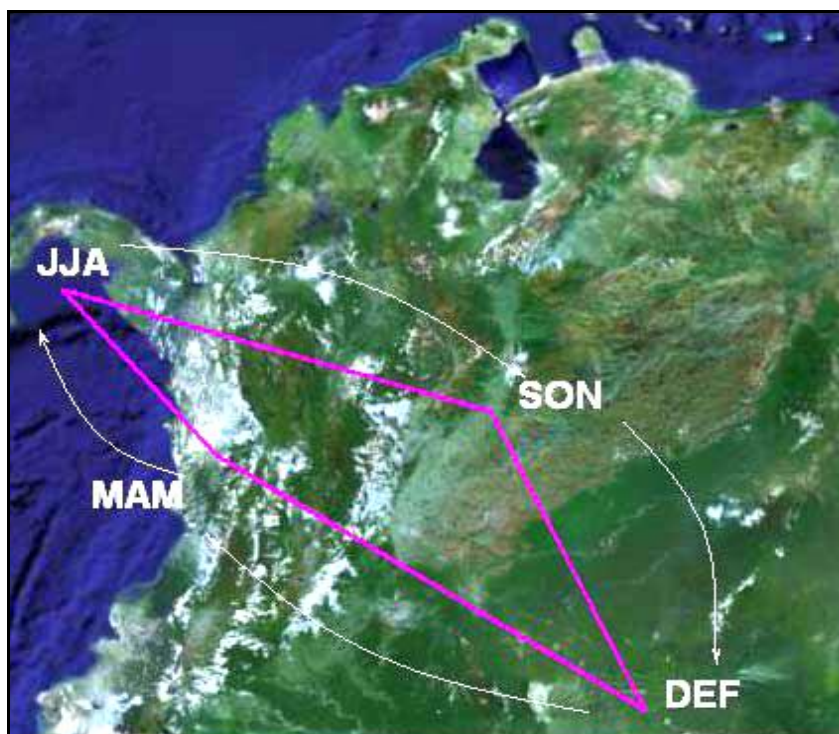
♦ VIENTO

La importancia del análisis del régimen del viento radica, en el efecto que éste pueda tener sobre las tensiones y cargas requeridas para el diseño de torres y su ubicación, así como para el cálculo del vano – peso que este puede incidir sobre el cable tendido entre torres.

En la mayor parte del país, la velocidad media anual del viento varía entre 5 y 10 km/h. Toda la Orinoquia y la Amazonia, con la excepción del trapecio amazónico, la gran mayoría de la zona Andina, comparten este rango de velocidades del viento.

Los Vientos alisios del Noreste (NE) hacen sentir más su influencia a finales y comienzos del año alejando la nubosidad y por consiguiente disminuyendo las precipitaciones; en el resto del año estos vientos no ejercen mayor influencia permitiendo la formación de nubes y precipitaciones considerables. Durante los meses de marzo y octubre hay influencia de los vientos del NE pero sus velocidades son menores (FIGURA 3.44).

FIGURA 3.44 IMAGEN DE DESPLAZAMIENTO DE LOS VIENTOS DURANTE EL AÑO PARA LA ZONA DE CONVERGENCIA INTERTROPICAL – ZCIT



Fuente: Medidas de Manejo Programa Sísmico El Sancy, 2009.

Los Alisios soplan en casi todas las regiones tropicales que se extienden entre los cinturones de altas presiones subtropicales y las bajas presiones ecuatoriales. En el hemisferio norte, el aire que se dirige hacia el Ecuador es desviado hacia la derecha por la fuerza de Coriolis y forma los Alisios del noreste. De la misma manera, en el hemisferio sur, la desviación hacia la izquierda origina los Alisios del sureste.

Estos vientos pueden variar de dirección por efectos locales de topografía y rozamiento; sin embargo, son conocidos por su persistencia y regularidad. Sobre los océanos, se caracterizan por la presencia de nubes cúmulos cuya base está alrededor de un kilómetro y su cima hacia los dos (2) kilómetros de altura. El limitado desarrollo de las nubes y el tiempo generalmente bueno que está asociado con los Alisios dependen de la inversión de los Alisios.

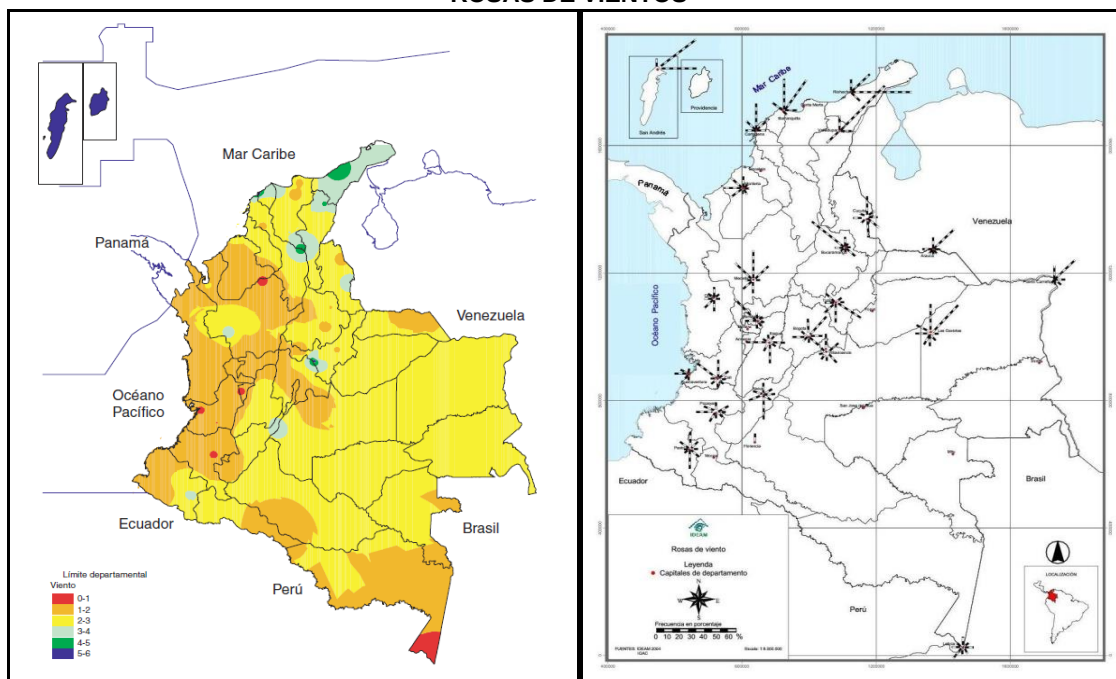
El descenso de aire (subsistencia) en los cinturones de altas presiones subtropicales provoca la formación de una inversión de temperatura que persiste en una parte del trayecto del aire hacia el Ecuador, la cual separa el aire húmedo de los Alisios, situado abajo, del cálido y muy seco situado arriba. Esta inversión actúa como una especie de tapa que limita el desarrollo de las nubes, especialmente sobre los océanos.

Cuando el aire se acerca al Ecuador, los vientos Alisios del noreste y sureste convergen sobre una estrecha zona a lo largo de él, denominada Zona de Confluencia Intertropical; en ella la inversión se debilita y el aire se eleva, el desarrollo vertical de las nubes aumenta y la inestabilidad se extiende a mayores altitudes. Las precipitaciones se hacen más fuertes y más frecuentes¹¹.

REGIÓN ANDINA

La región Andina alberga mayor variación con respecto a las distribuciones de velocidad encontrando en algunos sitios velocidades fuertes de hasta 5 m/s en el sector sur oeste limítrofe con el departamento de Cundinamarca. Para el área de estudio se registra un promedio de 2-3 m/s, cuya rosa de vientos disponible para Boyacá en la ciudad de Tunja, reporta una dirección predominante con proyección al Sur – Este, tal como se observa en la **FIGURA 3.45**.

FIGURA 3.45 MAPAS DE CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA A NIVEL NACIONAL - VELOCIDAD Y ROSAS DE VIENTOS



Fuente: Atlas Climático IDEAM, 2001.

REGIÓN ORINOQUIA

Para la región de la Orinoquía, la condición homogénea, con velocidades del viento que oscilan de 1 a 3 m/s, siendo el rango predominante de 2-3 m/s. Según la información disponible para el departamento del Meta, la rosa de vientos medida en su capital, indica una dirección principal con sentido al Este.

♦ RADIACIÓN SOLAR

El motor que determina la dinámica de los procesos atmosféricos y el clima es la energía solar. El sol emite energía principalmente en forma de radiación de onda corta. Después de pasar por la atmósfera, donde sufre un proceso de debilitamiento (por la difusión y reflexión en las nubes) y de absorción (por las moléculas de gases y por partículas en suspensión), la radiación solar alcanza la superficie terrestre (océano o continente) que la refleja o la absorbe. La cantidad de radiación absorbida por la superficie es devuelta en dirección al espacio exterior en forma de radiación de onda larga, con lo cual se transmite calor a la atmósfera. El clima de la Tierra depende del balance radiativo¹².

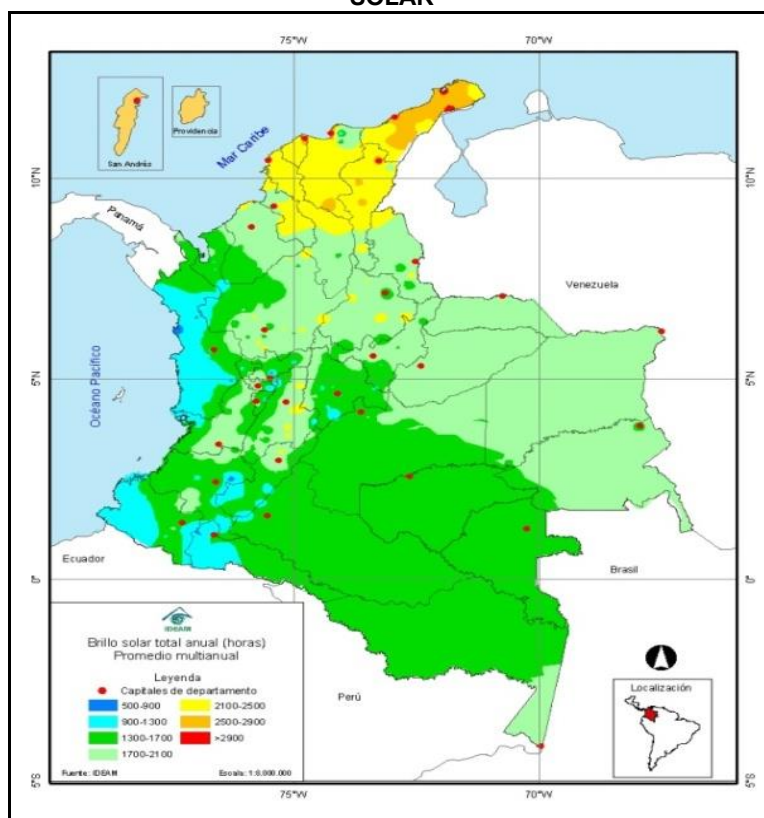
¹¹ Medidas de Manejo Programa Sismico El Sansy, 2009.

¹² Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, Atlas Climatológico de Colombia, Parte II, Distribución

El IDEAM ha establecido una red nacional para la vigilancia y monitoreo de la radiación ultravioleta, conformada por 5 estaciones de superficie en el país para monitoreo en los sitios extremos, ubicadas en: Riohacha, Bogotá, Pasto, Leticia y San Andrés. Cada estación cuenta con un espectrorradiómetro con cuatro rangos espectrales de medida de la radiación ultravioleta para las bandas UV-A, UV-B y la banda integral de la radiación activa en fotosíntesis (PAR, por sus siglas en inglés). El espectrorradiómetro utilizado es el ultravioleta Biospherical GUV-511, el cual cuenta con cinco canales de medida distribuidos así: UV-B (305 nm), UV-B (320 nm), UV-A (340 nm), UV-A (380 nm) y PAR (400 - 700 nm)¹³.

Sobre la mayor parte del territorio Colombiano la incidencia de la radiación solar global tiene promedios entre 4,0 y 4,5 kWh/m² por día, especialmente sobre la Amazonia, la Orinoquia, sectores del centro y sur de la región Pacífica y gran parte de la región Andina. Colombia debido a su posición geográfica es favorecida con una gran disponibilidad del recurso solar. Las zonas que reciben mayor intensidad de radiación solar global en Colombia, entre 4,5 y 6,0 kWh/m² por día, son: región Caribe, nororiente de la Orinoquia y sectores de los departamentos de Cauca, Huila, Valle, Tolima, Caldas, Boyacá, Santanderes, Antioquia y las Islas de San Andrés y Providencia (**FIGURA 3.46**).

FIGURA 3.46 MAPAS DE CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA A NIVEL NACIONAL - RADIACIÓN SOLAR



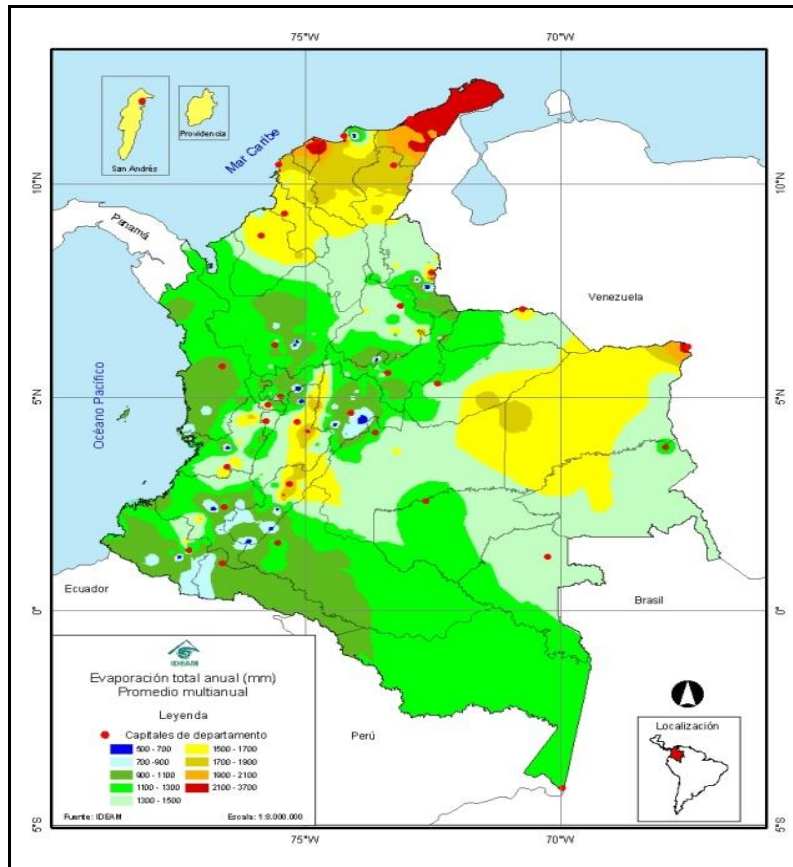
Fuente: Atlas Climático IDEAM 2001

◆ EVAPORACIÓN

La evaporación es la medida de la cantidad de agua que pasa de estado líquido a gaseoso y pasa a la atmósfera como vapor de agua, representando un indicador natural del balance hídrico. Permite estimar las deficiencias o excesos de humedad en el suelo cuando está a capacidad de campo (**FIGURA 3.47**).

Espacio – Temporal de las Variables del Clima 2001, Bogotá. disponible en: <http://www.IDEAM.gov.co/atlas/clima/htm>

¹³Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, Atlas Climatológico de Colombia, Parte II, Distribución Espacio – Temporal de las Variables del Clima 2001, Bogotá. disponible en: <http://www.IDEAM.gov.co/atlas/clima/htm>

FIGURA 3.47 MAPAS DE CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA A NIVEL NACIONAL - EVAPORACIÓN

Fuente: Atlas Climático IDEAM 2001

REGIÓN ANDINA

En la mayor parte de la región Andina, el comportamiento anual de la evaporación es de tipo bimodal; los mayores valores en la evaporación ocurren en los meses de comienzos del año, durante la temporada seca, más marcada que la de mediados de año.

REGIÓN ORINOQUIA

En la mayor parte de la Orinoquia incluido el piedemonte llanero, se presenta un régimen monomodal, con valores máximos entre diciembre y marzo y registros más bajos durante el resto del año.

♦ **NUBOSIDAD**

La nubosidad en la bóveda celeste se dimensiona con base en la cantidad de nubes que allí aparecen, respecto a la división imaginaria que realiza el observador de la estación meteorológica en ocho (8) partes y establece el área cubierta por nubes. Para este caso se han establecido ocho niveles o categorías, donde la nubosidad media se expresa en octas u octavos, es decir:

- 1/8-2/8 - Firmamento despejado.
- 3/8-4/8 - Parcialmente nuboso.
- 5/8-6/8 - Nuboso.
- 6/8-8/8 - Cubierto.

REGIÓN ANDINA

El comportamiento bimodal de las precipitaciones en esta región guarda estrecha relación con la nubosidad, de forma que durante los meses de diciembre a marzo y junio a julio se observa la menor cobertura de nubes, siendo más acentuado a final del año y durante los dos primeros meses.

REGIÓN ORINOQUIA

El régimen monomodal característico de esta región se encuentra en asocio con la nubosidad y el número de días con lluvia, por lo que es común encontrar condiciones de nubosidad durante la mayor parte del año, salvo en durante el último mes y los tres primeros.

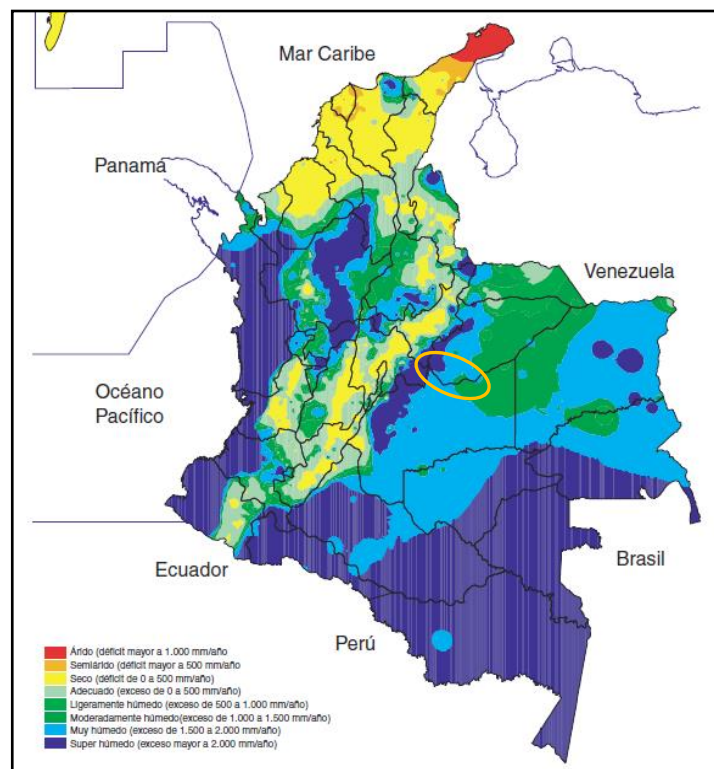
♦ **CLASIFICACIÓN AGROCLIMÁTICA****REGIÓN ANDINA**

Según la clasificación agroclimática elaborada por el IDEAM a nivel nacional, la región andina a la cual corresponde el área de interés localizada al sur del departamento de Boyacá, corresponde a un sector en condición de muy alta humedad o súper húmedo.

REGIÓN ORINOQUIA

Por su parte la región de la Orinoquía se caracteriza por presentar condiciones que aunque un poco menores que las descritas anteriormente, también se caracterizan por ser de muy húmedas a moderadamente húmedas, como se observa en la **FIGURA 3.48**.

FIGURA 3.48 MAPAS DE CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA A NIVEL NACIONAL - CLASIFICACIÓN AGROCLIMÁTICA



Fuente: Atlas Climático IDEAM 2001

De lo anterior se concluye que a nivel regional, las principales características meteorológicas le confieren al área de interés, una clasificación de clima cálido para la región de la Orinoquía y templado para la región Andina, en cuyo caso aplica específicamente a los municipios que conforman el límite sur del departamento de Boyacá y que obedecen al área de interés para el presente proyecto. Adicionalmente la zona objeto de estudio se caracteriza por presentar condiciones de precipitación que oscilan durante los meses de diciembre a marzo entre 0 a 50 mm, hasta 400 mm para la región de la Orinoquía y alcanzan durante el segundo trimestre registros entre 800 – 1000 mm para la región Andina, con vientos cuya velocidad promedio es de 1 a 4 m/s para Boyacá y de 2 – 3 m/s para la Orinoquía y que en condiciones generales recibe influencia de diferentes patrones de circulación atmosférica que inciden localmente y que combinados con las condiciones del relieve dan lugar a características puntuales de radiación solar, humedad relativa y nubosidad entre otras.

♦ ASPECTOS LOCALES DEL CLIMA PARA LA REGIÓN DE ANDINA

SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR - RÍO UPÍA

Los aspectos climatológicos típico de la Región Andina correspondiente al primer sector del trazado de la Línea Eléctrica de 230 kV Subestación Chivor - Campo Rubiales, donde se presenta un régimen monomodal, con un periodo anegado entre abril y septiembre y un tiempo seco entre octubre y marzo; según la información hidrometeorológica existente en el IDEAM de las estaciones cercanas al primer sector del proyecto, por proximidad, representatividad y distribución.

♦ ASPECTOS LOCALES DEL CLIMA PARA LA REGIÓN DE LA ORINOQUÍA

SECTORES RÍO UPÍA - RÍO META Y RÍO META - CAMPO RUBIALES

La caracterización climática del área de estudio se llevó a cabo a partir del análisis de la información secundaria existente, tanto de carácter oficial como particular, entre los que cabe destacar la consulta de registros para el Estudio de Impacto Ambiental Oleoducto Monterrey – El Porvenir – Altos del Porvenir y su estación de almacenamiento y bombeo de 2009, el Estudio de Impacto Ambiental para el Área de Perforación Exploratoria Llanos 25 de 2009 y la Adición del Estudio de Impacto Ambiental Estaciones de Rebombeo Horizonte (K86) y Trompillos (K174), Para la Modificación de la Licencia 1712 del 29 de Agosto de 2006.

Las características climáticas del Casanare y el Meta en los llanos orientales (región que corresponde al sector intermedio y final del trazado proyectado para la ubicación de la Línea Eléctrica de 230 kV Subestación Chivor - Campo Rubiales), según la clasificación realizada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, corresponde a clima Cálido Húmedo, en donde prevalece un régimen de precipitaciones monomodal, caracterizado por un periodo seco entre Diciembre y Marzo y uno lluvioso entre Mayo y Noviembre, con algunas épocas intermedias de menor precipitación, debido a la influencia de la ZCIT que incide en esta región a lo largo de estos siete meses, de la cual ya se habló previamente.

♦ ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA

El clima es el conjunto de los valores promedio de las condiciones atmosféricas que caracterizan una región. Estos valores promedio se obtienen con la recopilación de la información meteorológica durante un periodo de tiempo suficientemente largo. Según se refiera a una zona o región, o a una localidad concreta se habla de clima global, zonal, regional o local (microclima), el cual es controlado por la interacción entre los diferentes componentes del denominado sistema climático (atmósfera, hidrosfera, litosfera, criósfera, biosfera y antropósfera). El clima es un sistema complejo por lo que su comportamiento es muy difícil de predecir.¹⁴

¹⁴ Seoáñez, M., (2002). *Tratado de climatología aplicada a la ingeniería medioambiental. Análisis climático, uso del análisis climático en los estudios medioambientales. Ubicación: Ediciones Mundi-Prensa. España.*

A continuación, se analizarán los principales elementos climáticos, diferenciado los tres sectores del trazado, partiendo desde la Subestación Chivor hasta Campo Rubiales:

SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR - RÍO UPÍA

La información climatológica se estableció con base en información existente en el IDEAM de las estaciones cercanas, por proximidad, representatividad y distribución.

Las estaciones que se utilizaron para dicha información fueron las estaciones pluviométricas Piedra Campana, San Luis de Gaceno y Casa de Maquinas, igualmente la estación pluviográfica de Santa María y la estación climatológica principal del Instituto Agrícola de Macanal, todas localizadas en el departamento de Boyacá.

Las características generales de las estaciones que se encuentran cercanas al área de estudio se presentan en la **TABLA 3.46** y en el **ANEXO D-1.5**, se encuentran las tablas de datos climatológicos de cada una de ellas.

TABLA 3.46 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS - SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR- RIO UPÍA

ESTACIÓN	CÓDIGO	TIPO *	LATITUD	LONGITUD	ELEVACIÓN	CORRIENTE	DEPARTAMENTO
Piedra Campana	3508008	PM	0451N	7314 W	450	Lengupá	Boyacá
San Luis de Gaceno	3508007	PM	0449N	7310W	400	Lengupá	Boyacá
Santa María	3507018	PG	0451N	7315W	850	Bata	Boyacá
Casa de Maquinas	3508013	PM	0454N	7314W	450	Lengupá	Boyacá
San Agustín	3508701	LG	0451N	7314W	416	Lengupá	Boyacá
Inst .Agr. Macanal	3507504	CP	0456N	7319W	1300	Bata	Boyacá
San Luis de Gaceno	Corpochivor	AM	0449N	7310W	520	Lengupá	Boyacá

pm: pluviométrica, pg pluviográfica, lg: limnigráfica, cp climatológica principal. y am: agrometereológica

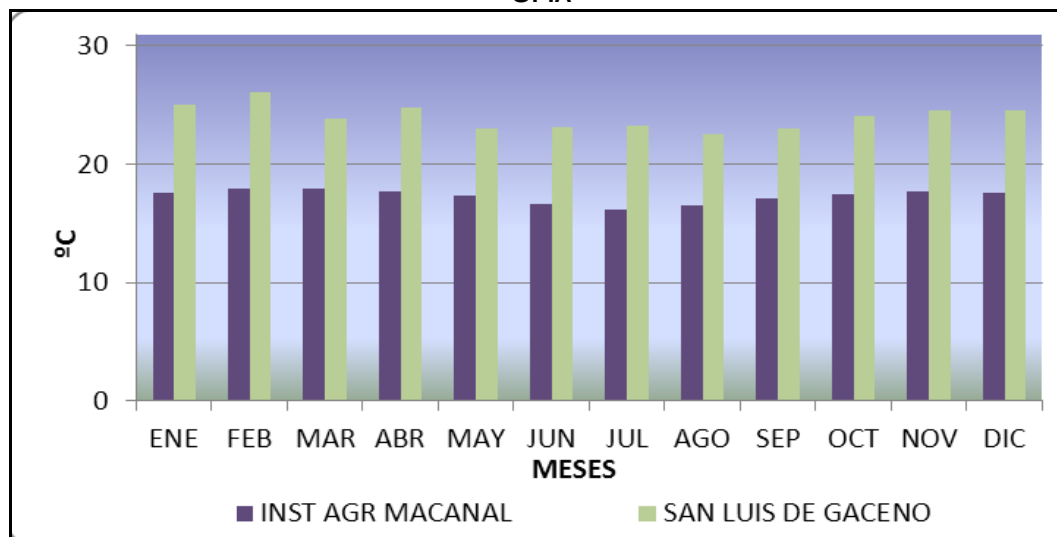
♦ TEMPERATURA

En la **FIGURA 3.49**, se puede observar el comportamiento de la temperatura media mensual multianual, en la que se observa que esta variable es inversamente proporcional a la precipitación; lo que significa que en las épocas en las cuales se presenta mayor cantidad de lluvias hay bajas temperaturas, como es el caso de la estación Instituto Agrícola de Macanal donde se observa que el comportamiento de la temperatura durante el año es casi constante presentándose un cambio mínimo, comprendido entre 16,2°C en el mes de julio y 17,9°C en los meses de febrero y marzo.

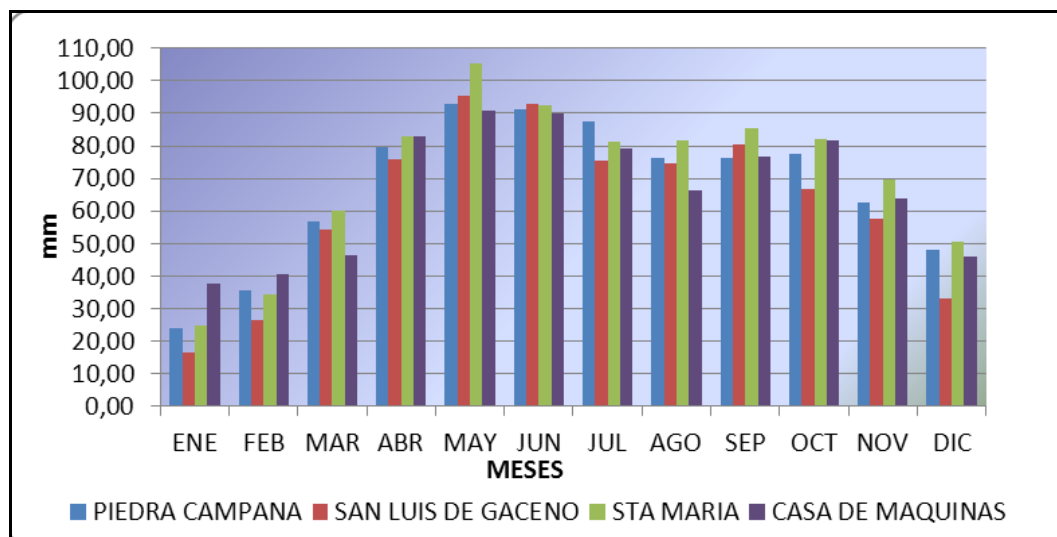
Este mismo fenómeno se presenta en la estación San Luis de Gaceno, manejada por Corpochivor, que aunque presenta valores más altos respecto a la otra estación, muestra reducción de temperatura en el periodo anegado, y que la variación promedio no es significativa, con valores entre 23,1°C en junio y 26,1°C en febrero.

♦ PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS

La precipitación máxima en 24 horas, es útil para predecir la intensidad de lluvia que cae en una microcuenca, y con ella, poder determinar cómo son los procesos de escorrentía y, en consecuencia, predecir los caudales. En la **FIGURA 3.50**, se observan los valores de la precipitación máxima en 24 horas, en los cuales se evidencia que durante los meses de mayo y junio se presentan las mayores precipitaciones; con valores que oscilan entre los 105,4 mm hasta los 89,8 mm, donde el mes con mayor precipitación es el mes de mayo según la estación Santa María; y las precipitaciones más bajas se registraron en el mes de agosto en la estación San Luis de Gaceno, con un valor de 16,7 mm.

FIGURA 3.49 TEMPERATURA MENSUAL MULTIANUAL (°C) - SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR – RIO UPÍA

Fuente: Información IDEAM

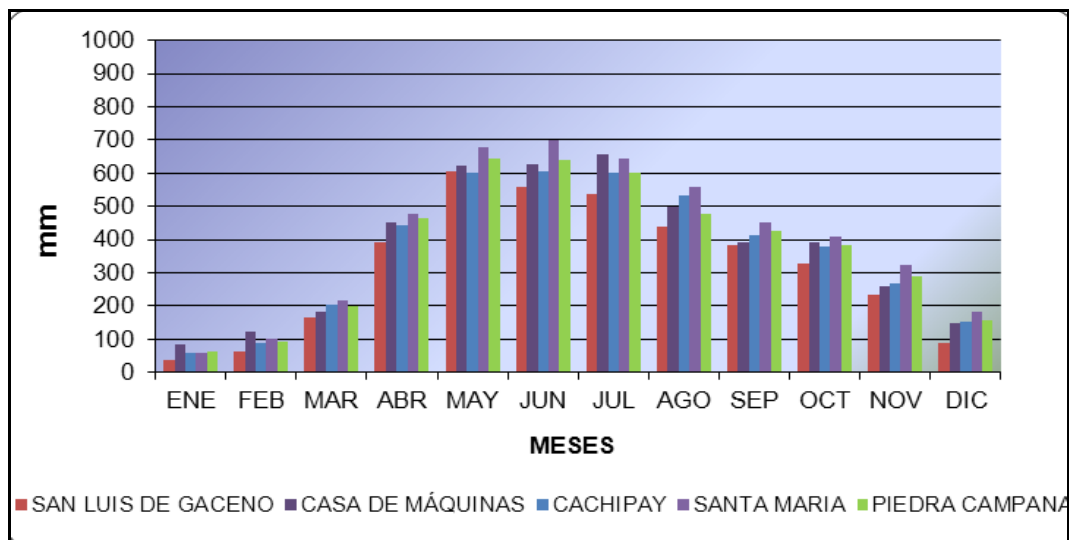
FIGURA 3.50 PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS MULTIANUAL - SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR – RIO UPÍA

Fuente: Información IDEAM

◆ PRECIPITACIÓN

El área de estudio presenta un comportamiento de la precipitación media mensual multianual, con un régimen de precipitación monomodal, el cual corresponde a regiones en las cuales en el año hidrológico hay una época de lluvias y una época seca.

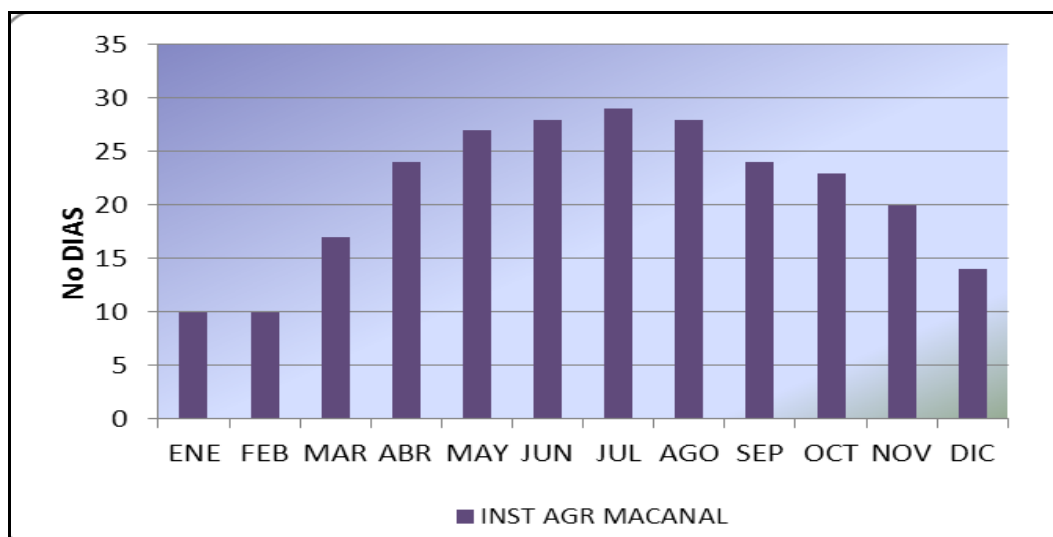
Para este caso el periodo en el cual hay mayor presencia de lluvias es el comprendido entre los meses de abril a octubre presentándose el valor más alto en el mes de junio en la mayoría de las estaciones evaluadas, y el periodo seco es el comprendido entre diciembre a marzo. La variación se encuentran en un rango de 700,8 mm a 60,5 mm en las estaciones Santa María y San Luis de Gaceno, correspondientemente, registrando a junio como mes pico de lluvias, y a enero como mes de lluvias mínimas (**FIGURA 3.51**).

FIGURA 3.51 PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL MULTIANUAL (MM) - SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR – RIO UPÍA

Fuente: Información IDEAM, Los valores medios mensuales no corresponden a series de 20 años, debido a limitantes en la disponibilidad de información para las estaciones de interés, como el caso de la estación San Luis de Gaceno que solo registra valores medidos durante el 200, por lo que la información presentada está sujeta a la disponibilidad de registros para cada estación.

◆ NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA

Este parámetro fue analizado en la Estación Instituto Agrícola de Macanal, la cual registra 254 días de lluvia anual en promedio, con distribución temporal típica, que indica un régimen monomodal en la zona, donde se presenta las máximas lluvias entre mayo y octubre y las mínimas entre noviembre y abril, como lo indica la FIGURA 3.52.

FIGURA 3.52 NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA - SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR – RIO UPÍA

◆ HUMEDAD RELATIVA

Este parámetro es directamente proporcional a la precipitación, es decir que se presenta mayor humedad en los meses de altas precipitaciones, y en los cuales se mantiene una humedad mayor al 90%.

El valor máximo de la humedad relativa anual en la estación Instituto Agrícola de Macanal es de 96% durante el mes de mayo, respecto al valor medio, se observa una mínima variación a lo largo del año con un promedio de 88%, el cual se da en los meses de abril y noviembre, época de transición climática. El valor mínimo de humedad en dicha estación se presenta un 72% en el mes de marzo, periodo típicamente seco (**FIGURA 3.53 Y FIGURA 3.54**).

En la estación San Luis de Gaceno se presenta un valor máximo de humedad relativa en el mes de mayo con un valor de 104%, y la mínima en el mes de marzo con un valor de 43,8%. El valor medio se mantienen igualmente constante con un promedio de 89.5%, reafirmando que la humedad depende directamente de la precipitación.

FIGURA 3.53 HUMEDAD RELATIVA (%) – ESTACIÓN INST. AGR. MACANAL - SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR – RIO UPÍA

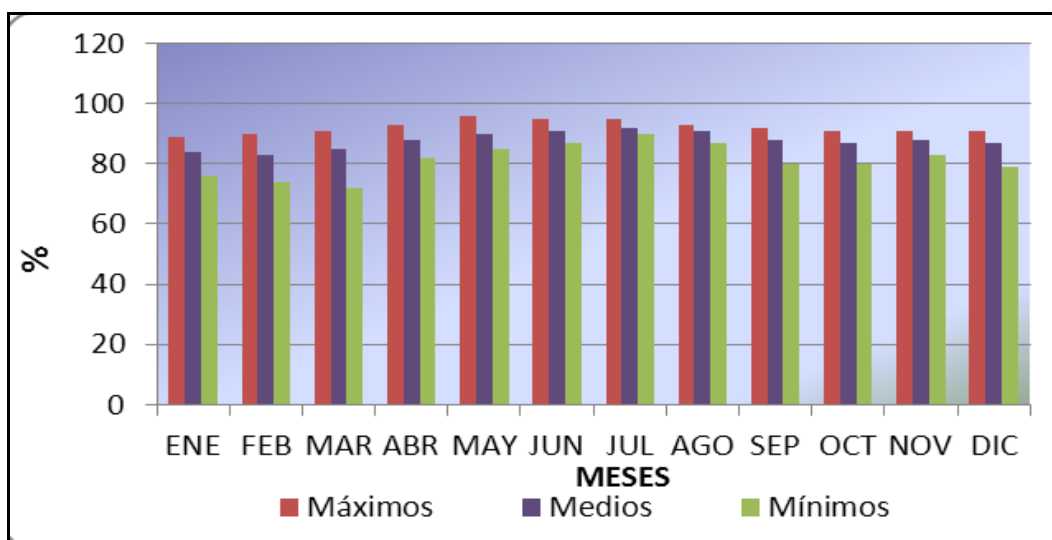
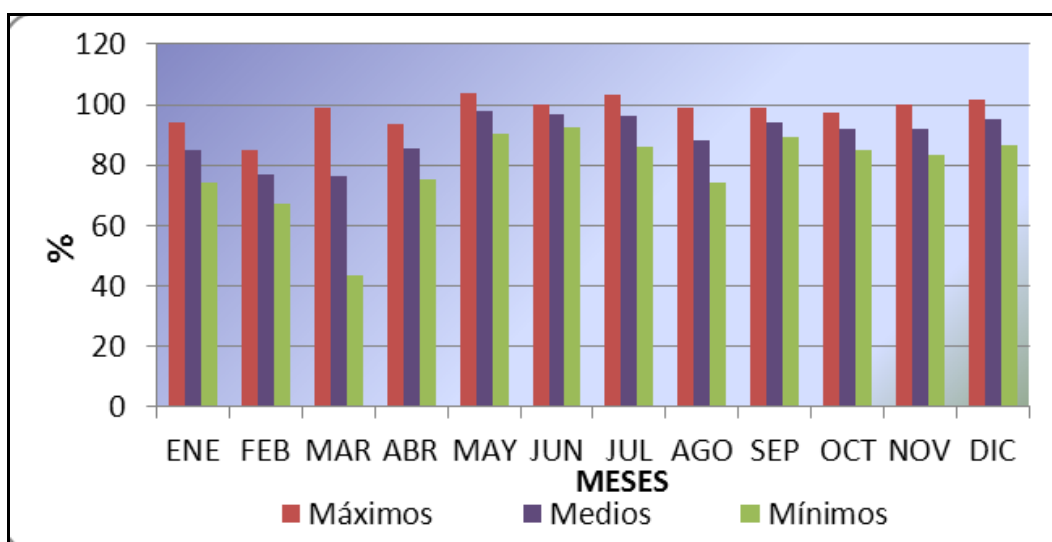


FIGURA 3.54 HUMEDAD RELATIVA (%) – ESTACIÓN SAN LUIS DE GACENO - SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR – RIO UPÍA



♦ VIENTOS

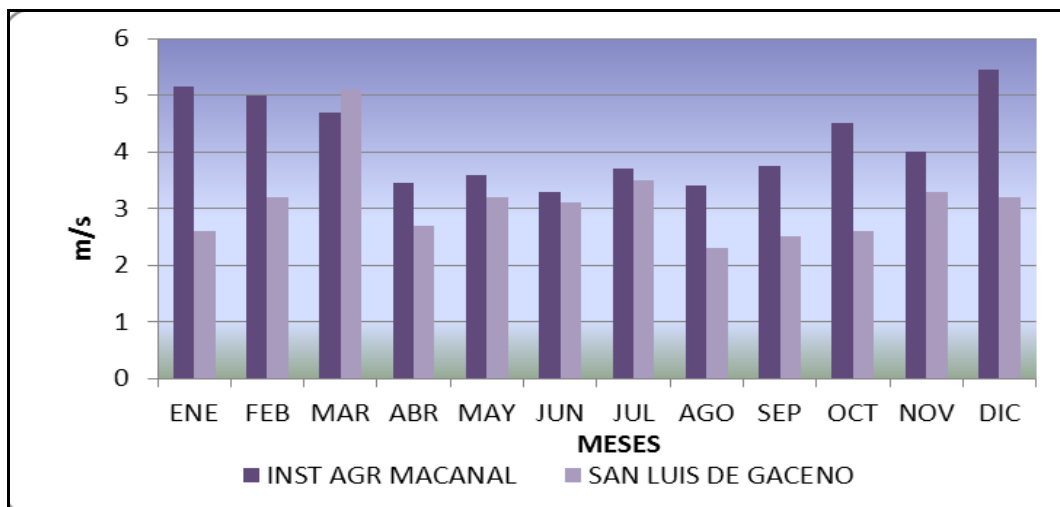
Como se observa en la **FIGURA 3.55**, la variación temporal de la velocidad del viento presenta las mayores velocidades en los meses de menor nubosidad y bajas precipitaciones, por tanto en la estación Instituto Agrícola de Macanal se dan altas velocidades de diciembre a marzo, con valores que varían entre 4,7 m/s a 5,45 m/s. En el mes de junio de altas lluvias, la velocidad de viento disminuye a 3,3 m/s.

En la estación San Luis de Gaceno el comportamiento de este parámetro también se ajusta a la variación de precipitación con valores de 2,3 m/s a 5,1 m/s, correspondientes a meses pico de lluvias y nubosidad.

La dirección del viento para el área estudiada, tienen una persistencia muy marcada, ya que durante todo el año se registra una sola dirección: Sur-oeste (SW).

En el área de estudio, la información meteorológica no es suficiente, por lo que no fue posible realizar el análisis del rosa de vientos. Sin embargo, se puede decir como generalidad que los Vientos alisios del Noreste (NE) hacen sentir más su influencia a finales y comienzos del año alejando la nubosidad y por consiguiente disminuyendo las precipitaciones; en el resto del año estos vientos no ejercen mayor influencia permitiendo la formación de nubes y precipitaciones considerables. Durante los meses de marzo y octubre hay influencia de los vientos del NE pero sus velocidades son menores. Estos vientos pueden variar de dirección por efectos locales de topografía y rozamiento; y son conocidos por su persistencia y regularidad.

FIGURA 3.55 VELOCIDAD DEL VIENTO (M/S) - SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR – RIO UPÍA

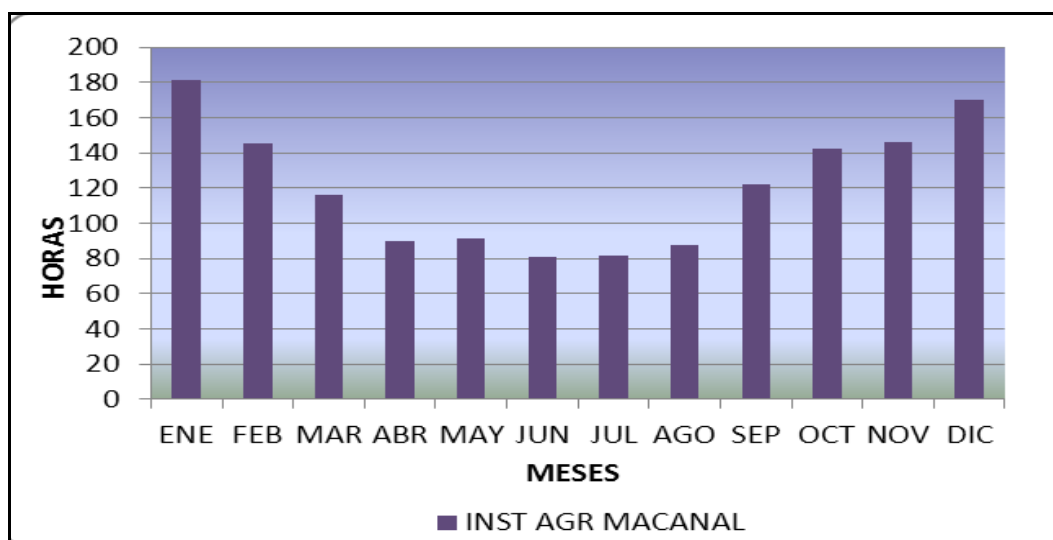
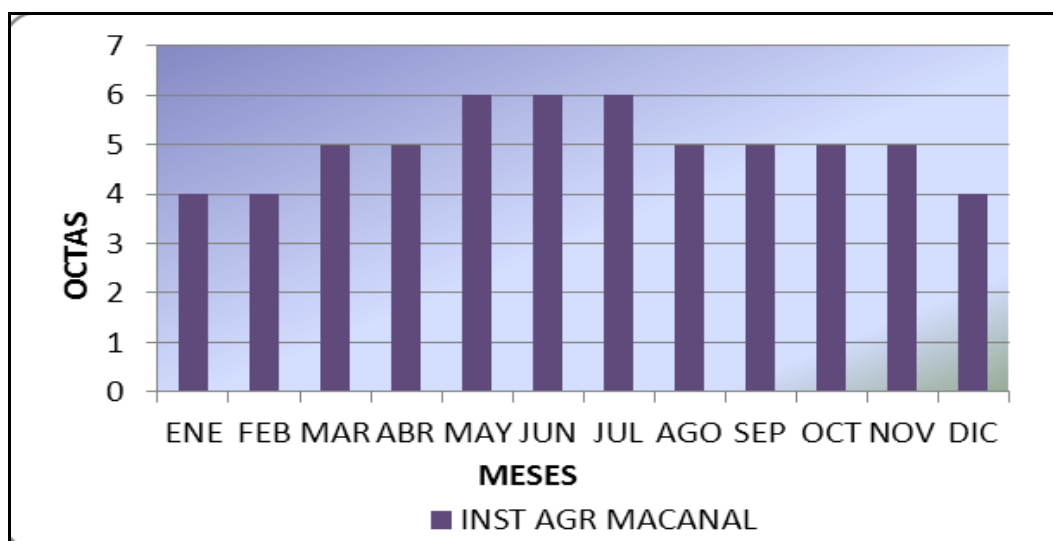


♦ RADIACIÓN SOLAR

En la **FIGURA 3.56** se observa el comportamiento de los valores mensuales multianuales de brillo solar para la estación Instituto Agrícola de Macanal, en la cual los valores oscilan entre 181,4 y 80,4 horas, el valor máximo de brillo solar mensual multianual se presenta en el mes de enero que corresponde al mes con menor precipitación; mientras que los valores más bajos se presentan en los meses de junio y julio; meses correspondientes a periodos de lluvia intensos.

♦ NUBOSIDAD

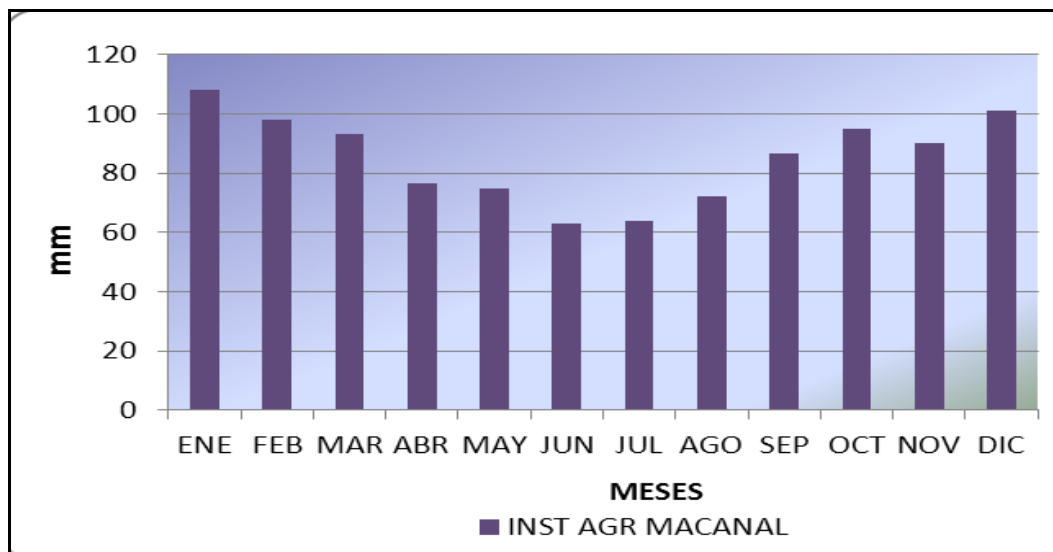
En referencia a este parámetro, se observa que es directamente proporcional a la precipitación, siendo más alta en los meses de mayor precipitación y baja en los de menor precipitación, con valores para la estación Instituto Agrícola de Macanal de 4 octas en los meses menos lluviosos los cuales corresponden al periodo comprendido entre diciembre y febrero y de 5 a 6 octas en los meses más lluviosos correspondientes a los meses entre marzo y noviembre, presentándose los valores más altos entre mayo y julio. (**FIGURA 3.57**).

FIGURA 3.56 RADIACIÓN SOLAR (HORAS) - SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR – RIO UPÍA**FIGURA 3.57 NUBOSIDAD (OCTAS) - SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR – RIO UPÍA**

♦ EVAPORACIÓN

La evaporación es la emisión de vapor de agua desde una superficie húmeda a temperatura inferior al punto de ebullición. La velocidad de evaporación de una superficie puede expresarse como el volumen de agua líquida que se evapora por unidad de superficie en la unidad de tiempo. La medición de este parámetro es indispensable para poder determinar la cantidad de agua disponible para ser utilizada por el hombre, también se puede decir que es la máxima pérdida de agua hacia la atmósfera de una superficie líquida (o sólida saturada expuesta libremente a condiciones ambientales). En el caso de una superficie sólida saturada, debe haber abastecimiento de humedad de agua al suelo en todo momento.

Según los valores que registra la estación Instituto Agrícola de Macanal se puede observar que dicho parámetro es mayor en aquellos meses en los cuales la temperatura es más alta, hay menor precipitación y brillo solar en mayor tiempo. Por tanto la mayor evaporación se presenta en época de estiaje que corresponde a los meses de diciembre a marzo con un valor máximo 108,1 mms en diciembre, y el valor mínimo es de 63 mms presentado en junio, que es un mes típicamente lluvioso (**FIGURA 3.58**).

FIGURA 3.58 EVAPORACIÓN (MMS) - SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR – RIO UPÍA

♦ BALANCE HÍDRICO Y CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

Para realizar el balance hídrico del sector Subestación Chivor – río Upía, se utilizan los datos de la estación más cercana que dispone la información mínima de precipitación y temperatura, los cuales se observan en la **TABLA 3.47**, así como los resultados obtenidos del balance hídrico.

En la **FIGURA 3.59** se presenta el comportamiento del balance hídrico en la estación Inst. Agrícola Macanal, en la que se observa que la evapotranspiración anual se presenta de manera uniforme a lo largo del año, lo que indica eficiencia igualmente uniforme en el sistema suelo – vegetación.

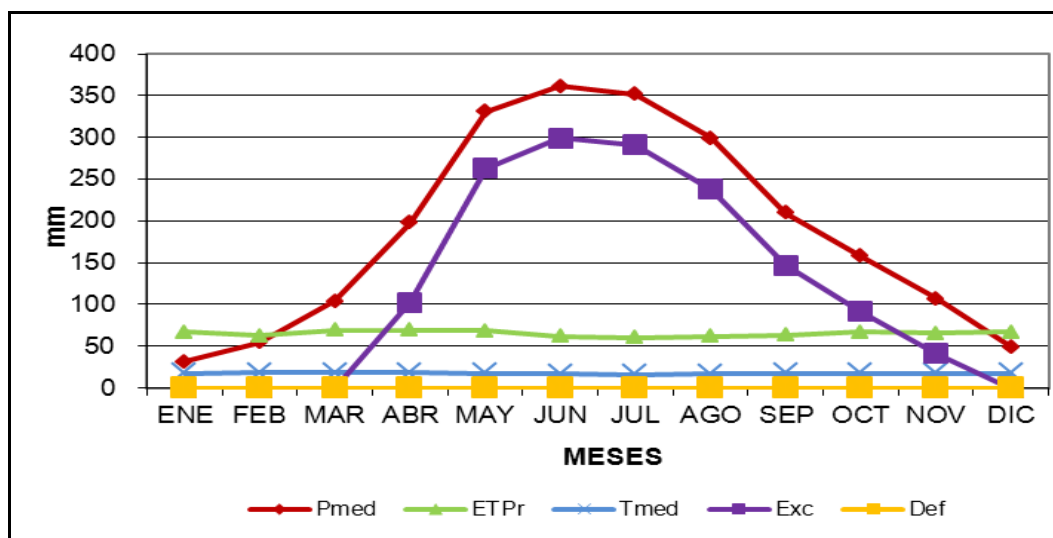
Con respecto al déficit de agua, éste es nulo a lo largo del año y en cuanto a los excesos de agua se presentan en los meses lluviosos de mayo a octubre, lo que significa que existe un almacenamiento de ella para dicha época, dicho almacenamiento ocurre para las estaciones analizadas.

Los datos obtenidos al aplicar la metodología de Thornthwaite, para determinar la clasificación climática del área de estudio se presentan en la **TABLA 3.48**, se puede definir que la estación evaluada corresponden a un clima Superhúmedo, con baja deficiencia de agua en verano, de tipo mesotermal, con una eficiencia térmica menor al 48%.

TABLA 3.47 BALANCE HÍDRICO Y CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA -SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR – RIO UPÍA

ESTACIÓN INSTITUTO AGRÍCOLA MACANAL												
VARIABLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
T	28,1	28,5	28,3	27,0	26,2	25,4	25,2	25,7	26,2	26,4	26,6	27,0
P	4,2	34,8	80,9	216,7	307,0	321,2	308,1	257,5	233,2	233,7	145,2	24,0
ETP	170,5	162,4	175,1	145,1	134,5	116,2	114,9	123,8	128,2	134,5	134,4	145,1

Fuente: Instituto De Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales (IDEAM), 2009

FIGURA 3.59 BALANCE HÍDRICO INSTITUTO AGRÍCOLA MACANAL - SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR – RIO UPÍA**TABLA 3.48 CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA SEGÚN THORNTHWAITE - SECTOR RIO UPÍA – RIO META**

ESTACIÓN	CLIMA	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA
Instituto Agrícola Macanal	Superhúmedo, con poco o nada de índice de aridez , con un índice de grande en verano, evapotranspiración mesotérmica templada fría y eficiencia térmica menor a 48%	Ars'2B'2a'

Fuente: Grupo G.I 2010

SECTOR RÍO UPÍA - RÍO META

Para el análisis de los elementos climáticos se seleccionaron siete estaciones del IDEAM bajo el criterio de proximidad geográfica, representatividad y distribución homogénea en diferentes direcciones respecto al sector río Upía al río Meta. En la **TABLA 3.49**, se presentan dichas estaciones las cuales se emplean para el análisis climatológico del sector, como se mencionó en la metodología de trabajo, además estas obedecen a estaciones con diferente nivel de detalle.

TABLA 3.49 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS - SECTOR RIO UPÍA- RÍO META

ESTACIÓN	CÓDIGO	TIPO *	LATITUD	LONGITUD	ELEVACIÓN	CORRIENTE	DEPARTAMENTO
Aeropuerto Yopal	3521501	CP	0519N	7223W	325	Cravo Sur	Casanare
Don Antonio	3509011	PM	0444N	7295W	300	Upía	Casanare
Huerta la Grande	3509511	CP	0439N	7255W	255	Upía	Casanare
La Pradera	3518001	PM	0456N	7239W	180	Chitamena	Casanare
Reventonera	3509004	PM	0454N	7302W	390	Upía	Casanare
Tauramena	3519502	CO	0501N	7245W	460	Cusiana	Casanare
Vista Hermosa	3909005	PM	0500N	7302W	1200	Upía	Boyacá

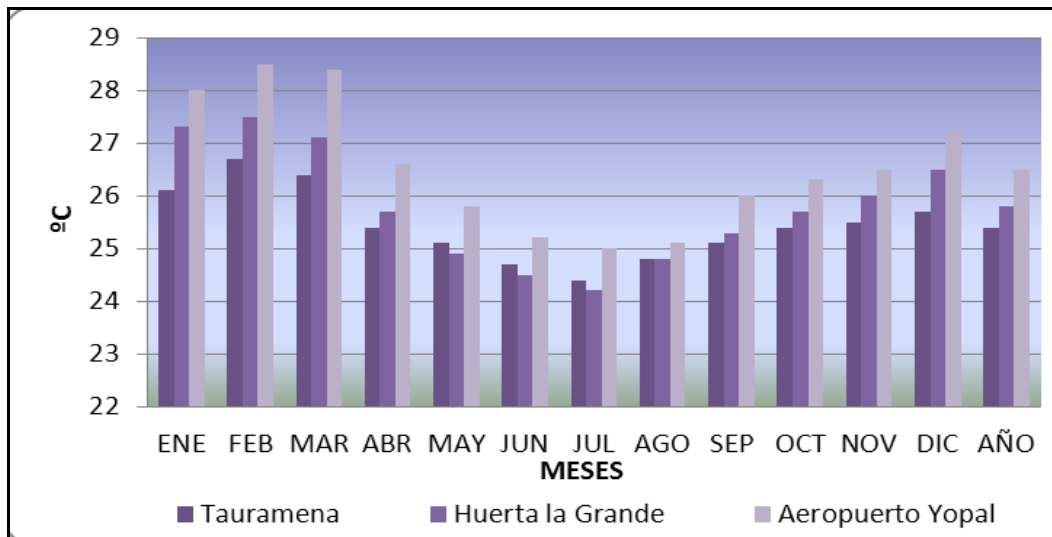
pm: pluviométrica, lg: limnigráfica, cp climatológica principal y co: climatológica ordinaria

♦ **TEMPERATURA**

La temperatura media registrada en la estaciones Tauramena (CO), Huerta la Grande (CP) y Aeropuerto El Yopal (CP) considerada para el análisis del sector comprendido entre el río Upía y el río Meta, oscila entre 24 y 28°C, siendo los meses de junio y julio en los cuales los de menor valor que el resto del año,

sin exceder el límite de los 24°C. Por su parte durante el primer trimestre la temperatura asciende a los mayores registros superando los 28°C en la estación Aeropuerto El Yopal y 26°C en la estación Tauramena (FIGURA 3.60).

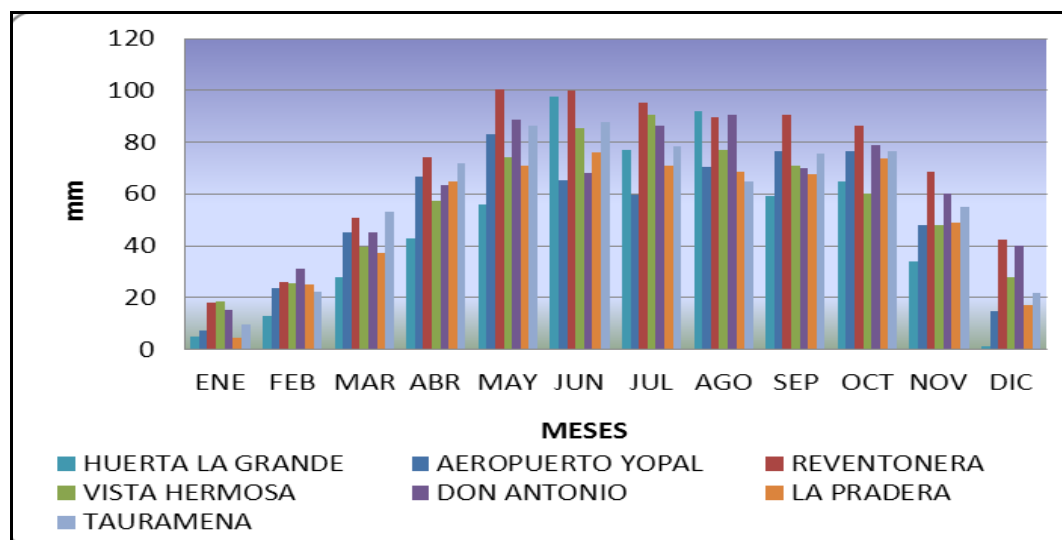
FIGURA 3.60 TEMPERATURA MENSUAL MULTIANUAL °C - SECTOR RÍO UPÍA – RÍO META



♦ PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS

La precipitación máxima en 24 horas es útil para comprender los procesos erosivos y la generación de caudales máximos en el sector de estudio. La precipitación máxima en 24 horas, permite como su nombre lo indica, conocer la cantidad de lluvia que cae en un solo día. Las mayores precipitaciones máximas en 24 horas en el área del Sector río Upía a río Meta ocurren en los meses de altas precipitaciones (mayo-octubre), registrando los valores más altos al norte del área de interés, en la estación la Reventonera localizada al Nor-occidente del sector, mientras que los valores más bajos ocurren en los meses de diciembre a febrero. En la FIGURA 3.61 se observa la variación temporal de este parámetro, cuyo régimen es monomodal similar al que sigue la precipitación total mensual.

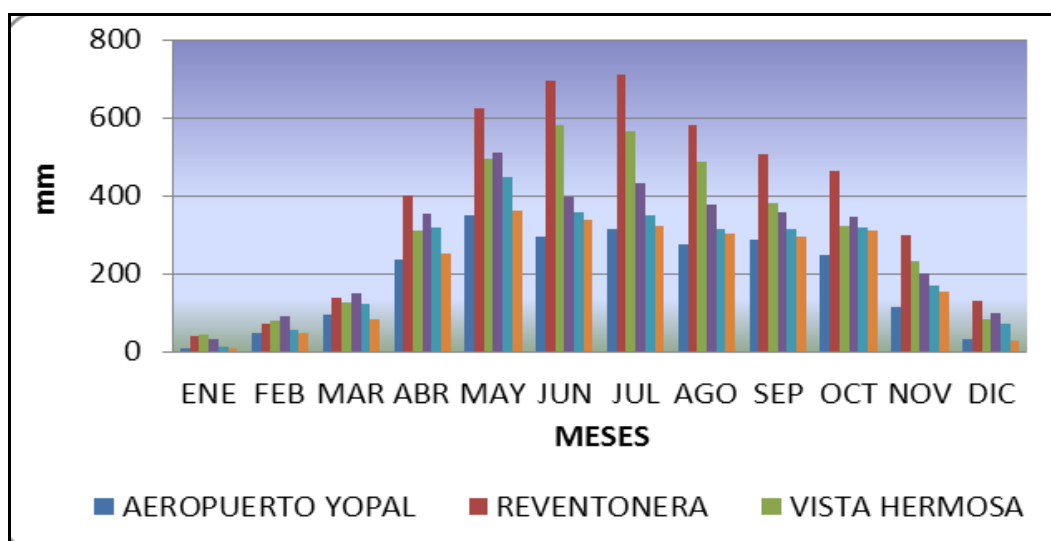
FIGURA 3.61 PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (MM) - SECTOR RÍO UPÍA – RÍO META



◆ PRECIPITACIÓN

El promedio de la precipitación total anual de las estaciones utilizadas es de 268,6 mm/año. Los meses con mayor precipitación se presentan en mayo, junio y julio para la estación la Reventonera. En la **FIGURA 3.62** se muestra la variación temporal de la precipitación media mensual multianual, la cual evidencia un régimen monomodal típico de esta región del país, presentando un periodo de altas precipitaciones entre los meses de abril a noviembre y un periodo de bajas precipitaciones entre los meses de diciembre a marzo. En promedio para las 7 estaciones, durante el periodo de altas precipitaciones se presenta el 91,4% del total de precipitación anual, siendo el mes más húmedo mayo con el 15,2% del total anual. Por otro lado, el mes más seco corresponde a enero, en el cual cae menos del 0,6% de la precipitación total anual.

FIGURA 3.62 PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL MULTIANUAL (MM) - SECTOR RIO UPÍA – RIO META

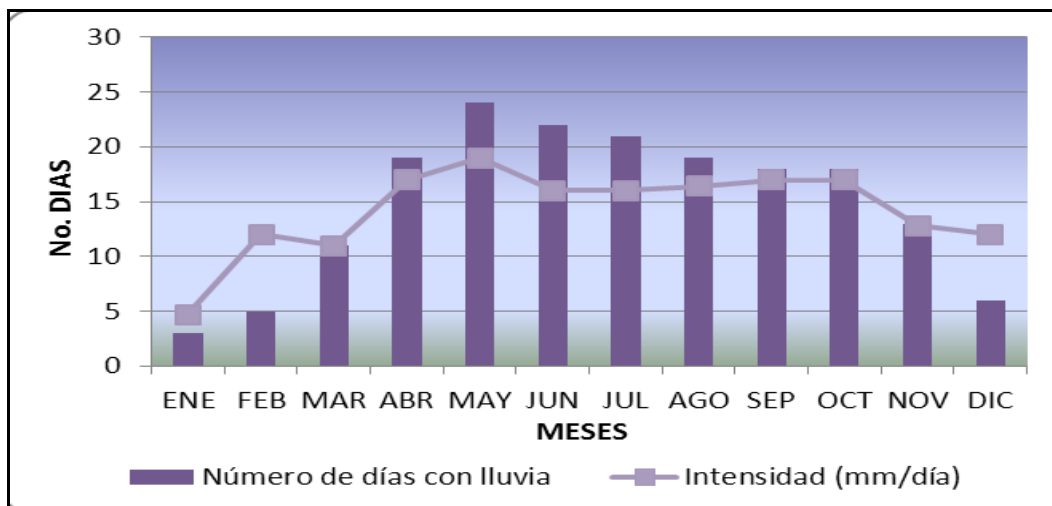


La estación que registra la mayor precipitación total anual corresponde a la Reventonera localizada a 390 msnm con 4.667 mm/año, por su parte las estaciones con menor precipitación son Pradera y Aeropuerto El Yopal, localizadas a 180 y 325 msnm respectivamente.

◆ NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA

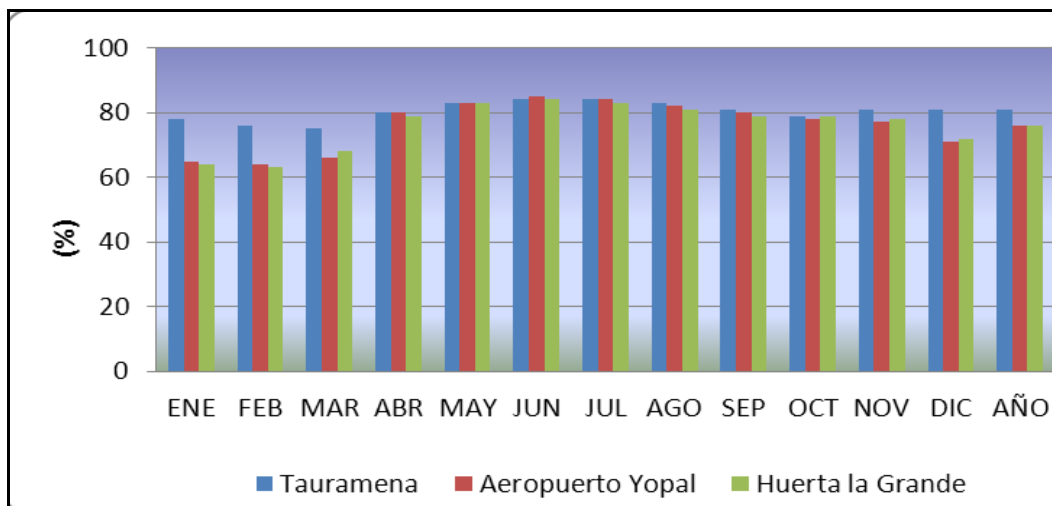
Para el análisis de este parámetro solo se contó con información de la estación Huerta la Grande, localizada al sur del Sector río Upía a río Meta. El número de días con lluvia registrado por esta estación es de 179 días/ año, mostrando una variación temporal similar a la precipitación total mensual. Los meses con mayor número de días con lluvia corresponden a mayo, junio y julio con 24, 22 y 21 días respectivamente (**FIGURA 3.63**).

Obteniendo la relación entre la precipitación media mensual y el número de días con lluvia, se puede ver que las intensidades de precipitación son mayores en los meses de mayor precipitación, siendo, nuevamente el mes de mayo el que presenta los mayores valores con 19 mm/día y las menores intensidades ocurren en los meses de enero con 4,7 mm/día, lo que convierte los primeros meses del año en una condición favorable para tener en cuenta durante la etapa de construcción en la medida que las sabanas inundables del Casanare estarán en condiciones adecuadas para el transporte de personal y equipos.

FIGURA 3.63 NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA - SECTOR RIO UPÍA – RIO META

♦ HUMEDAD RELATIVA

Para el análisis de este parámetro, se analizaron los datos de las estaciones que disponen de dicha información y corresponden a: Tauramena, Huerta La Grande y Aeropuerto de Yopal, evidenciando un comportamiento monomodal, donde los menores valores se registran en los meses de enero, febrero y marzo, en la estación Huerta la Grande (63-68%), seguido por las estaciones Aeropuerto de Yopal y Tauramena (72-78%), coincidiendo con el periodo de bajas precipitaciones. Así mismo, los valores de humedad relativa más altos se registran en los meses de altas precipitaciones entre abril a agosto para las tres estaciones como se puede apreciar en la (FIGURA 3.64).

FIGURA 3.64 HUMEDAD RELATIVA (%) - SECTOR RIO UPÍA – RIO META

♦ VIENTOS

Debido a que ninguna de las estaciones aledañas al sector río Upía al río meta registra información de velocidad y dirección del viento, este parámetro se tomó de los registros mensuales de la estación Aeropuerto Yopal. Esta estación cuenta con una serie de 14 años de registro en el periodo 1995-2009. Las mayores velocidades del viento ocurren en los meses de menor nubosidad y bajas precipitaciones, es decir de noviembre a marzo, con valores que varían entre 2,3 m/s a 3,5 m/s. En los meses de altas lluvias, la velocidad de viento disminuye a valores de 0,7 m/s en el mes de julio.

La dirección del viento para el sector de estudio, tienen una persistencia muy marcada, ya que durante todo el año, se registran principalmente dos direcciones: Norte, Nor-oeste con las mayores frecuencias (26% y 46 % respectivamente).

A partir de la información mensual de la estación Aeropuerto Yopal, se determinó la velocidad del viento a lo largo del año, lo que indica la presencia de máximas velocidades entre los meses de noviembre a marzo, correspondiente al periodo de estiaje, y en consecuencia las menores velocidades se dan en el periodo de lluvias entre los meses de abril a septiembre (**FIGURA 3.65**).

Adicionalmente se elaboró la rosa de los vientos, la cual se muestra en la **FIGURA 3.66**, de la cual se puede concluir que el 46% del tiempo el viento sopla con dirección noreste, seguido de la dirección norte con el 29%.

FIGURA 3.65 VELOCIDAD DEL VIENTO (M/S) ESTACIÓN AEROPUERTO YOPAL - SECTOR RIO UPÍA – RIO META

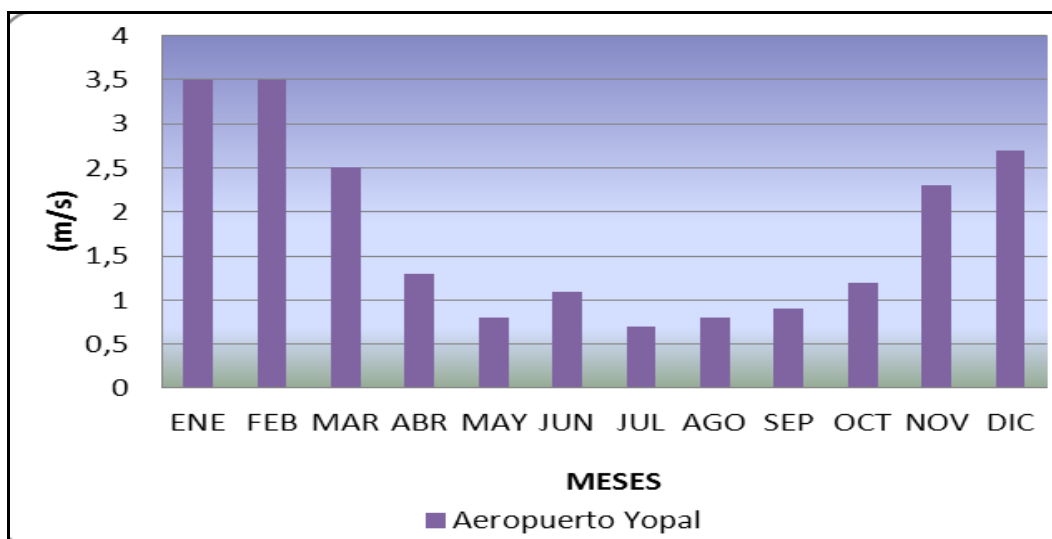
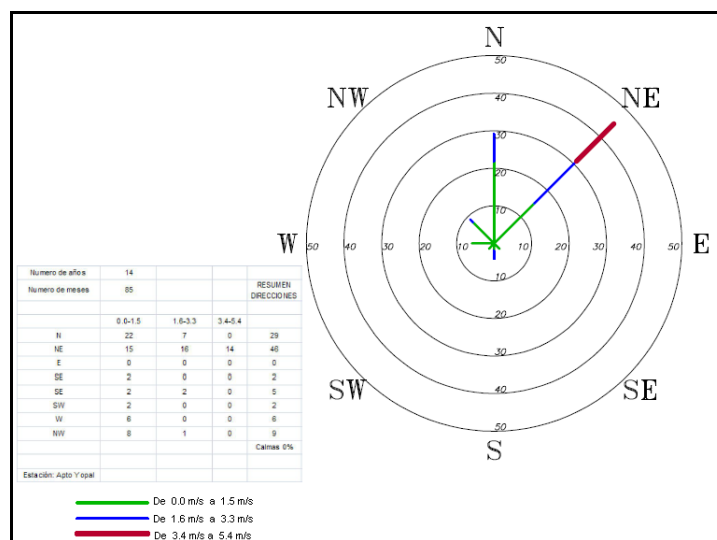


FIGURA 3.66 ROSA DE LOS VIENTOS ESTACIÓN DE AEROPUERTO DE YOPAL - SECTOR RIO UPÍA – RIO META



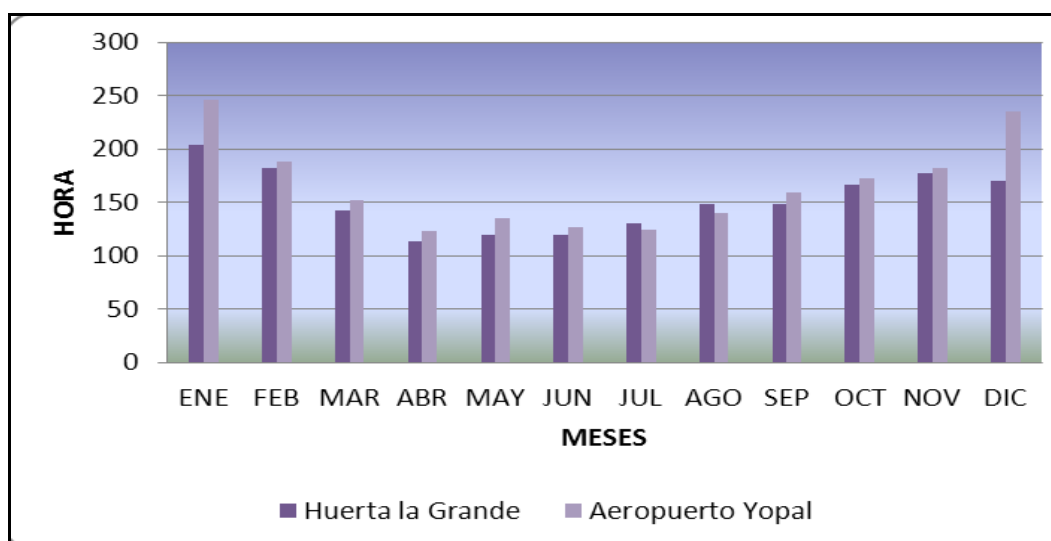
Fuente: Plano F 3.82 Rosa de vientos 2009 Estudio de Impacto Ambiental para el área de perforación exploratoria llanos 25

♦ RADIACIÓN SOLAR

Debido a la posición de Colombia cercana al ecuador geográfico, los días presentan un equinoccio relativamente permanente, es decir, la duración de los días son casi iguales a las noches y con iluminación uniforme durante todo el año. Las Estaciones de Huerta La Grande y Aeropuerto Yopal reportan un brillo solar similar con 1.822 y 1.984 horas/año que equivalen a 5,06 y 5,1 horas/día en promedio.

En la **FIGURA 3.67** se muestra la variación temporal del brillo solar registrados por las dos estaciones y cuyos valores máximos se presentan en los meses de bajas precipitaciones, específicamente en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero. El mes de abril presenta los menores brillos solares con 115 horas/mes en promedio (3,9 horas/día).

FIGURA 3.67 RADIACIÓN SOLAR (HORAS) - SECTOR RIO UPÍA – RIO META



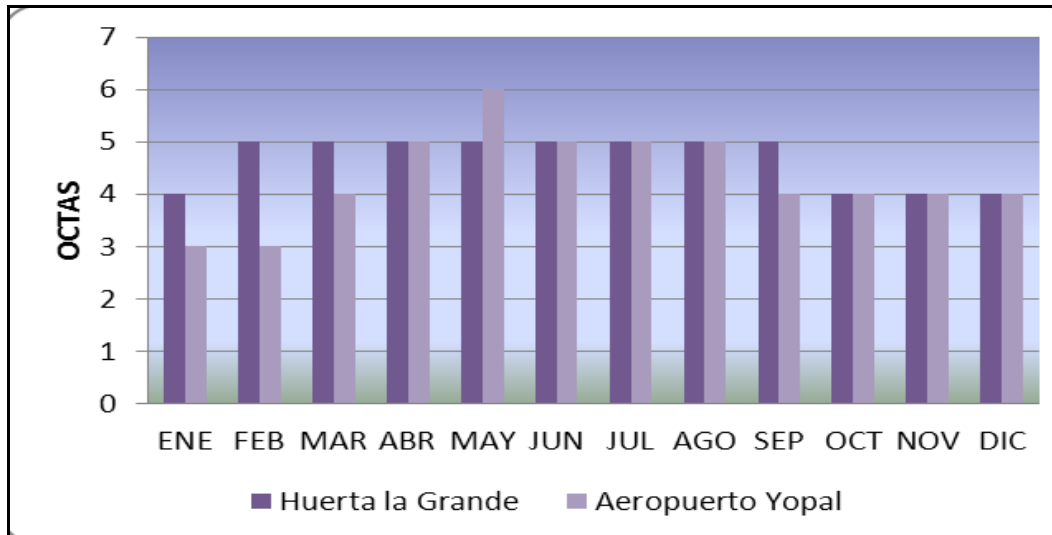
♦ NUBOSIDAD

El régimen monomodal del área se encuentra en asocio con la nubosidad y el número de días con lluvia. La nubosidad en la bóveda celeste se dimensiona con base en la cantidad de nubes que allí aparecen, respecto a la división imaginaria que realiza el observador de la estación meteorológica en ocho (8) partes y establece el área cubierta por nubes. Para este caso se han establecido ocho niveles o categorías, donde la nubosidad media se expresa en octas u octavos, es decir:

- 1/8-2/8 - Para un firmamento despejado.
- 3/8-4/8 - Parcialmente / nuboso.
- 5/8-6/8 - Nuboso.
- 6/8-8/8 - Cubierto.

Básicamente los valores altos de nubosidad se registran en la estación del Aeropuerto de Yopal con valores de 6 octas en el periodo de lluvias (**FIGURA 3.68**), de mayo Los registros más bajos se presentan en los meses de diciembre, enero y febrero con 4 octas en promedio.

FIGURA 3.68 NUBOSIDAD (OCTAS) - SECTOR RIO UPÍA – RIO META

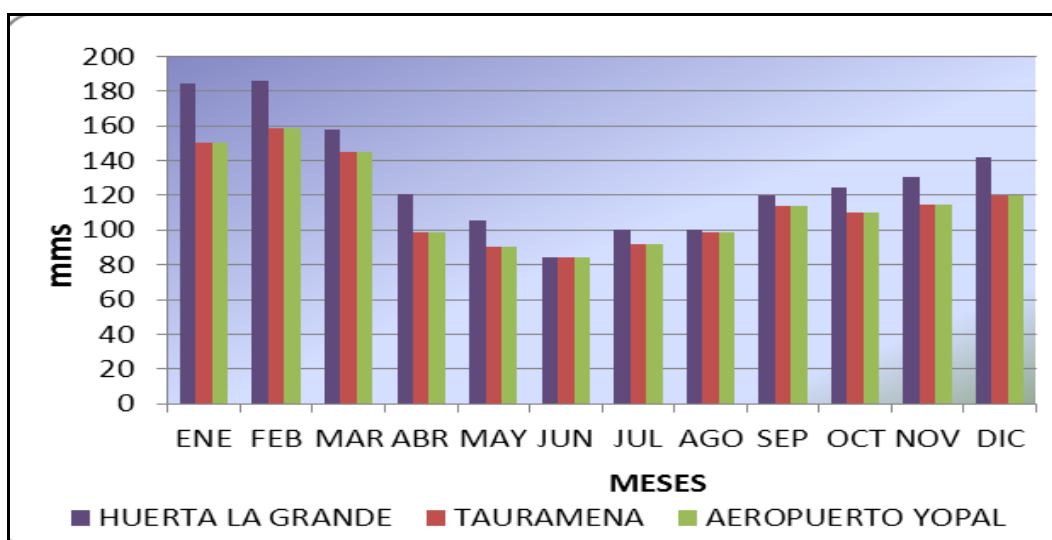


♦ EVAPORACIÓN

La evaporación es la medida de la cantidad de agua que pasa de estado líquido a gaseoso y pasa a la atmósfera como vapor de agua, representando un indicador natural del balance hídrico. Permite estimar las deficiencias o excesos de humedad en el suelo cuando está a capacidad de campo.

Para las tres estaciones analizadas (Tauramena, Huerta La grande y Aeropuerto de Yopal) los valores más altos de evaporación se observan entre los meses de enero a marzo, siendo los meses de enero y febrero los de mayor evaporación para la estación Huerta La Grande con registros de 184,5 y 185 mm/mes respectivamente. Los valores más bajos se presentan en los meses de junio y julio con 84,6 y 25,0 mm/mes para las estaciones de Huerta la Grande y Aeropuerto de Yopal respectivamente (FIGURA 3.69).

FIGURA 3.69 EVAPORACIÓN (MMS) - SECTOR RIO UPÍA – RIO META



◆ BALANCE HÍDRICO Y CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

Se elaboró el balance hídrico climático para las estaciones de Tauramena, Huerta la Grande y Aeropuerto de Yopal (**TABLA 3.50**), aplicando la metodología de Thornthwaite (1942). En las **FIGURAS 3.70, 3.71 Y 3.72** se presenta los resultados del balance hídrico realizado para estas estaciones y su variación temporal.

Como se puede ver, los déficits ocurren en los primeros dos meses del año y varían desde 158 mm/año en la estación de Tauramena hasta los 219 mm/año en Huerta la Grande, mientras que los excesos de humedad se presentan durante el resto del año siendo mayores en la estación de Tauramena con 1.932 mm/año hasta los 2.309 mm/año en Aeropuerto de Yopal.

TABLA 3.50 BALANCE HÍDRICO Y CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA - SECTOR RIO UPÍA – RIO META

ESTACIÓN TAURAMENA												
VARIABLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
T	26,1	26,7	26,4	25,4	25,1	24,7	24,4	24,8	25,1	25,4	25,5	25,7
P	19,1	45	133	374	469	439	413	359	328	342	197	64,3
ETP	127	137	133	116	112	106	101	107	112	116	118	121
ESTACIÓN HUERTA LA GRANDE												
VARIABLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
T	27,3	27,5	27,1	25,7	24,9	24,5	24,2	24,8	25,3	25,7	26	26,5
P	12,4	56	123	316,8	448,6	356,5	348,1	314,8	313,1	319,8	168	69,8
ETP	184,5	185,8	158,2	120,5	105,3	84,2	100,4	100,1	120,2	124,2	130,8	142,2
ESTACIÓN AEROPUERTO YOPAL												
VARIABLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
T	26,1	26,7	26,4	25,4	25,1	24,7	24,4	24,8	25,1	25,4	25,5	25,7
P	8,7	46,4	96,7	238	351,3	296,9	315,6	275,4	288,4	248,2	112,9	30,9
ETP	28	28,5	28,4	26,6	25,8	25,2	25	25,1	26	26,3	26,5	27,2
VARIABLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
EXC	0	0	0	157	357	333	311	251	357	225	79	0
DEF	66,3	92,3	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Instituto De Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales (IDEAM), 2009

FIGURA 3.70 BALANCE HÍDRICO ESTACIÓN TAURAMENA- SECTOR RIO UPÍA – RIO META

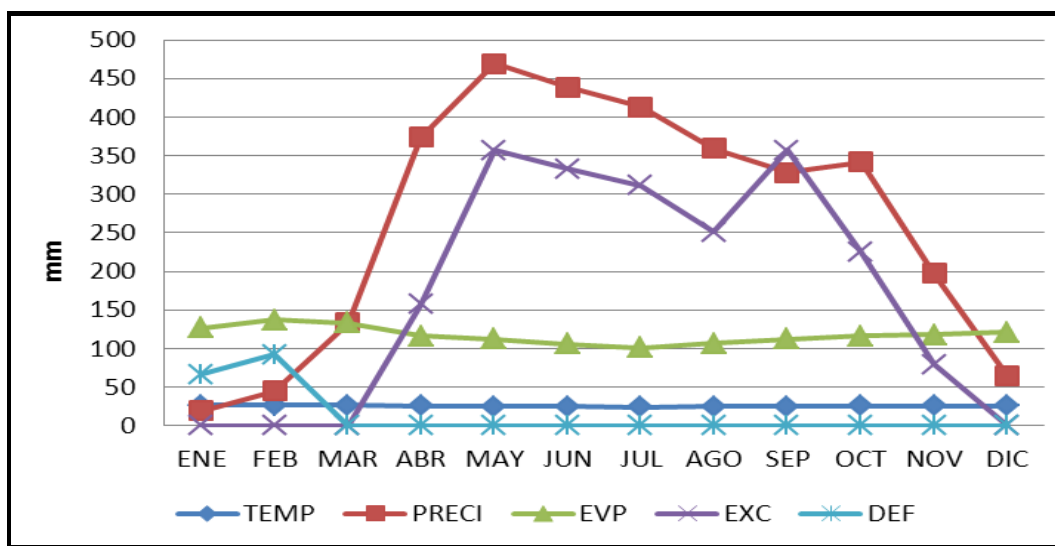
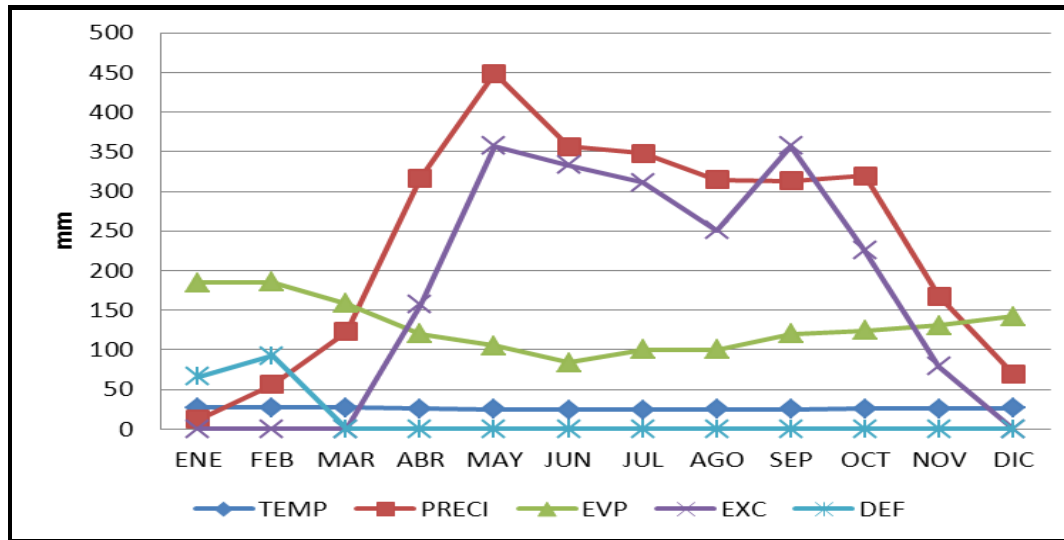
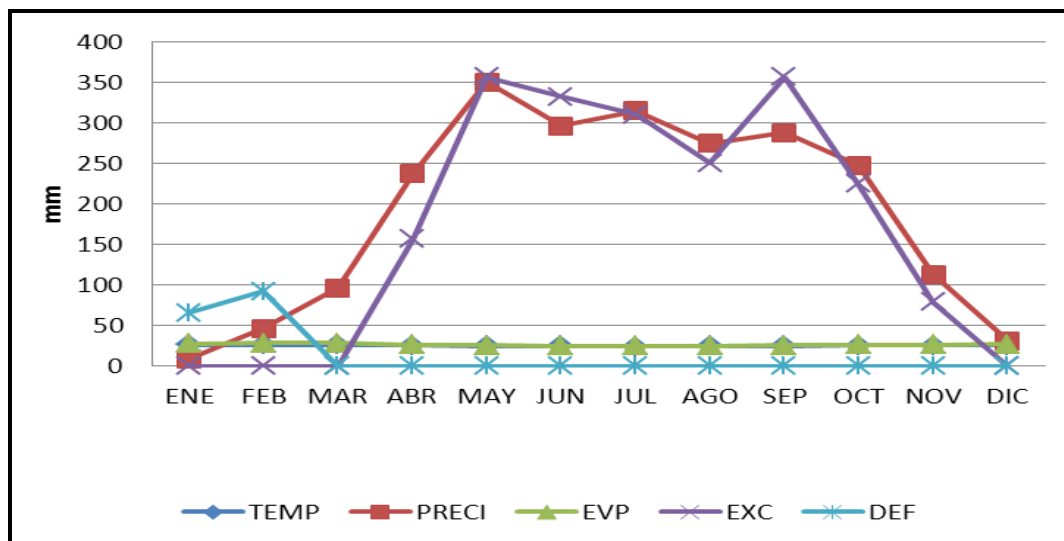


FIGURA 3.71 BALANCE HÍDRICO ESTACIÓN HUERTA LA GRANDE - SECTOR RÍO UPÍA – RÍO META**FIGURA 3.72 BALANCE HÍDRICO ESTACIÓN AEROPUERTO YOPAL - SECTOR RÍO UPÍA – RÍO META**

De acuerdo con los resultados del balance hídrico de las tres estaciones y la metodología propuesta por Thornthwaite, el clima del área se varía desde húmedo en la parte sur a súper húmedo en el piedemonte. En la **TABLA 3.51** se presenta los resultados para cada una de las estaciones.

TABLA 3.51 CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA SEGÚN THORNTHWAITTE - SECTOR RÍO UPÍA – RÍO META

ESTACIONES CLIMÁTICAS	CLIMA	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA
TAURAMENA	Superhúmedo con poco o nada de Déficit poco o nada y grandes excesos en temporada de lluvias	Arw'2A'
HUERTA LA GRANDE	Muy Húmedo con poco o nada de déficit y grandes excesos de agua en temporada de lluvias.	B4rw'2A'
AEROPUERTO YOPAL	Moderadamente húmedo, con moderada deficiencia de agua en tiempo seco en temporada de lluvias, de tipo mega térmica o cálida.	B2swA'a'

SECTOR RÍO META – CAMPO RUBIALES

Para analizar la información climatológica se tomó la información existente en el IDEAM las cuales corresponde a la estación climatológica ordinaria (CO), Hacienda Las Margaritas, localizada en el municipio de Puerto Gaitán con una elevación de 150 m.s.n.m. y la estación agrometereológica (AG), Carimagua, localizada en el mismo municipio a una elevación de 200 m.s.n.m. En ambos casos la información utilizada correspondió a registros históricos para un periodo de 15 años hasta 2004 y su información de detalle se precisa en la **TABLA 3.52**.

TABLA 3.52 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS - SECTOR RIO META –CAMPO RUBIALES

ESTACIÓN	CÓDIGO	TIPO *	LATITUD	LONGITUD	ELEVACIÓN	CORRIENTE	DEPARTAMENTO
Hacienda las Margaritas	3512501	CO	0421	7210	150	Yucao	Meta
Carimagua	3303501	AM	0435	7122	200	Muco	Meta

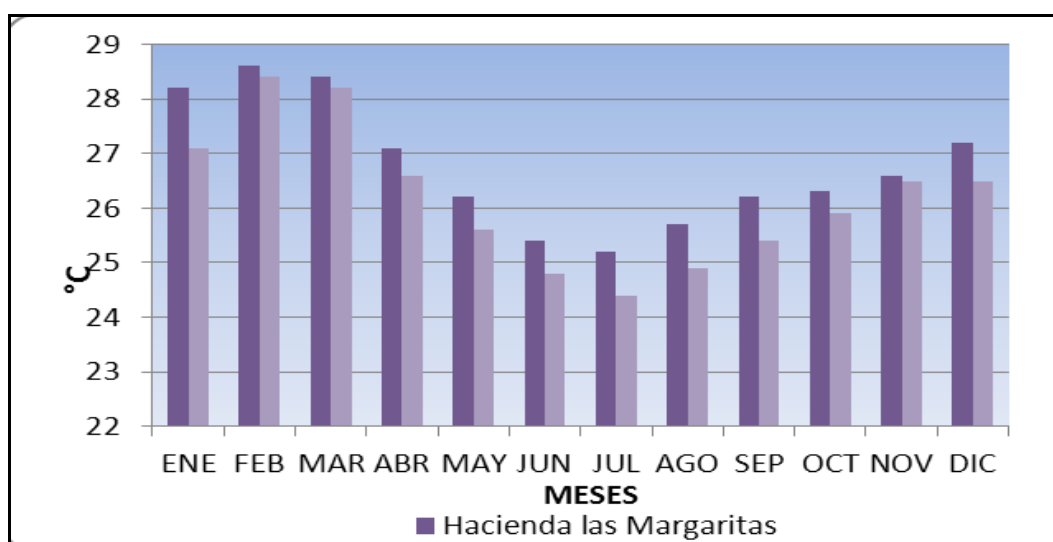
co climatológica ordinaria. y am: agrometereológica

♦ **TEMPERATURA**

De acuerdo con la variación de altura que hay en el Municipio el 100% de su superficie está en el piso climático cálido. El municipio de Puerto Gaitán presenta una altura de 149 metros sobre el nivel del mar. De acuerdo a Koeppen y Gerger (1965) el clima de la altillanura en la Orinoquia Colombiana corresponde al cálido de Sabana.

En la **FIGURA 3.73** se muestra el comportamiento de la temperatura media mensual para las estaciones analizadas, observándose que el comportamiento de esta variable es inversamente proporcional al de la precipitación; es así que en las épocas donde ocurren fuertes lluvias se presentan las más bajas temperaturas, registrándose el valor más bajo en el mes de julio para las dos estaciones Hacienda Las Margaritas y Carimagua, con un promedio de 25,4°C y 24,4°C, respectivamente y las más altas temperaturas en un periodo comprendido de enero a marzo con valores que oscilan entre los 27,1°C y 28,3°C para la estación Carimagua y entre los 28,1°C y 28,5°C para la estación Hacienda Las Margaritas

FIGURA 3.73 TEMPERATURA MENSUAL MULTIANUAL (°C) - SECTOR RÍO META – CAMPO RUBIALES

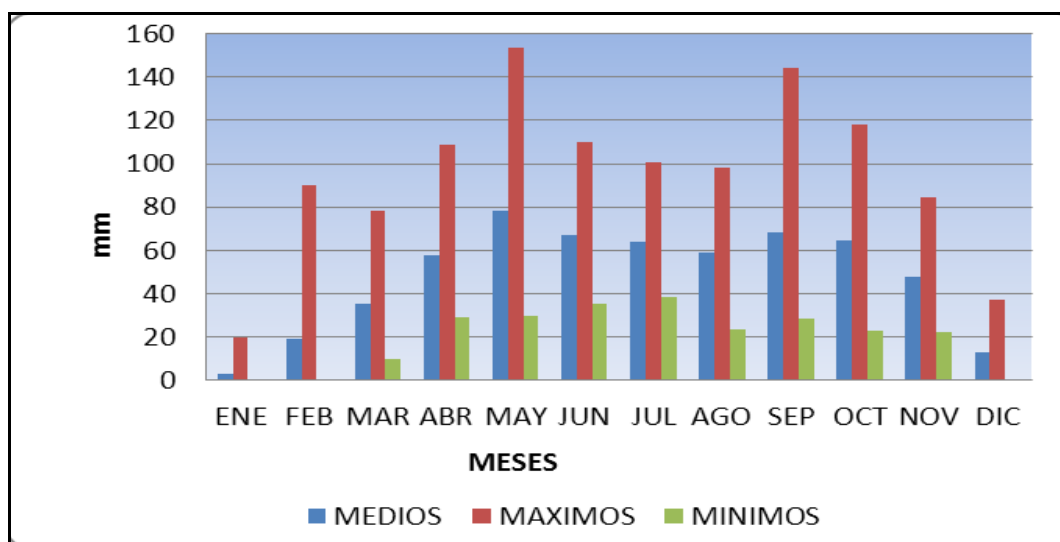


◆ PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS

La precipitación máxima en 24 horas, es útil para predecir las intensidades de precipitación que caen en una microcuenca, y con ella poder determinar cómo son los procesos de escorrentía y, en consecuencia, predecir los caudales y la erodabilidad de la lluvia que se producen en las mismas.

En la **FIGURA 3.74** se presenta el comportamiento de la precipitación máxima en 24 horas de la estación Hacienda Las Margaritas. Se evidencia que los meses con mayores precipitaciones por día son mayo y septiembre con valores máximos de 153,5 mm y 144,2 mm respectivamente. Los valores medios oscilan entre 3,2 mm y 78 mm siendo este último valor perteneciente al mes de mayo.

FIGURA 3.74 PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS ESTACIÓN HACIENDA LAS MARGARITAS - SECTOR RÍO META – CAMPO RUBIALES

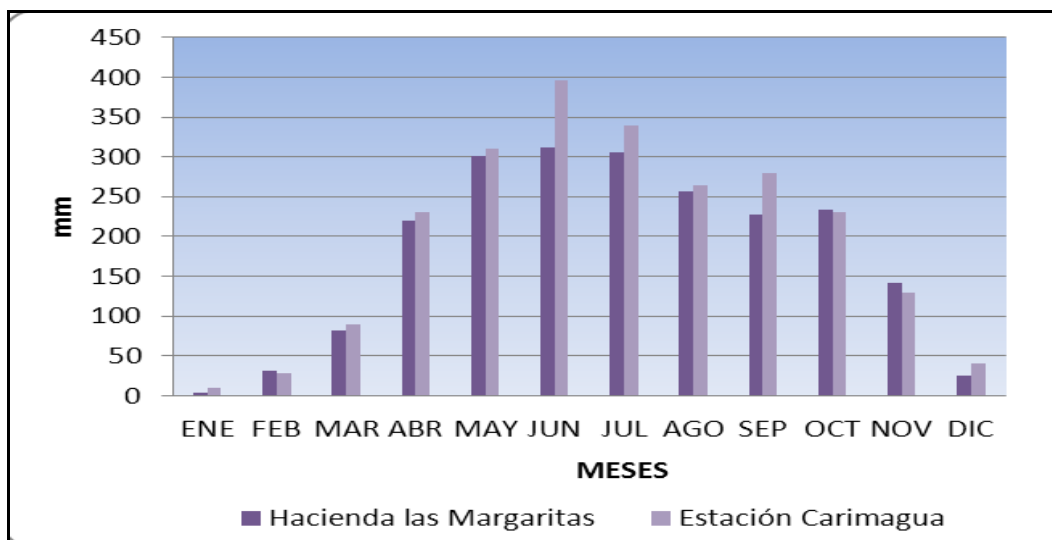
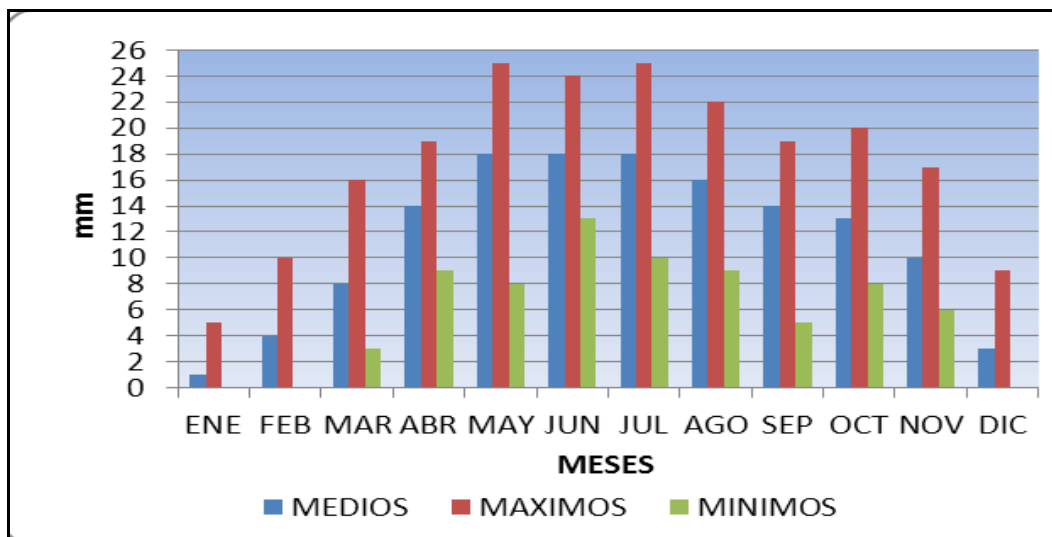


◆ PRECIPITACIÓN

Por su ubicación en la zona tropical, el territorio del municipio de Puerto Gaitán está bajo la influencia del desplazamiento de la Zona de Confluencia Intertropical o ZCIT. En la **FIGURA 3.75** se observa el comportamiento de la precipitación media mensual para las estaciones analizadas, en lo cual se puede notar que existe un comportamiento de lluvias monomodal siendo el periodo con más lluvias el comprendido entre los meses de Marzo a Noviembre presentándose los valores más altos en el mes de Junio con 312.3 mm para la Estación Hacienda Las Margaritas y de 396 mm para la Estación Carimagua. Los valores mínimos de lluvias en las dos estaciones se registran en los meses de enero cuyo valor oscila entre los 4.2 mm y 12 mm., debido a que los vientos alisios del noreste son los dominantes en esta época del año y desplazan hacia el sur la ZCIT.

◆ NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA

En la **FIGURA 3.76**, se muestra el comportamiento del número de días con lluvia para la estación Hacienda Las Margaritas. Se evidencia que los meses con mayor número de días con lluvia son mayo y julio con un valor máximo de 25 días para ambos casos. Los valores medios oscilan entre 1 y 18 días siendo este último valor perteneciente a los meses de mayo, junio y julio. En promedio se presentan 137 días al año con lluvia, los cuales equivalen al 37,53 % anual.

FIGURA 3.75 PRECIPITACIÓN TOTAL MEDIA MENSUAL MULTIANUAL (MM) - SECTOR RÍO META – CAMPO RUBIALES**FIGURA 3.76 NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA ESTACIÓN HACIENDA LAS MARGARITAS - SECTOR RÍO META – CAMPO RUBIALES**

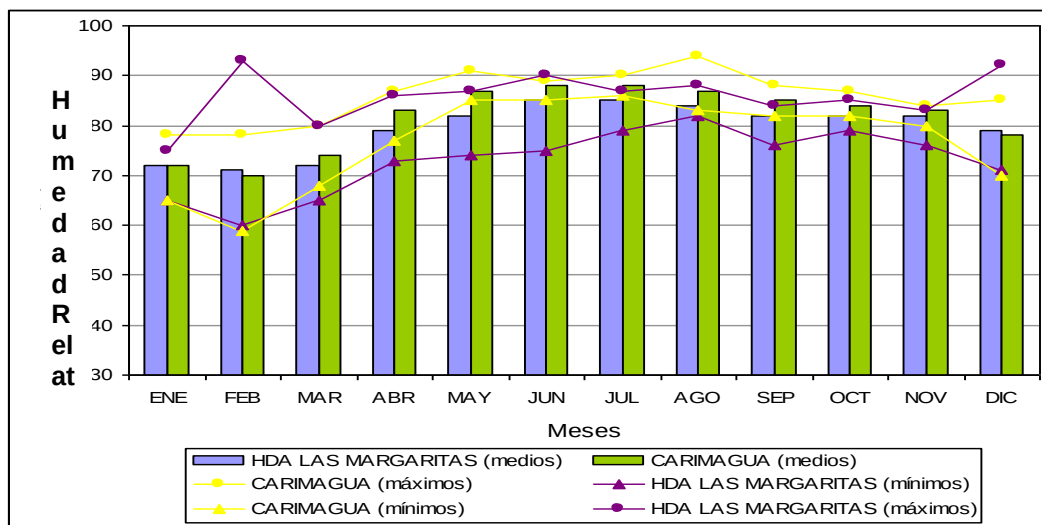
♦ HUMEDAD RELATIVA

La humedad es la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Es inversamente proporcional a la temperatura y está asociada a la distribución temporal de la precipitación, así el período entre enero a abril debido a la disminución de las lluvias y a la influencia de los vientos alisios y la posición extrema en el sur del país de la ZCIT (Zona de Convergencia Intertropical), la humedad relativa comienza a disminuir hasta alcanzar su mínimo valor en marzo. Lo cual coincide con los valores máximos de temperatura. En el mes de abril la humedad relativa del aire nuevamente comienza a aumentar; hasta alcanzar su máximo en los meses de abril a octubre, debido al desplazamiento de la ZCIT hasta la zona de estudio, en una escala regional¹⁵.

¹⁵Atlas Climático IDEAM 2001

El máximo valor de la humedad relativa mensual para las estaciones analizadas, se presenta en el mes de junio con valores de 85% y 88%, para las estaciones Hacienda Las Margaritas y Carimagua, respectivamente. En ambas estaciones; se observa una tendencia de valores más altos hacia los meses más lluviosos, en donde se mantiene una humedad por encima del 80%. Los valores mínimos se registran en el mes de febrero con un 65% en la estación Carimagua y con un 69% en la estación Hacienda Las Margaritas (FIGURA 3.77).

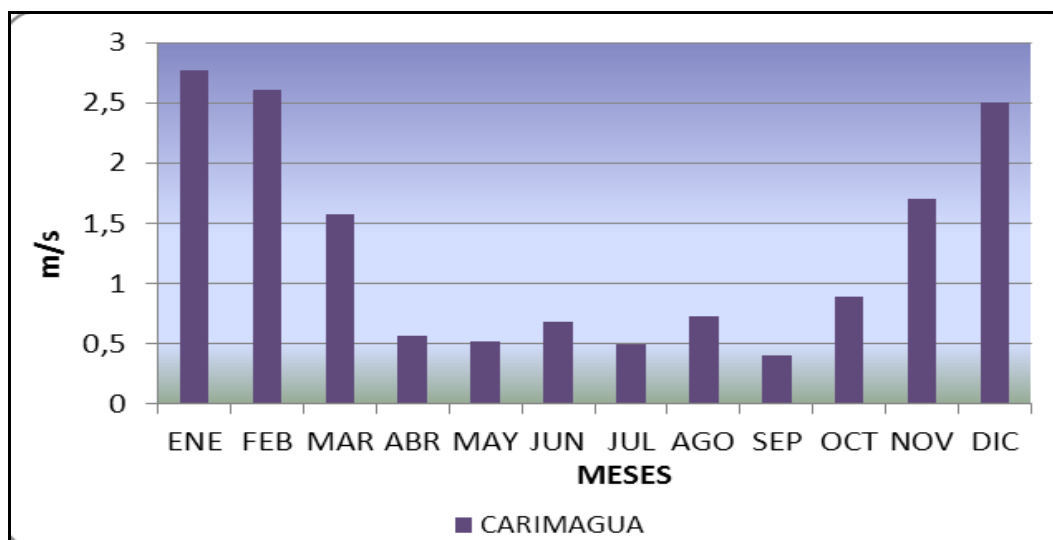
FIGURA 3.77 HUMEDAD RELATIVA (%) - SECTOR RÍO META – CAMPO RUBIALES



♦ VIENTOS

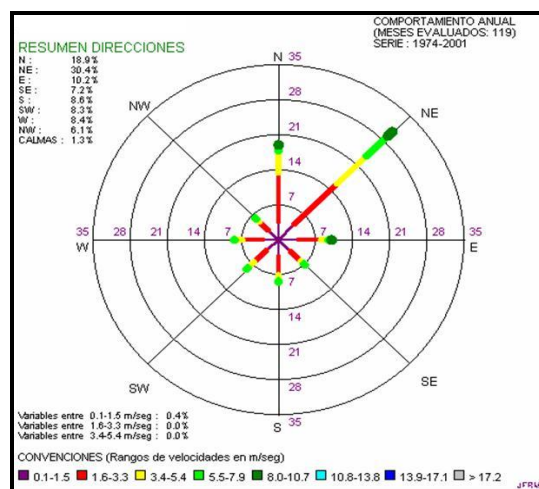
A partir de la información mensual de la estación Carimagua, se determinó la velocidad del viento a lo largo del año, lo que indica la presencia de máximas velocidades entre los meses de noviembre a marzo, correspondiente al periodo de estiaje, y en consecuencia las menores velocidades se dan en el periodo de lluvias entre los meses de abril a septiembre (FIGURA 3.78).

FIGURA 3.78 VELOCIDAD DEL VIENTO (M/S) ESTACIÓN CARIMAGUA - SECTOR RÍO META – CAMPO RUBIALES



Como se observa en la rosa de vientos (**FIGURA 3.79**), en la región dominan los vientos que vienen en dirección NE, en un 30,4%, los cuales son más fuertes y constantes durante el período entre diciembre y febrero. Le siguen los vientos con dirección norte, con el 18,9% y este, con el 10,2%; las velocidades predominantes fueron entre 1,6 y 3,3 m/seg principalmente del norte y noreste, mientras que las ráfagas de viento más fuertes, predominaron del suroeste y el noroeste alcanzando valores mayores a 17,2 m/seg; los días de calma equivalen a 1,3%.

FIGURA 3.79 ROSA DE LOS VIENTOS ESTACIÓN CARIMAGUA - SECTOR RIO META – CAMPO RUBIALES



♦ RADIACIÓN SOLAR

Debido a la posición de Colombia cercana al ecuador geográfico, los días presentan un equinoccio relativamente permanente, es decir, la duración de los días son casi iguales a las noches y con iluminación uniforme durante todo el año. Mediante el brillo solar se establece el número de horas que el sol alumbra durante el día o en otras palabras se establece el número de horas en que hubo brillo solar.¹⁶

En la **FIGURA 3.80** se observa que el valor máximo de brillo solar mensual en las estaciones analizadas, se presenta en el mes de diciembre, con valores de 219 y 251 horas para las estaciones Hacienda Las Margaritas y Carimagua, respectivamente. Este mes presenta lluvias mínimas; mientras que los valores más bajos de brillo solar se presentan en el mes de junio con 114 horas para la estación Carimagua y 101 horas para la estación Hacienda Las Margaritas para el mes de septiembre.

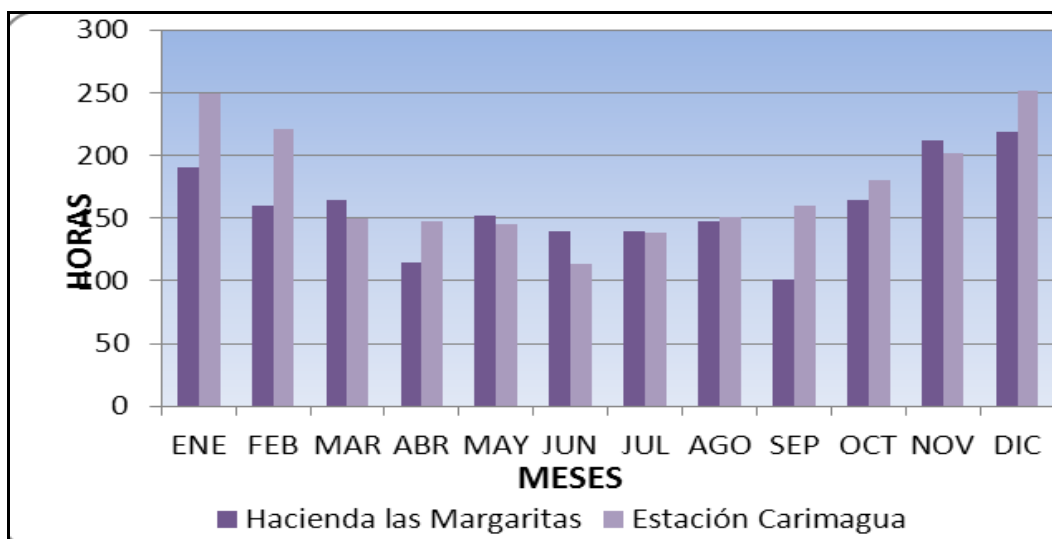
♦ NUBOSIDAD

El régimen monomodal del área se encuentra en asocio con la nubosidad y el número de días con lluvia. La nubosidad en la bóveda celeste se dimensiona con base en la cantidad de nubes que allí aparecen, respecto a la división imaginaria que realiza el observador de la estación meteorológica en ocho (8) partes y establece el área cubierta por nubes. Para este caso se han establecido ocho niveles o categorías, donde la nubosidad media se expresa en octas u octavos, es decir ¹⁷:

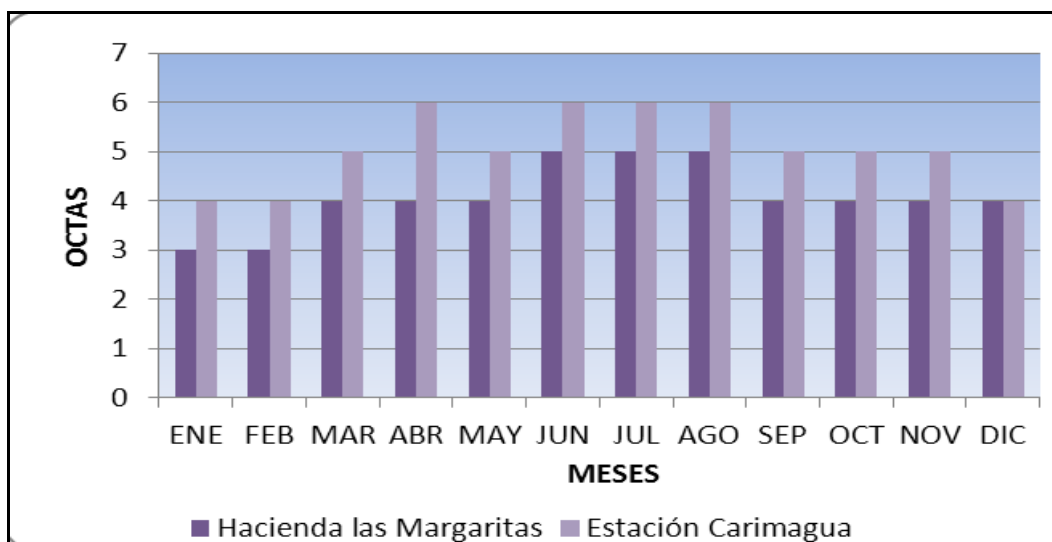
- 1/8-2/8 - Para un firmamento despejado.
- 3/8-4/8 - Parcialmente / nuboso.
- 5/8-6/8 - Nuboso.
- 6/8-8/8 - Cubierto.

¹⁶ Atlas Climático IDEAM 2001

¹⁷ Atlas Climático IDEAM 2001

FIGURA 3.80 RADIACIÓN SOLAR (HORAS) - SECTOR RIO META – CAMPO RUBIALES

Con referencia a este parámetro, se observa en la **FIGURA 3.81** que se presentan valores máximos en los meses de abril, junio, julio y agosto (6 octas); y mínimos en los meses de diciembre, enero y febrero (4 octas) para la estación Carimagua. En cuanto a la estación Hacienda Las Margaritas los valores máximos se presentan en los meses de junio, julio y agosto (5 octas) y los mínimos en los meses de enero y febrero (3 octas).

FIGURA 3.81 NUBOSIDAD (OCTAS) - SECTOR RIO META – CAMPO RUBIALES

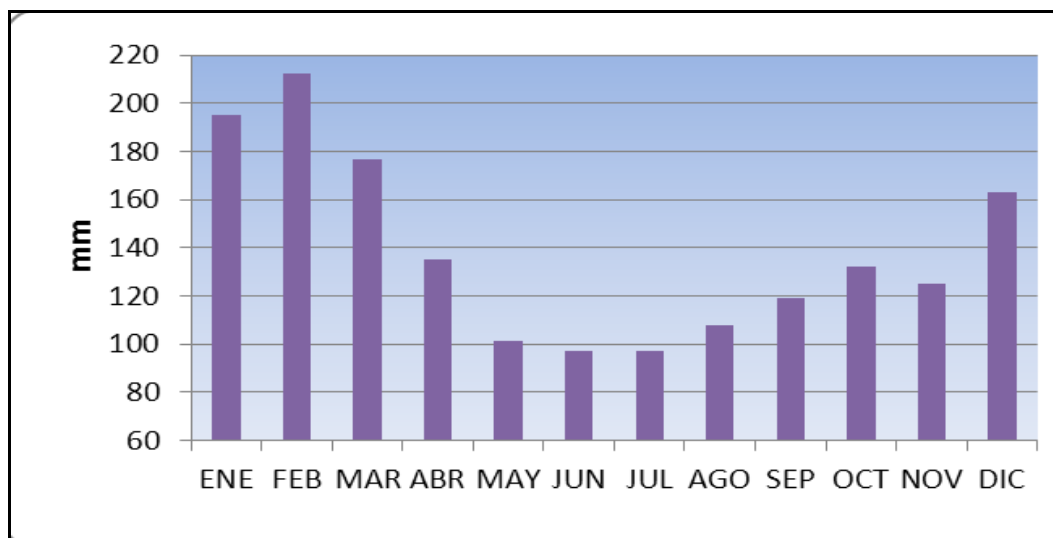
♦ EVAPORACIÓN

La evaporación es la medida de la cantidad de agua que pasa de estado líquido a gaseoso y pasa a la atmósfera como vapor de agua, representando un indicador natural del balance hídrico. Permite estimar las deficiencias o excesos de humedad en el suelo cuando está a capacidad de campo¹⁸.

¹⁸Atlas Climático IDEAM 2001

Los datos de evaporación se tomaron de la estación Carimagua (**FIGURA 3.82**). A partir de ellos se observa que los mayores valores se registran entre los meses de diciembre a marzo, siendo mayor en febrero (212,3 mms), en la época de altas temperaturas y bajas precipitaciones. Asimismo, los menores valores se registran entre mayo y noviembre, con menor cantidad de evaporación en junio y julio (97 mm).

FIGURA 3.82 EVAPORACIÓN TOTAL MENSUAL ESTACIÓN CARIMAGUA (MM) - SECTOR RÍO META – CAMPO RUBIALES



◆ **BALANCE HÍDRICO Y CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA**

Para realizar el balance hídrico se emplea el método de Thornthwaite que se fundamenta en la evapotranspiración potencial, que mide la eficiencia térmica del medio analizado y el índice hídrico que mide la eficiencia pluvial de dicho medio, definiendo parámetros tales como, excesos (EXC) y déficit (DEF).

Se elaboró el balance hídrico con la información de dos estaciones que disponían de la información mínima de precipitación y temperatura que corresponden a las estaciones de Hacienda Las Margaritas y Carimagua. A continuación se presentan los resultados obtenidos del balance hídrico (**TABLAS 3.53**).

TABLA 3.53 BALANCE HÍDRICO Y CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA - SECTOR RÍO UPÍA – RÍO META

ESTACIÓN HACIENDA LAS MARGARITAS												
VARIABLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
T	28,1	28,5	28,3	27,0	26,2	25,4	25,2	25,7	26,2	26,4	26,6	27,0
P	4,2	34,8	80,9	216,7	307,0	321,2	308,1	257,5	233,2	233,7	145,2	24,0
ETP	170,5	162,4	175,1	145,1	134,5	116,2	114,9	123,8	128,2	134,5	134,4	145,1
ESTACIÓN CARIMAGUA												
VARIABLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
T	27,1	28,3	28,1	26,5	25,6	24,7	24,4	24,8	25,4	25,9	26,5	26,4
P	12,0	32,0	93,0	231,0	314,0	396,0	333,0	263,0	282,0	230,0	129,0	40,0
ETP	147,8	157,5	170,0	136,3	125,1	106,9	105,2	110,5	115,9	126,8	132,3	134,5

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2009.

En las **FIGURAS 3.83 y 3.84**, se muestra el comportamiento del balance hídrico en las estaciones Hacienda Las Margaritas y Carimagua respectivamente, donde se observa que la evapotranspiración anual es mayor en la estación Hacienda Las Margaritas con un valor de 1684,6 mm, mientras que en la estación Carimagua 1578,7 mm. Esto puede deberse a una relación más eficiente entre el sistema suelo – vegetación.

FIGURA 3.83 BALANCE HÍDRICO ESTACIÓN HACIENDA LAS MARGARITAS - SECTOR RÍO META – CAMPO RUBIALES

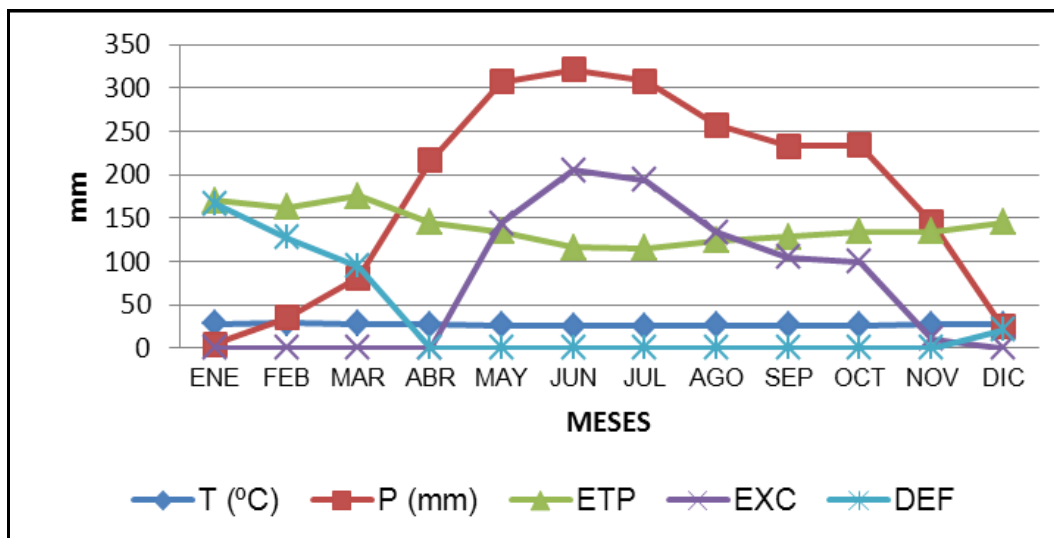
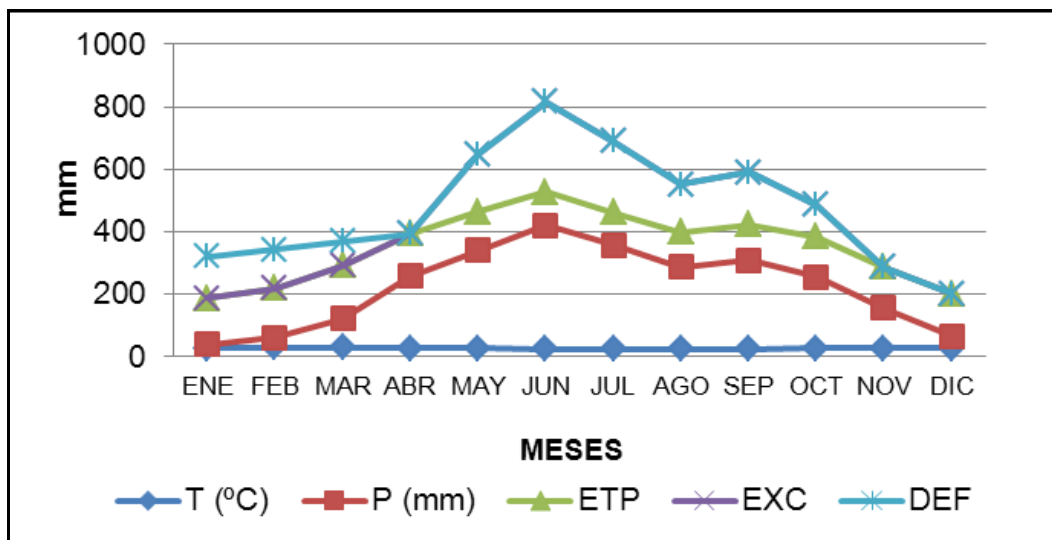


FIGURA 3.84 BALANCE HÍDRICO ESTACIÓN CARIMAGUA - SECTOR RÍO META – CAMPO RUBIALES



Con respecto al déficit de agua, se observa que en la estación Hacienda Las Margaritas este periodo se presenta entre los meses de diciembre a marzo, encontrándose los valores máximos en enero y febrero. En la estación Carimagua este periodo se presenta entre los meses de enero a marzo y los máximos igualmente en enero y febrero. En cuanto a los excesos de agua, para la estación Hacienda Las Margaritas se presentan en los meses de mayo a noviembre registrándose los datos más altos en el mes de junio (205 mm); con respecto a la estación Carimagua los excesos se presentan durante los meses de mayo a octubre registrándose los datos más altos durante el mes de junio (289,13 mm).

Los datos obtenidos al aplicar la metodología de Thornthwaite, para determinar la clasificación climática del área de influencia directa se presentan en la **TABLA 3.54**, de acuerdo a los que se puede definir que la estación Hacienda Las Margaritas se encuentra en una zona que corresponde a un clima ligeramente húmedo, con moderada deficiencia de agua en época seca y de lluvias, de tipo megatérmica ó cálida; con una eficiencia térmica menor al 48%; en la estación Carimagua la zona corresponde a un clima moderadamente húmedo, con moderada deficiencia de agua en época seca y de lluvias, de tipo megatérmica ó cálida, con una eficiencia térmica menor al 48%.

TABLA 3.54 CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA SEGÚN THORNTHWAITE - SECTOR RÍO META – CAMPO RUBIALES

ESTACIONES CLIMÁTICAS	CLIMA	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA
HDA. LAS MARGARITAS	Ligeramente húmedo, con índice de aridez moderado en verano, con índice de humedad moderado en invierno, megatérmica o cálida	B1swA'a'
CARIMAGUA	Moderadamente húmedo, con índice de aridez moderado en verano, con índice de humedad moderado en invierno, megatérmica o cálida	B2swA'a'

3.2.8.2 CALIDAD DEL AIRE

♦ NORMATIVIDAD RELACIONADA

A continuación, se presentan los niveles máximos permisibles de concentración de contaminación para sustancias criterio, según la Resolución 610 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (**TABLA 3.55**).

TABLA 3.55 RESUMEN MARCO LEGAL CONCERNIENTE A LA CALIDAD DEL AIRE PARA COLOMBIA

TÍTULO DE LA NORMA	DESCRIPCIÓN
Decreto 02 de 1982	Por el cual se reglamentan parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas.
Decreto No. 2206 del 2 de agosto de 1983	Por el cual se sustituye el Capítulo XVI de la vigilancia, el control y las sanciones, del [Decreto No. 02 de 1982] sobre emisiones atmosféricas.
Decreto 775 del 16 de abril de 1990	Por el cual se reglamentan parcialmente los Títulos III, V, VI, VII y XI de la Ley 09 de 1979, sobre uso y manejo de plaguicidas.
Ley 99 de 1993	Crea el Ministerio del Medio Ambiente, reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, organiza el Sistema de Información Nacional Ambiental SINA y otras disposiciones.
Decreto 948 de 1995	Define las acciones y los mecanismos de que disponen las Autoridades ambientales para mejorar y preservar la calidad del aire, evitar y reducir el deterioro del medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana, ocasionados por la emisión de contaminantes químicos y físicos al aire.
Resolución 898 de 1995	Por la cual se regulan los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y caldera de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores.
Decreto 2107 del 30 de noviembre de 1995.	Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.
Resolución 1619 del 21 de diciembre de 1995	Por la cual se desarrollan parcialmente los artículos 97 y 98 del Decreto 948 de 1995 (modificados por el Decreto 2107 del 30 de noviembre de 1995).
Decreto 2107 de 1995	Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995, entre otras disposiciones, cabe resaltar para fuentes móviles la siguiente: Artículo 38. Emisiones de Vehículos Diesel. Se prohíben las emisiones visibles de contaminantes en vehículos activados por Diesel (ACPM) que presenten una opacidad superior a la establecida en las normas de emisión. La opacidad se verificará mediante mediciones técnicas que permitan su comparación con los estándares vigentes. También hace referencia a la prohibición de este tipo de vehículos con los tubos de escape en posición horizontal, esto último fue derogado por el decreto 1552 de 2000.

TÍTULO DE LA NORMA	DESCRIPCIÓN
Decreto 2107 de 1995	Artículo 92. Evaluación de emisiones de vehículos automotores. El Ministerio del Medio Ambiente establecerá los requisitos técnicos y condiciones que deberán cumplir los centros de diagnóstico oficiales o particulares para efectuar la verificación de emisiones de fuentes móviles. Dichos centros deberán contar con la dotación completa de los aparatos exigidos de medición y diagnóstico ambiental, en correcto estado de funcionamiento, y con personal capacitado para su operación, en la fecha, que mediante resolución, establezca el Ministerio del Medio Ambiente.
Decreto 1552 de 2000	Por el cual se modifica el artículo 38 del Decreto 948 de 1995, modificado por el artículo 30 del Decreto 2107 de 1995. Se exceptúan en este decreto para el cumplimiento de algunos incisos del artículo 30 del Decreto 2107 de 1995, todos los vehículos diesel año modelo 2001 en adelante.
Decreto 1228 del 6 de mayo de 1997	Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.
Decreto 1228 del 6 de mayo de 1997	Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995, que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.
Resolución 528 del 16 de junio de 1997	Por medio de la cual se prohíbe la producción de refrigeradores, congeladores y combinación de refrigerador - congelador, de uso doméstico, que contengan o requieran para su producción u operación Clorofluorocarbonos (CFCs), y se fijan requisitos para la importación de los mismos.
Resolución 619 de 1997	Sobre factores que requieren permiso de emisión atmosférica para fuentes fijas.
Decreto 1228 de 1997	Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995, entre otras disposiciones, cabe resaltar para fuentes móviles la siguiente: Artículo 91. Certificación del cumplimiento de normas de emisión para vehículos automotores. Para la importación de vehículos automotores CBU (Completed Built Up) y de material CKD (Completed Knock Down) para el ensamble de vehículos el Instituto Colombiano de Comercio Exterior -Incomex-, exigirá a los importadores la presentación del formulario de registro de importación, acompañado del Certificado de Emisiones por Prueba Dinámica el cual deberá contar con el visto bueno del Ministerio del Medio Ambiente. Para obtener el visto bueno respectivo, los importadores allegarán al Ministerio del Medio Ambiente dicho certificado, que deberá acreditar entre otros aspectos, que los vehículos automotores que se importen o ensamben, cumplen con las normas de emisión por peso vehicular establecidas por este Ministerio. Los requisitos y condiciones del mismo, serán determinados por el Ministerio del Medio Ambiente (ahora MAVDT)".
Resolución 623 de 1998	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 898 de 1995 que regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna. No presenta modificaciones en lo referente a fuentes móviles.
Resolución 1208 del 05 de Septiembre de 2003	Normas técnicas y estándares ambientales para la prevención y control de la contaminación atmosférica y protección de la calidad del aire en el perímetro urbano de la ciudad de Bogotá D.C. Esta norma derogó la Resolución 391 del 6 de marzo de 2001.
Decreto número 979 del 03 abril 2006	Por el cual se modifican los artículos 7, 10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995. El decreto reglamente la declaración de los niveles de prevención, alerta y emergencia y las áreas fuente de contaminación.
Resolución número 909 del 05 de junio de 2008	Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.
Resolución 610 de 2010	Por la cual se modifica la resolución 601 del 4 de abril de 2006 en la que se estableció la norma de calidad del aire o Nivel de inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.

Fuente: Grupo G.I 2010

Los resultados obtenidos del estudio realizado por MAHT se compararon con la normatividad establecida en la Resolución 610 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (ver TABLA 3.56, TABLA 3.57 Y TABLA 3.58).

TABLA 3.56 NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES CRITERIO

CONTAMINANTE	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	TIEMPO DE EXPOSICIÓN
PST	µg/m ³	100	Anual
		300	24 horas
PM10*	µg/m ³	50	Anual
		100	24 horas
SO ₂	ppm (µg/m ³)	0,031 (80)	Anual
		0,096 (250)	24 horas
		0,287 (750)	3 horas

CONTAMINANTE	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	TIEMPO DE EXPOSICIÓN
NO ₂	ppm (µg/m ³)	0,053 (100)	Anual
		0,08 (150)	24 horas
		0,106 (200)	1 hora
O ₃	ppm (µg/m ³)	0,041 (80)	8 horas
		0,061 (120)	1 hora
CO	ppm (mg/m ³)	8,8 (10)	8 horas
		35 (40)	1 hora

Nota: mg/m³ o µg/m³: a las condiciones de 298,15°K y 101,325 KPa. (25 °C y 760 mm Hg).
** Hasta el 31 de diciembre de 2010 el nivel máximo permisible anual de PM10 será de 60 µg/m³ y el nivel máximo permisible para 24 horas de PM10 será de 150 µg/m³.*

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.57 NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA UN CONTAMINANTE NO CONVENCIONAL CON EFECTO CARCINOGÉNICO

CONTAMINANTE	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	TIEMPO DE EXPOSICIÓN
Benceno	µg /m ³	5	Anual
Plomo y sus compuestos	µg /m ³	0.5	Anual
	µg /m ³	1.5	24 horas
Cadmio	µg /m ³	5 x 10 ⁻³	Anual
Mercurio inorgánico (vapores)	µg /m ³	1	Anual
Tolueno	µg /m ³	260	1 semana
	µg /m ³	1000	30 minutos
Vanadio	µg /m ³	1	24 horas

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.58 CONCENTRACIÓN Y TIEMPO DE EXPOSICIÓN DE LOS CONTAMINANTES PARA LOS NIVELES DE PREVENCIÓN, ALERTA Y EMERGENCIA

CONTAMINANTE	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	UNIDADES	PREVENCIÓN	ALERTA	EMERGENCIA
PST	24 horas	µg/m ₃	375	625	875
PM10	24 horas	µg/m ₃	300	400	500
SO ₂	24 horas	ppm (µg/m ₃)	0,191 (500)	0,382 (1000)	0,612 (1600)
NO ₂	1 hora	ppm (µg/m ³)	0,212 (400)	0,425 (800)	1,064 (2,000)
O ₃	1 hora	ppm (µg/m ³)	0,178 (350)	0,356 (700)	0,509 (1000)
CO	8 horas	ppm (mg/m ³)	14,9 (17)	29,7 (34)	40,2 (46)

Nota: mg/m³ o µg/m³: a las condiciones de 298.15°K y 101.325 KPa. (25°C y 760 mm Hg)

Fuente: Grupo G.I 2010

SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR - RÍO UPÍA

De acuerdo con un amplio reconocimiento técnico del sector, se encontró que no existe ninguna fuente fija de emisión atmosférica de carácter industrial, que pueda alterar la calidad del aire y por lo tanto la salud de las comunidades establecidas en la zona; sin embargo es importante mencionar que de manera poco significativa, la comunidad realiza algunas actividades domésticas que generan emisiones atmosféricas tales como cocción a base de leña, quema de basuras y quema de pasto seco (pajonales) para generar el retoño de brotes frescos para la ganadería de la zona, advirtiendo que esta práctica es esporádica y se restringe a determinados periodos en el año. Además se contempla las emisiones de material particulado generado del mal estado de las vías.

Adicionalmente se considera que existe un aporte representativo no medido por fuentes móviles relacionado con la emisión gases asociados a la combustión interna de motores a gasolina y diesel por efecto de la movilización de vehículos que transitan entre Boyacá y Casanare.

SECTOR RÍO UPÍA - RÍO META

Para determinar la calidad de aire del sector donde se realizarán actividades de construcción e instalación para línea de transmisión, inicialmente se efectuó la revisión y análisis de los muestreos realizados con anterioridad en la zona, seleccionando la información existente en los Planes de Manejo Ambiental para la Estación El Porvenir de ECOPETROL y Adición del Estudio de Impacto Ambiental Estación Trompillos (K174), Para la Modificación de La Licencia 1712 del 29 de agosto de 2006 y Estudio de Impacto Ambiental para el área de perforación exploratoria llanos 25, por ser un sitio común con los muestreos realizados en el presente estudio.

De igual forma se efectuaron monitoréos en la Estación de Bombeo Monterrey, finca El Diviso y estación de Rebombeo Trompillos en el Municipio de Monterrey Casanare, enfatizando la descripción de calidad de aire de estas dos últimas por encontrarse ubicadas dentro del sector de estudio, con el fin de efectuar un análisis temporal de las variaciones presentadas en compuestos tales como material particulado, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono.

♦ FUENTES DE EMISIÓN DEL SECTOR

Actualmente en la zona existen fuentes móviles y fijas de emisión que están directamente relacionadas con las actividades que allí se presentan, como la operación pozo Balai 1 y pozo Canaguay de PETROBRAS en Monterrey, pozo en etapa de exploración Cubarro 1 y pozo en etapa de exploración el Gilguero de CEPOLSA en Tauramena en los cuales se utilizan equipos para las pruebas de producción, tanto cortas como extensas tales como en tanques portátiles o frac tanks, volquetas y carro tanques que llevan agua que generan emisiones no solo por el movimiento de tierras, estas actividades causan modificación en la calidad del aire, en la medida en que aportan material particulado y se generan emisiones por los procesos de combustión del tráfico continuo por la vía que conduce a los municipios. Gases que se envían a quemado cuando se generen baches de crudo desde el separador hacia el quemadero de gas, por lo tanto estos baches también son quemados.

En la zona existen fuentes móviles de emisión que están directamente relacionadas con las actividades que allí se presentan como actividades derivadas de la fumigación a las extensas hectáreas en cultivos de arroz con el uso avionetas y la combustión de su tránsito aéreo sobre la zona que aportan material participado (**FOTOGRAFÍA 3.82**).



FOTOGRAFÍA 3.82
ÁREA DONDE ACTUALMENTE SE REALIZAN ACTIVIDADES
PETROLERAS POZO CANAGUAY PETROBRAS CASANARE

♦ SITIOS DE MUESTREO

La ubicación de las Estaciones de monitoreo se definió tratando de cubrir la mayor parte del área analizada y en los sitios que puedan estar presentándose emisiones, tales como los sitios poblados y área donde se realizan actividades industriales **TABLA 3.59** La información que se tomó como referencia proviene de estudios realizados para Geoingeniería de las siguientes empresas Antek S.A. (Octubre, 2009); Laboratorio Asafranco & Cia. Ltda., (marzo, 2009) y Monitoreos Ambientales High Technology Ltda, (12 de diciembre al 22 de diciembre de 2009) en la Estación Km 174 Tauramena – Meta. **FOTOGRAFIA 3.83 Y FOTOGRAFIA 3.84.**

TABLA 3.59 ESTACIONES DE MONITOREO PARA SECTOR RÍO UPÍA A RÍO META

ESTACIONES	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS		MUNICIPIO	VEREDA
		DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN 3 ESTE			
		NORTE	ESTE		
1	Estación Finca El Diviso	1.027,036	791.263	MONTERREY	VILLA CAROLA
2	Estación de Bombeo Monterrey*	1.033,765	796.343	MONTERREY	PORVENIR
3	Estación de Rebombeo Trompillos	1.003,678	836449	MONTERREY	VIGIA TROMPILLOS

Fuente: Antek S.A Octubre, 2009; Laboratorio Asa Franco Ltda., marzo, 2009.

*Casa señor Gustavo Vaca, 2009.

Monitoreos ambientales Hightechnology Ltda. 2009.



FOTOGRAFÍA 3.83
ZONAS LÍNEA DE VUELO PARA FUMIGACIÓN
Fuente: Grupo G.I 2010

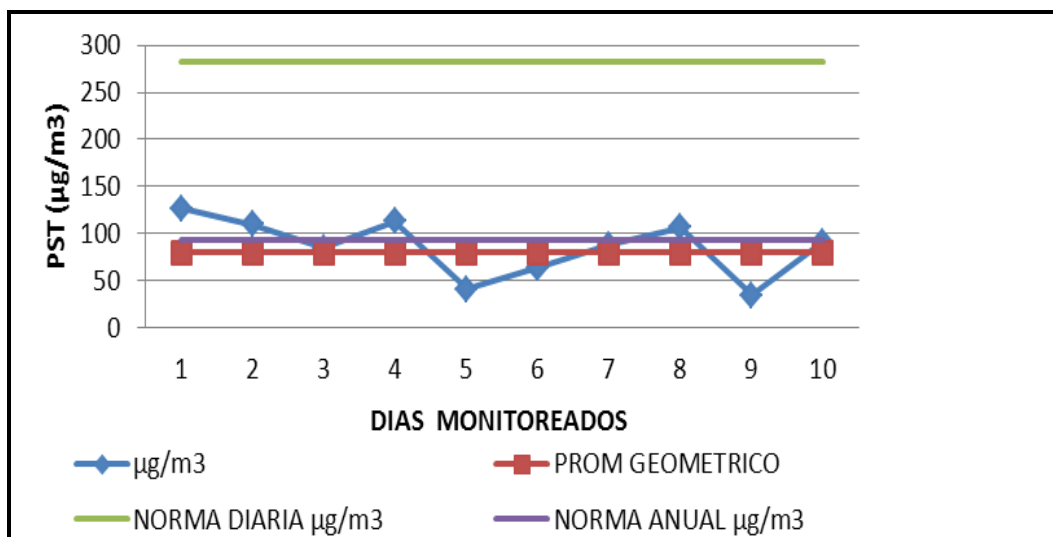


FOTOGRAFÍA 3.84
ZONA PISTA DE ATERRIZAJE
Fuente: Grupo G.I 2010

♦ **PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN (PST)****ESTACIÓN 1 – VEREDA VILLA CAROLA – FINCA EL DIVISO**

Los resultados obtenidos en las mediciones de partículas en suspensión totales durante los diez días de monitoreo de calidad del aire en la Estación 1, donde el promedio geométrico para los diez días de muestreo fue de $0.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valor que representa el 15,83 % de la norma local anual. De igual forma se presentó un máximo entre el 25 al 26 de septiembre con una concentración de $126.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, representando el 8,99 % de la norma local diaria establecida en $11,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ cumpliendo con la norma para PST.

En la **FIGURA 3.85** ilustran el comportamiento de las partículas suspendidas totales durante el monitoreo en la estación 1, donde fue posible determinar que las mediciones de material particulado presentan valores variables sin embargo estas concentraciones cumplen con la norma diaria para esta estación de muestreo.

FIGURA 3.85 VALORES DIARIOS PST ESTACIÓN FINCA EL DIVISO

Fuente: ANTEK S. A octubre 2009

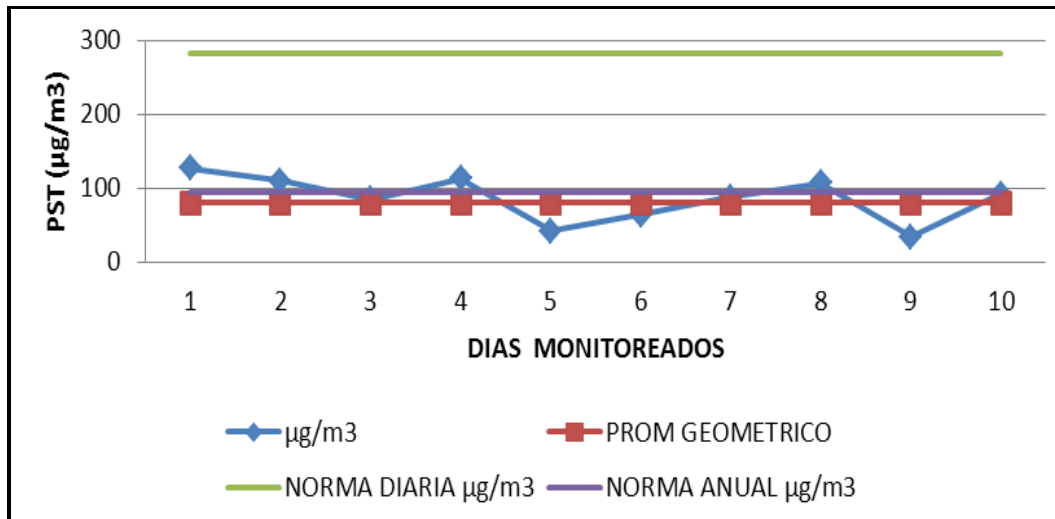
♦ **ESTACIÓN 2 – VEREDA PORVENIR – ESTACIÓN DE BOMBEO MONTERREY**

Las concentraciones promedio oscilaron entre $34,33$ y $126,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Estación que presentó mayor nivel de concentración de partículas suspendidas totales tanto en promedio geométrico como en valor máximo. El promedio geométrico obtenido fue $79,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el cual está un 23% por debajo de la norma anual de $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**FIGURA 3.86**). La explicación puede ser por la influencia de los vientos del pie de monte llanero con relación a la estación de la vereda El Porvenir y la vía de alto tráfico de la zona.

♦ **ESTACIÓN 3 – VEREDA VIGIA TROMPILLOS – ESTACIÓN DE REBOMBEO DE TROMPILLOS**

Los valores promedio obtenidos en la estación de Rebombeo Trompillos de calidad del aire se consideran bajos con respecto a los valores de referencia establecidos por la Resolución 601 de 2006 del MAVDT correspondientes a $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para tiempos de exposición de 24 horas.

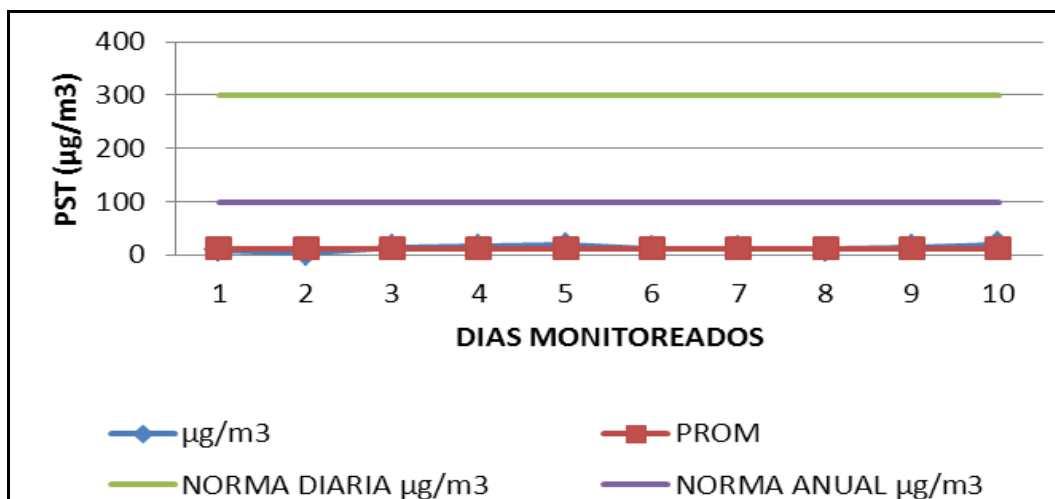
La presencia de material particulado en la zona se atribuye principalmente al levantamiento de polvo generado por el tránsito de vehículos en las cercanías, hecho observable significativamente en el área de influencia; así como la emisión de este material por parte de los motores de combustión de los mismos.

FIGURA 3.86 VALORES DIARIOS PST - ESTACIÓN BOMBEO MONTERREY

Fuente: laboratorio asafrancoltda., marzo, 2009

Por último el arrastre de polvo o material proveniente del suelo y árboles por el viento predominante del área es también un factor asociable. Los resultados de flujos de muestreo y valores de concentración de PST obtenidos durante el monitoreo se presentan en la **FIGURA 3.87**.

La media geométrica de PST obtenida en la Estación 3, fue de $11,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (3,9% del valor normativo para 24 horas) con concentración máxima de $19,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ reportado el 22 de diciembre y un nivel mínimo de $2,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registrado el 14 de diciembre.

FIGURA 3.87 VALORES DIARIOS PST ESTACIÓN REBOMBEO TROMPILLOS

Fuente: Monitoreos ambientales hightechnology Ltda. 2009

♦ ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NOx)

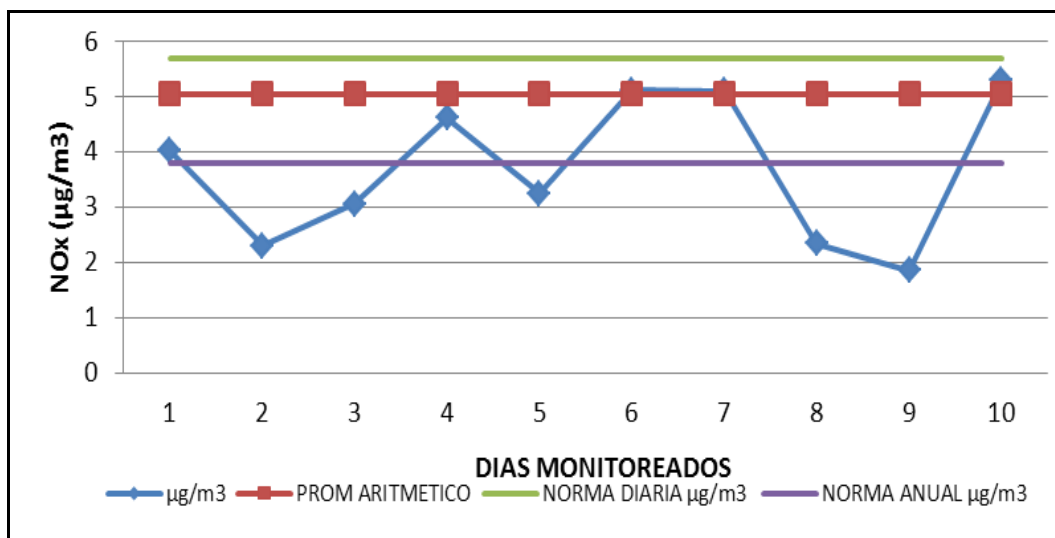
ESTACIÓN 1 – VEREDA VILLA CAROLA – FINCA EL DIVISO

Los resultados de este parámetro y el promedio aritmético para los diez días de muestreo en esta estación fue de $5,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$, representando más del 100 % del límite permisible anual para la zona $3,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La mayor concentración se presentó del 29 al 30 de Septiembre 2009 con un valor de $5,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$, representando el 90,04% del límite máximo diario $5,69 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentración más baja se presentó el 25 de septiembre y 1 de octubre registrando un valor de $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, representando el 32,47 % del límite máximo diario.

La **FIGURA 3.88** muestra los resultados diarios, promedio y valores máximos permisibles de calidad ambiental, anual y diaria para Óxidos de Nitrógeno, en cada uno de los diez días de muestreo en la estación 1.

FIGURA 3.88 VALORES DIARIOS NOX, ESTACIÓN FINCA EL DIVISO



Fuente: ANTEK S. A octubre, 2009

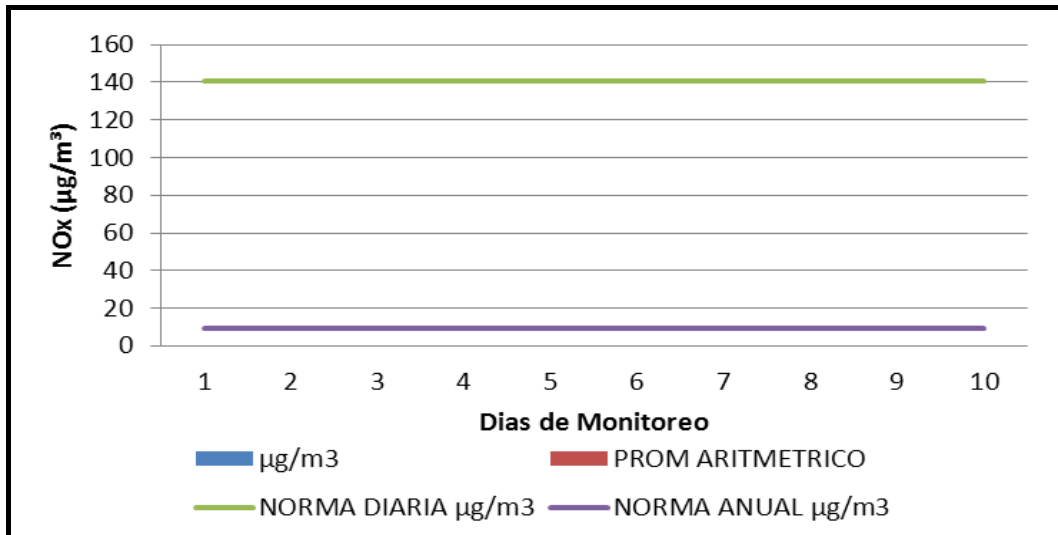
ESTACIÓN 2 – VEREDA PORVENIR – ESTACIÓN DE BOMBEO MONTERREY

De acuerdo con estos resultado del promedio registrado para esta estación la cual cumple con los límites anual establecido en la Resolución 601 del 2006 y corregido para esta estación con un promedio registrado en la casa del señor Gustavo Vaca que está localizada en el área de influencia de la Estación de bombeo Monterrey-ECOPETROL solo el 1% de la norma, lo cual se puede considerar como insignificante (**FIGURA 3.89**).

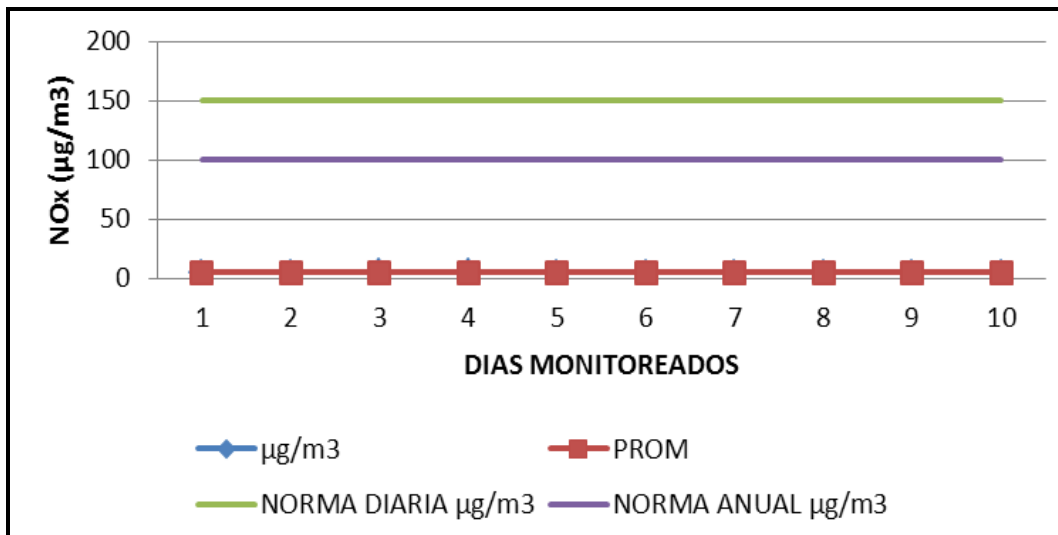
Las concentraciones promedio de los óxidos de nitrógeno obtenidos en la estación de monitoreo oscilaron entre $0,62$ y $2,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$, niveles que son demasiado bajos, mostrando su casi nula presencia en el sector donde se instaló el equipo. La concentración máxima hallada en el presente monitoreo de $2,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$, obtenida en la casa del señor Gustavo Vaca, valor que también es muy bajo y que cumple ampliamente con la norma para 24 horas establecida en la Resolución 601 del 2006 y corregida para la zona de Monterrey.

ESTACIÓN 3 – VEREDA VIGIA TROMPILLOS – ESTACIÓN DE REBOMBEO DE TROMPILLOS

Para el área de la Estación de Rebombeo Trompillos, se registraron concentraciones promedio de Óxidos de Nitrógeno de $5,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiente a un 3,5 % del valor de la norma para NOx, adicionalmente con concentraciones que fluctúan entre $5,2$ y $5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NOx (**FIGURA 3.90**).

FIGURA 3.89 VALORES DIARIOS NOX, ESTACIÓN FINCA EL DIVISO

Fuente: Laboratorio Asafranco Ltda., Marzo, 2009

FIGURA 3.90 VALORES DIARIOS NOX ESTACIÓN REBOMBEO TROMPILLOS

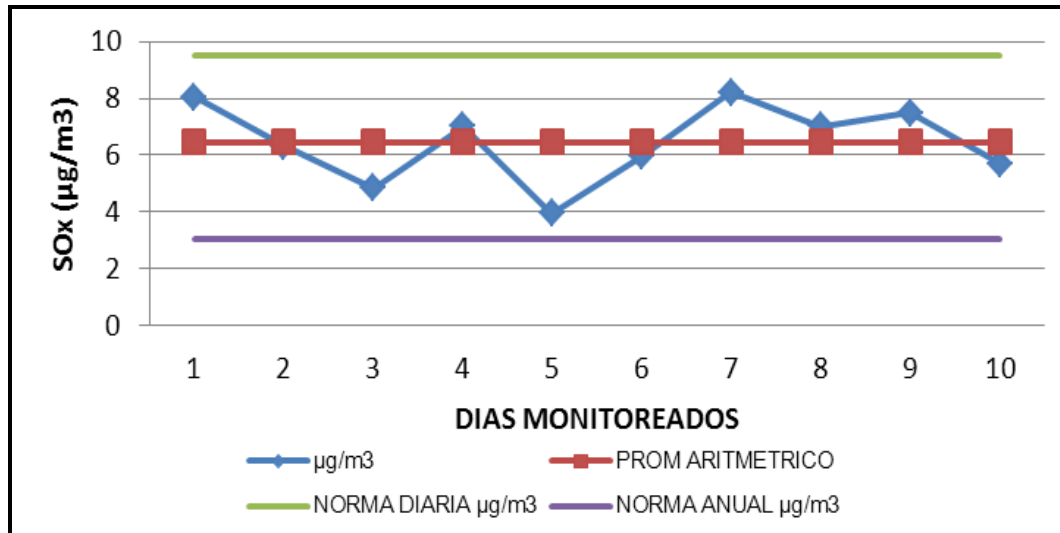
Fuente: monitoreos ambientales hightechnology Ltda. 2009

♦ ÓXIDOS DE AZUFRE (SOx)

ESTACIÓN 1 – VEREDA VILLA CAROLA – FINCA EL DIVISO

Se muestra los resultados obtenidos en las mediciones de óxidos de azufre durante los diez días de monitoreo, donde el promedio aritmético de las concentraciones diarias presentó un valor de $6,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valor que representa el 68,1 % de la norma local anual establecida en $3,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con lo cual se observa que los valores diarios no superan el límite máximo establecido en la Resolución 601/06.

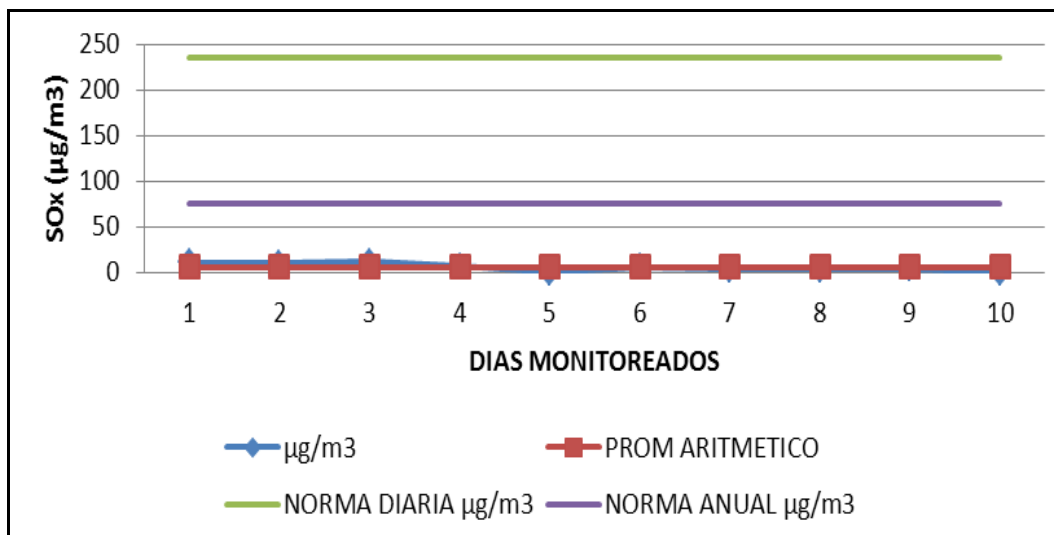
La **FIGURA 3.91** presentan los resultados obtenidos durante el monitoreo, mostrando un comportamiento variable, donde la concentración máxima se estableció el 30 de septiembre con un valor de $8,22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el cual es equivalente al 8,67 % de la norma local diaria establecida en $9,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

FIGURA 3.91 VALORES DIARIOS DE SO_x ESTACIÓN FINCA EL DIVISO

Fuente: Antek S.A Octubre, 2009

ESTACIÓN 2 – VEREDA PORVENIR – ESTACIÓN DE BOMBEO MONTERREY

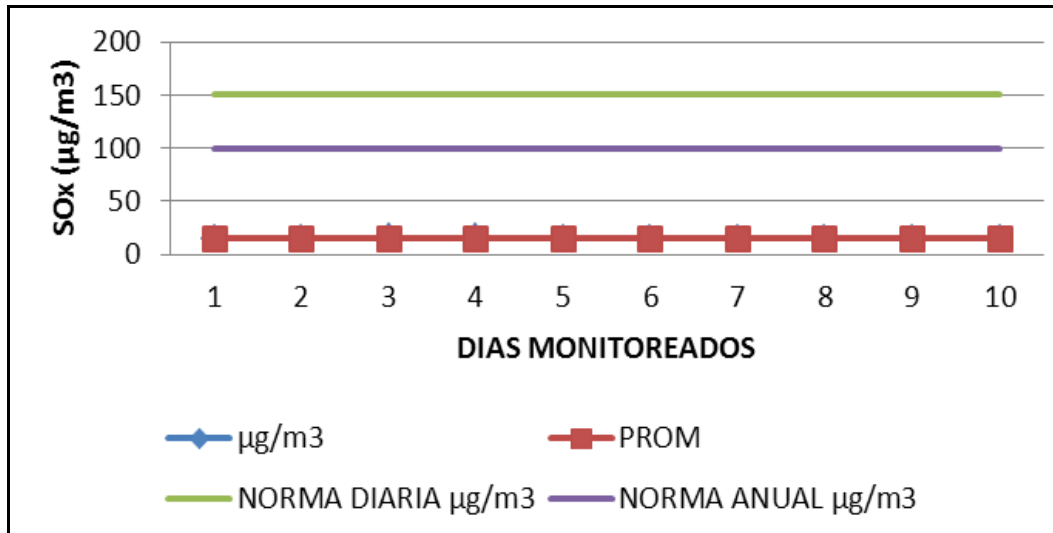
En el caso de los Óxidos de Azufre se determinó una concentración promedio de $5,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente a un 6,0% del valor de la norma diaria para SO_2 , con concentraciones que varían entre 2,82 y $11,86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (FIGURA 3.92).

FIGURA 3.92 VALORES DIARIOS DE SO_x - ESTACIÓN BOMBEO MONTERREY

Fuente: laboratorio asafranco ltda., marzo, 2009

ESTACIÓN 3 – VEREDA VIGIA TROMPILLOS – ESTACIÓN DE REBOMBEO DE TROMPILLOS

Para los óxidos de azufre SO_2 las concentraciones determinadas en la estación fueron muy bajas, con niveles promedio por debajo del 10% en comparación con el límite de $15,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para óxidos de azufre por la Resolución 601 del 2006 del MAVDT para tiempos de exposición de 24 horas (FIGURA 3.93).

FIGURA 3.93 VALORES DIARIOS DE SOX ESTACIÓN BOMBEO MONTERREY

Fuente: monitoreos ambientales hightechnology ltda. 2009

♦ MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

ESTACIÓN 1 – VEREDA VILLA CAROLA – FINCA EL DIVISO

Durante los diez días de muestreo en las estaciones (Finca El Diviso, Estación de Bombeo Monterrey y Estación de Rebombeo Trompillos), no se detectó la presencia de monóxido de carbono, cumpliéndose de esta forma con los criterios de calidad ambiental.

CONCLUSIONES DEL SECTOR

La concentración de partículas suspendidas en el Área de influencia (estaciones 1, 2 y 3) presentó concentraciones dentro del límite de la norma de calidad del aire anual y diario.

Las concentraciones de óxidos de nitrógeno y de azufre presentes en las Estaciones 1, 2 y 3 se encuentran dentro del límite máximo permitido anual y diario establecidos por la Resolución 601 de 2006.

Las mediciones puntuales de monóxido de carbono muestran que no hay presencia de este compuesto en las tres estaciones de monitoreo, con lo que se verifica el amplio cumplimiento de las normas de calidad de aire correspondientes; según el Artículo 4 de la Resolución 601 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

SECTOR RÍO META – CAMPO RUBIALES

Los datos que se tomaron como referencia para la elaboración de este componente en el sector río Meta-Campo Rubiales, pertenecen al Estudio realizado por Antek S.A. y Laboratorio Asafranco & Cia. Ltda., en el Área de Desarrollo Caracara desde el 14 de abril hasta el 26 de abril del año 2007 y también se toma como referencia el Estudio realizado por Monitoreos Ambientales High Technology Ltda, desde el 11 de diciembre de 2009 hasta el 21 de diciembre de 2009 en la Estación 1 (Puerto Gaitán – Meta) y desde el 12 de diciembre al 22 de diciembre de 2009 en la Estación 2 (Tauramena – Meta).

ÁREA DE DESARROLLO CARACARA

A continuación se presentan los resultados correspondientes a la evaluación de la calidad del aire realizada por ANTEK S.A. y ASAFRANCO & CIA LTDA, en el Área de Desarrollo Caracara. Los criterios y

procedimientos considerados para el monitoreo, se definieron de acuerdo con las disposiciones legales y técnicas del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, al igual que a las características específicas del área.

Para evaluar la calidad del aire se utilizaron equipos muestreadores de alto volumen (High Vol) y muestreadores de tres gases (RAC). Todos los equipos fueron previamente calibrados a las condiciones de los sitios en donde se llevaron a cabo las evaluaciones, siguiendo la metodología recomendada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), adoptada por nuestra legislación. Los análisis de laboratorio correspondientes al monitoreo fueron realizados en el laboratorio de cada firma de conformidad también con los métodos EPA. La ubicación de los puntos se relaciona en la **TABLA 3.60**.

TABLA 3.60 COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN

PUNTO N°	DESCRIPCIÓN	LOCALIZACIÓN	
		ESTE	NORTE
1	Planta extractora Sapuga	893.292	950.485
2	Escuela Horizonte	894.655	942.551

Fuente: Estudio para la Modificación de la Licencia Ambiental Global del Área de Desarrollo Caracara – Campo Pegueta. Geingeniería. 2007

♦ **PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN (PST)**

En la **TABLA 3.61** se presenta un resumen de los resultados del material particulado evaluado en cada uno de los puntos con su comparación con la norma local.

TABLA 3.61 RESULTADOS DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES EN LOS PUNTOS MONITOREADOS

PUNTO DE MUESTREO		FECHA	CONCENTRACIÓN			NORMA NACIONAL*	
			PROMEDIO µg/m ³	MÁXIMA µg/m ³	MÍNIMA µg/m ³	ANUAL µg/m ³	24 HORAS µg/m ³
1	Locación Caracara Sur B	Abr-07	26,85	54,27	15,73	97,00	291,00
2	Planta extractora Sapuga	Abr-07	52,92	112,88	19,06		
3	Escuela Horizontes	Abr-07	80,92	275,66	21,88		

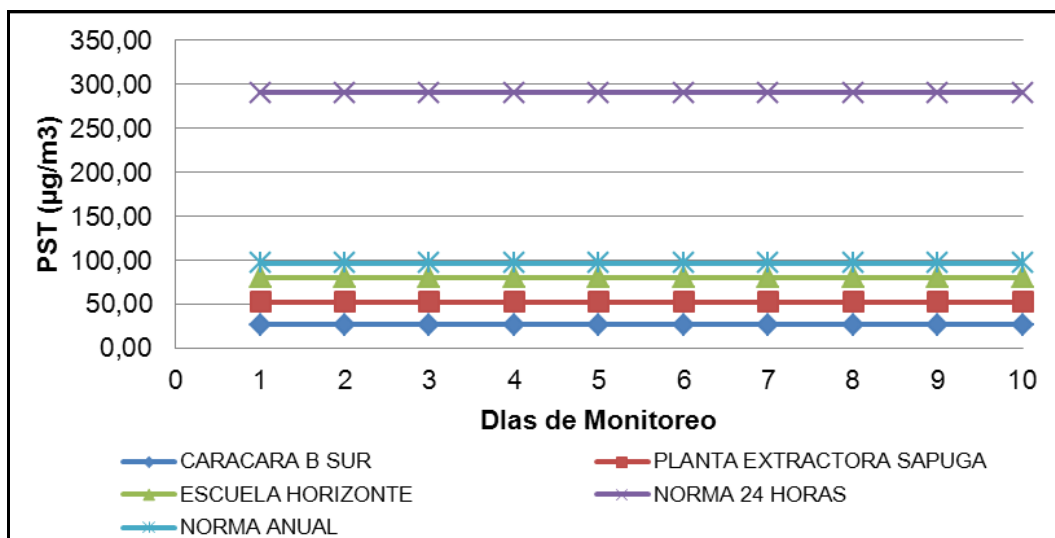
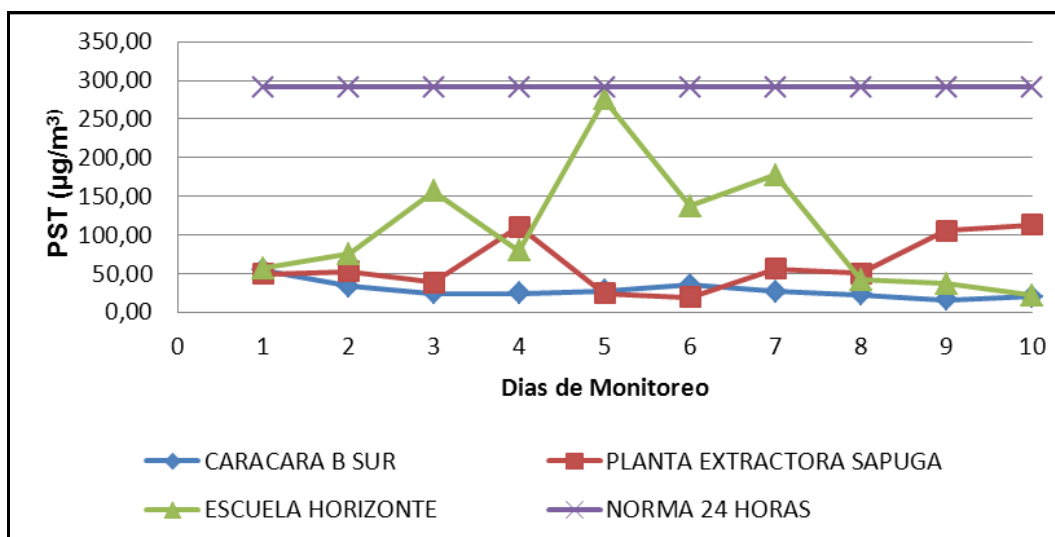
* Resolución 601 de 2006

De acuerdo con la tabla anterior, las concentraciones obtenidas en el presente monitoreo oscilaron entre 26.85, y 80,92 µg/m³, correspondiendo el primer valor al punto ubicado en la Locación Caracara Sur B y el último al punto localizado en la Escuela Horizontes. Todos los valores cumplen ampliamente con el límite corregido de acuerdo con la norma anual establecida en la Resolución No. 601 del 2006.

Se puede inferir que los tres puntos monitoreados presentan concentraciones por debajo de la norma permitida para 24 horas establecida en la Resolución 601 del 2006.

♦ **ÓXIDOS DE AZUFRE (SOx)**

A continuación en la **TABLA 3.62** se presenta un resumen del comportamiento de los óxidos de azufre en cada uno de los puntos monitoreados y su comparación con la norma. En las **FIGURAS 3.94 Y 3.95** se muestra el Comportamiento de partículas suspendidas totales- promedio en los puntos monitoreados.

FIGURA 3.94 COMPORTAMIENTO DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES - PROMEDIO EN LOS PUNTOS MONITOREADOS**FIGURA 3.95 COMPORTAMIENTO DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES EN LOS PUNTOS MONITOREADOS**

Fuente: Estudio para la Modificación de la Licencia Ambiental Global del Área de Desarrollo Caracara – Campo Peguita. Geoingeniería, 2007

TABLA 3.62 RESUMEN DE RESULTADOS DE ÓXIDOS DE AZUFRE EN LOS PUNTOS MONITOREADOS

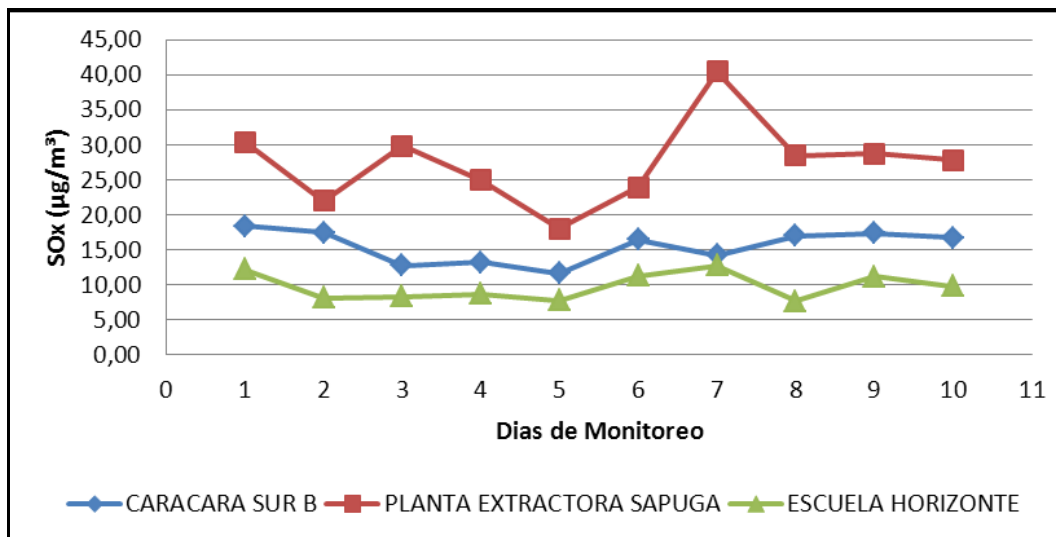
PUNTO DE MUESTREO			CONCENTRACIÓN			NORMA NACIONAL*	
			PROMEDIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MÁXIMA $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MÍNIMA $\mu\text{g}/\text{m}$	ANUAL $\mu\text{g}/\text{m}$	24 HORAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	Locación Caracará Sur B	Abr-07	5,50	18,36	11,64	77,60	242,50
2	Planta extractora Sapuga	Abr-07	27,44	40,41	18,00		
3	Escuela Horizontes	Abr-07	9,77	12,71	7,65		

* Resolución 601 del 2006.

Los resultados de los óxidos de azufre promedio obtenidos en el presente monitoreo oscilaron entre 5.50 y 27,44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Correspondiendo el primer valor al hallado en la Locación Caracara Sur B y el último valor al hallado en la planta extractora Sapuga. Todos los valores obtenidos se consideran bajos y cumplen ampliamente con la norma anual establecida en la Resolución 601 del como se aprecia en la FIGURA 3.96.

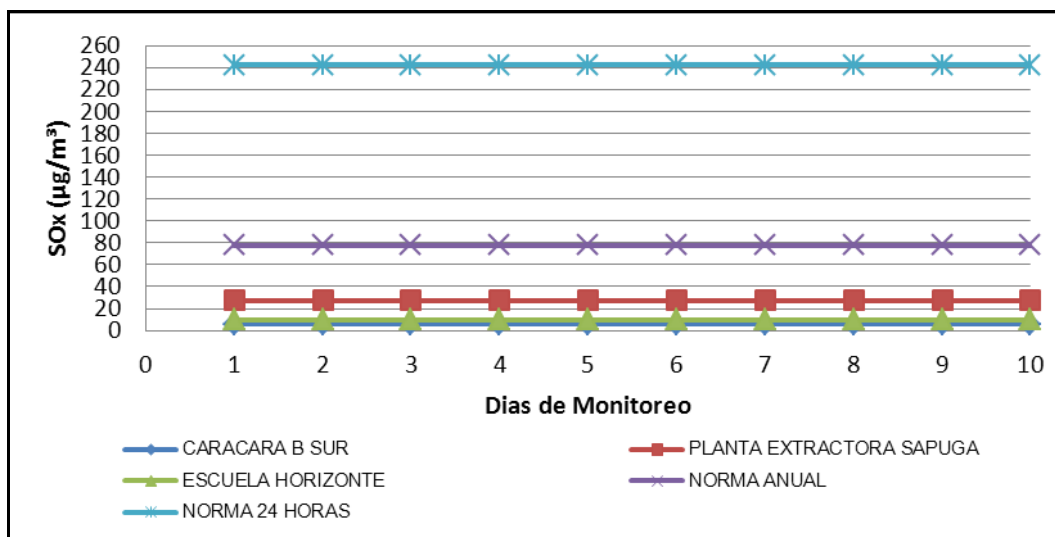
Las concentraciones máximas halladas en los tres puntos monitoreados cumplen ampliamente con la norma para 24 horas, la cual se encuentra en 242,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (FIGURA 3.97).

FIGURA 3.96 COMPORTAMIENTO DE LOS ÓXIDOS DE AZUFRE EN LOS PUNTOS MONITOREADOS



Fuente: Estudio para la Modificación de la Licencia Ambiental Global del Área de Desarrollo Caracara Campo Peguita. Geoingeniería. 2007

FIGURA 3.97 COMPORTAMIENTO DE LOS ÓXIDOS DE AZUFRE PROMEDIO EN LOS PUNTOS MONITOREADOS



Fuente: Estudio para la Modificación de la Licencia Ambiental Global del Área de Desarrollo Caracara – Campo Peguita. Geoingeniería. 2007

♦ ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NOx)

En la **TABLA 3.63** se presenta un resumen del comportamiento de los óxidos de nitrógeno, en cada uno de los puntos monitoreados durante la jornada de muestreo y su comparación con la norma local.

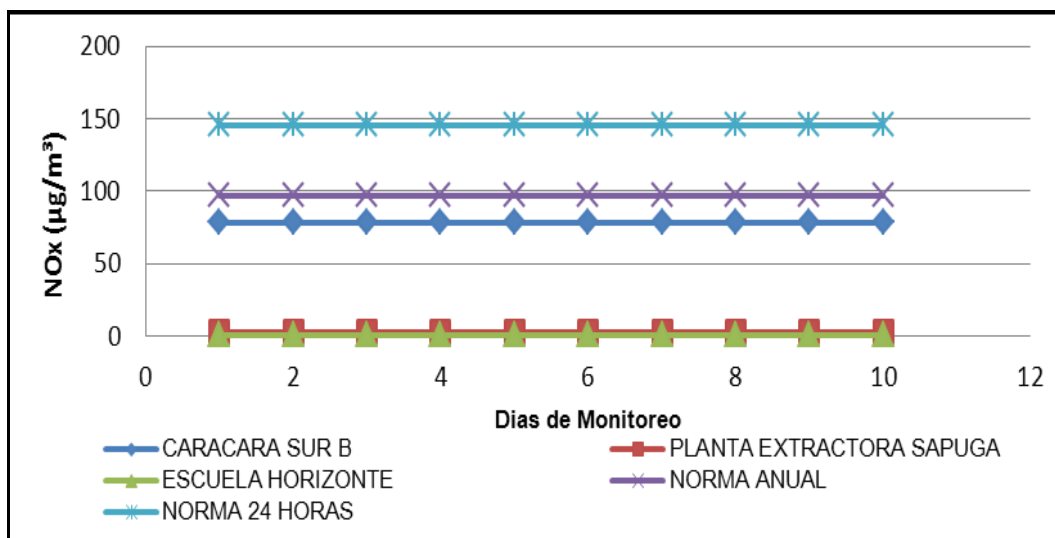
TABLA 3.63 RESUMEN RESULTADOS DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO EN LOS PUNTOS MONITOREADOS

PUNTO DE MUESTREO		FECHA	CONCENTRACIÓN			NORMA NACIONAL*	
			PROMEDIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MÁXIMA $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MÍNIMA $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ANUAL $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 HORAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	Locación Caracara Sur B	Abr-07	78,68	277,68	6,48	97,00	145,50
2	Planta extractora Sapuga	Abr-07	3,13	11,46	0,71		
3	Escuela Horizontes	Abr-07	0,98	1,55	0,65		

* Resolución 601 del 2006

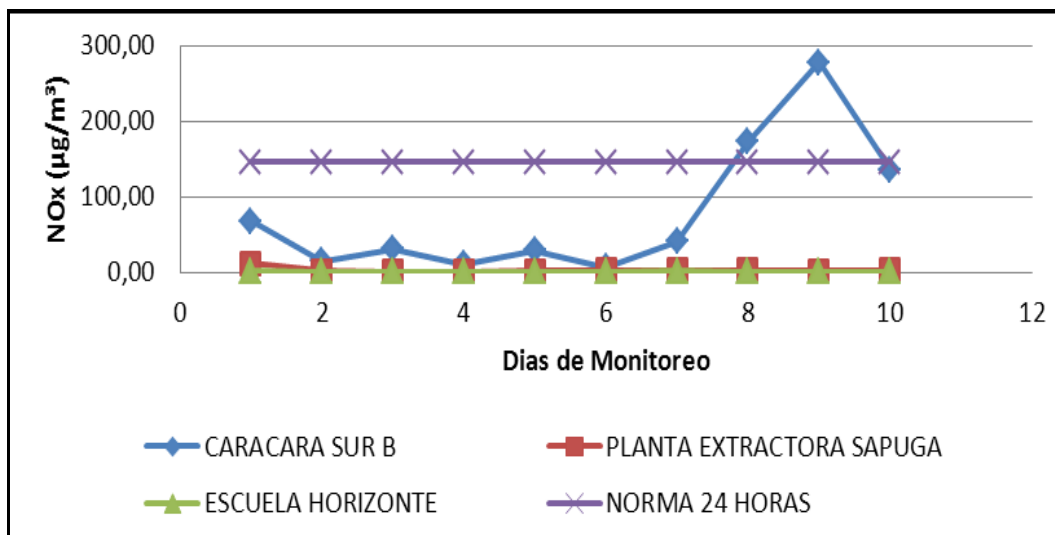
Las concentraciones promedio de los óxidos de nitrógeno obtenidos en los nueve puntos de monitoreo oscilaron entre 0,98 y 78,68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiendo el menor valor al punto localizado en la escuela Horizontes y el mayor valor corresponde al hallado en la locación Caracara Sur B, y se debe principalmente a la operación de las bombas triplex y a los generadores instalados en la locación. Los promedios hallados cumplen con el límite anual establecido en la Resolución 601 del 2006 que es de 97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, tal como se aprecia en la **FIGURA 3.98**.

FIGURA 3.98 COMPORTAMIENTO DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO PROMEDIO EN LOS PUNTOS MONITOREADOS



Fuente: Estudio para la Modificación de la Licencia Ambiental Global del Área de Desarrollo Caracara – Campo Peguita. Geoingeniería. 2007

La concentración máxima hallada en el presente monitoreo fue de 277,68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, presentada en la locación Caracara Sur B el día 22 de Abril del 2007, valor que supera la norma para 24 horas establecida en la Resolución 601 del 2006 y que es de 145,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En los días en que se realizó el monitoreo, se presentaron lluvias de gran intensidad pero de corta duración que ocasionan cambios bruscos de temperatura y la variación en la dirección del viento, lo que influye en la volatilización y por consiguiente en la dispersión de los gases de emisión de los equipos que están operando en las instalaciones, y es muy probable que por esta razón se presentara la máxima concentración obtenida (**FIGURA 3.99**).

FIGURA 3.99 COMPORTAMIENTO DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO EN LOS PUNTOS MONITOREADOS

Fuente: Estudio para la Modificación de la Licencia Ambiental Global del Área de Desarrollo Caracara – Campo Peguita. Geoingeniería. 2007

♦ MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

En la **TABLA 3.64** se presenta un resumen de los resultados de monóxido de carbono en los puntos monitoreados del sector sur y su comparación con la norma local.

Los valores promedio diarios de monóxido de carbono obtenidos en el presente monitoreo oscilaron entre 0,00 y 3,43 mg/m³, valores que son muy bajos y cumplen con la norma diaria establecida en la Resolución 601 del 2006 que es de 9,7 mg/m³. Estos valores se deben a las emisiones de los generadores eléctricos que se encuentran en cada uno de los sitios evaluados.

TABLA 3.64 RESUMEN RESULTADOS DE MONÓXIDO DE CARBONO EN LOS PUNTOS MONITOREADOS

FECHA	CONCENTRACIÓN PROMEDIO DIARIA CO (mg/m ³)			NORMA*
	LOCACIÓN CARACARA SUR B	PLANTA EXTRACTORA SAPUGA	ESCUELA HORIZONTES	
15-Abr-07	1,29	----	----	9,70
16-Abr-07	1,43	----	----	
17-Abr-07	0,57	0,43	1,14	
18-Abr-07	0,00	0,00	0,00	
19-Abr-07	1,14	0,00	0,00	
20-Abr-07	0,00	0,00	0,00	
21-Abr-07	0,00	0,00	0,00	
22-Abr-07	0,00	0,00	0,00	
23-Abr-07	0,00	0,00	0,00	
24-Abr-07	0,00	0,00	1,14	
25-Abr-07	----	0,00	0,00	
26-Abr-07	----	3,43	0,00	

Fuente: Estudio para la Modificación de la Licencia Ambiental Global del Área de Desarrollo Caracara – Campo Peguita. Geoingeniería. 2007

* Resolución 601 del 2006

La concentración más alta de monóxido de carbono se presentó en el punto ubicado en la planta extractora Sapuga con un valor de 3,43 mg/m³ el 26 de abril de 2007.

♦ **HIDROCARBUROS TOTALES (HCT's)**

En la **TABLA 3.65** se muestran los resultados correspondientes al presente monitoreo, realizado en el sector sur del Área de Desarrollo Caracara.

TABLA 3.65 RESULTADOS DE HIDROCARBUROS TOTALES EN LOS PUNTOS MONITOREADOS

FECHA	CONCENTRACIÓN PROMEDIO DIARIA CO (MG/M3)			
	LOCACIÓN CARACARA SUR B	PLANTA EXTRACTORA SAPUGA	ESCUELA HORIZONTES	NORMA*
15-Abr-07	0,02	----	----	1,46
16-Abr-07	1,39	----	----	
17-Abr-07	0,04	ND	ND	
18-Abr-07	0,05	ND	ND	
19-Abr-07	0,02	ND	ND	
20-Abr-07	0,03	ND	ND	
21-Abr-07	0,01	ND	ND	
22-Abr-07	0,08	ND	ND	
23-Abr-07	ND	ND	ND	
24-Abr-07	0,01	ND	ND	
25-Abr-07	----	ND	ND	
26-Abr-07	----	ND	ND	

* Resolución 601 del 2006 nd: no detectable

Los resultados obtenidos en el presente monitoreo, solamente se detectaron hidrocarburos en la locación Caracara Sur B con valores que oscilan entre no detectable y $1,39 \mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondiendo este último valor al hallado el 16 abril de 2007 y se debe principalmente a las condiciones climáticas de la zona que influyen en la dispersión de los gases cuando se presenta lluvia y desciende la temperatura bruscamente como sucedió ese día. Los valores encontrados están por debajo del límite establecido en la Resolución No. 601 de 2006 que es de $1,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

♦ **COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COV's)**

En la **TABLA 3.66** se presenta un resumen de los resultados de los compuestos orgánicos volátiles evaluado en cada uno de los puntos monitoreados y su comparación con la norma local. Se evidencia que en ninguno de los puntos monitoreados se detectó la presencia de pentano, benceno, tolueno y xileno.

TABLA 3.66 RESUMEN DE RESULTADOS DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES EN LOS PUNTOS MONITOREADOS

COMPONENTE	PUNTO MUESTREO	FECHA	CONCENTRACIÓN			NORMA DIARIA*
			PROMEDIO	MÁXIMA	MÍNIMA	
			$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Pentano	Locación Caracara Sur B	Abr-07	ND	ND	ND	**
	Planta extractora Sapuga	Abr-07	ND	ND	ND	
	Escuela Horizontes	Abr-07	ND	ND	ND	
Benceno	Locación Caracara Sur B	Abr-07	ND	ND	ND	4,85
	Planta extractora Sapuga	Abr-07	ND	ND	ND	
	Escuela Horizontes	Abr-07	ND	ND	ND	
Tolueno	Locación Caracara Sur B	Abr-07	ND	ND	ND	252,2
	Planta extractora Sapuga	Abr-07	ND	ND	ND	
	Escuela Horizontes	Abr-07	ND	ND	ND	
Xileno	Locación Caracara Sur B	Abr-07	ND	ND	ND	**
	Planta extractora Sapuga	Abr-07	ND	ND	ND	
	Escuela Horizontes	Abr-07	ND	ND	ND	

* Resolución 601 del 2006

** No se establece norma para este parámetro

ND: No Detectable

CONCLUSIONES

Los promedios geométricos de material particulado, obtenidos en el presente monitoreo cumplen con la norma anual y de 24 horas establecidas en la Resolución 601 del 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Los promedios aritméticos de los óxidos de azufre son muy bajos y cumplen ampliamente con los límites establecidos en la resolución mencionada.

Los promedios aritméticos de los óxidos de nitrógeno son muy bajos tanto en la planta extractora Sapuga como en la escuela Horizontes, y cumplen ampliamente con los límites establecidos en la Resolución 601 del 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. El promedio aritmético hallado en la locación Caracara Sur B es significativo y se debe a los gases de emisión de los generadores y las bombas triplex, pero cumple con la norma mencionada anteriormente.

Los promedios diarios de monóxido de carbono hallados en el presente monitoreo son bajos y están cumpliendo con la norma para ocho horas establecida la Resolución 601 del 2006 que es de $9,7 \text{ mg/m}^3$.

Solo se detectó la presencia de hidrocarburos totales en la locación Caracara Sur B, cuyos niveles se encuentran muy por debajo de la norma establecida en la Resolución No. 601 de 2006. En ninguno de los puntos monitoreados se detectó la presencia de pentano, benceno, tolueno y xileno.

♦ KM 86 PUERTO GAITÁN – META

La calidad del aire en la zona presenta unas condiciones que están directamente relacionadas con las actividades que allí se presentan, las condiciones actuales y los resultados de los monitóreos realizados por MONITOREOS AMBIENTALES HIGH TECHNOLOGY desde el 11 de diciembre de 2009 hasta el 21 de diciembre de 2009 en la Estación 1 (Km 86 Puerto Gaitán – Meta) y desde el 12 de diciembre al 22 de diciembre de 2009 en la Estación 2 (Km 174 Tauramena – Meta) se presentan a continuación.

Como fuentes de emisiones dentro del área de influencia directa se identifican básicamente fuentes móviles, relacionadas con los vehículos que transitan por las vías que comunican las diferentes comunidades. Las emisiones básicamente se relacionan con la emisión de material particulado por el tránsito en vías destapadas, que es más evidente durante la época seca. Con respecto a las emisiones de COx, SOx, estas se consideran como producto de la combustión y la cantidad depende del estado de los vehículos los cuales solo se presentan para actividades específicas dentro del área.

Esta estación de rebombeo, se encuentra ubicada en el departamento del Meta, específicamente en la vereda Altos de Manacacías a 32 Km al sur del casco urbano del Municipio de Puerto Gaitán. En la TABLA 3.67 se presentan las coordenadas

TABLA 3.67 COORDENADAS DE LA ESTACIÓN DE REBOMBEO HORIZONTE

	DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN 3 ESTE CENTRAL		COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	NORTE (M)	ESTE (M)	NORTE (M)	ESTE (M)	LATITUD	LONGITUD
Estación Horizonte	947541	1223752	947326	890599	4°07'09" N	72°03'46" W

Fuente; monitóreos ambientales high technology ltda: maht. Informe de caracterización de la calidad del aire, oleoducto de los llanos orientales km 86 y 174. Diciembre 2009.

PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST)

El valor de media geométrica para PST, que se registró durante los diez días de monitoreo en la Estación 1, ubicada en el área de la Estación de Rebombeo Horizonte localizada en la Vereda Alto Manacacías sector Puerto Gaitán (Meta), fue de $156 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (52 % del valor normativo para 24 horas) con niveles de concentración máxima de $224,7 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ reportada el día 19 de diciembre y un valor de concentración mínimo de $100,9 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ obtenido el día 13 de diciembre.

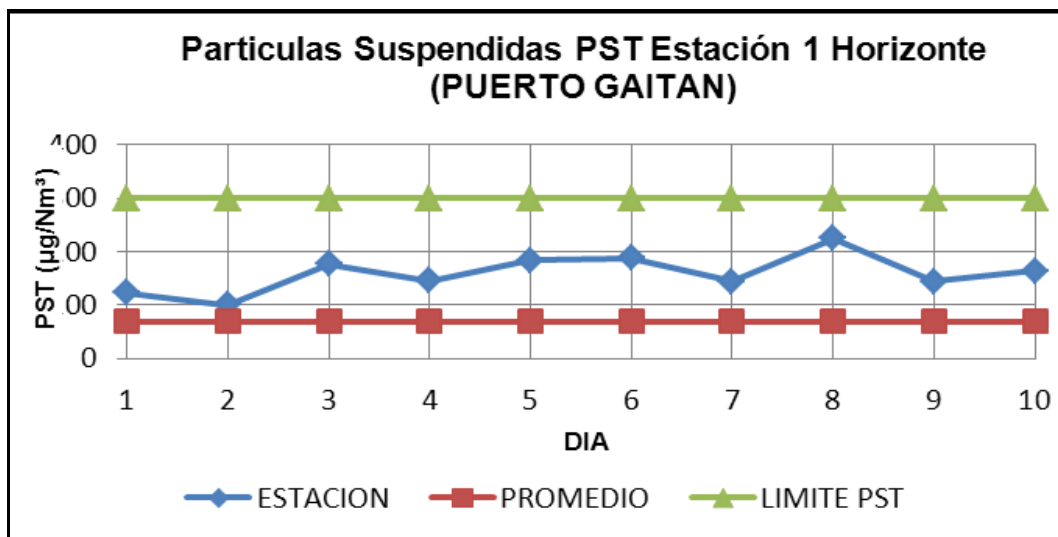
Los resultados de flujos de muestreo y valores de concentración de PST obtenidos durante el monitoreo se presentan en la **FIGURA 3.100**.

Los valores promedio obtenidos en las estaciones de calidad del aire se consideran moderados a bajos con respecto a los valores de referencia establecidos por la Resolución 601 de 2006 del MAVDT correspondientes a $300 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ para tiempos de exposición de 24 horas.

La presencia de material particulado en la zona se atribuye principalmente al levantamiento de polvo generado por el tránsito de vehículos en las cercanías, hecho observable significativamente en el área de la Estación de Rebombeo Horizonte en Puerto Gaitán (Meta); así como la emisión de este material por parte de los motores de combustión de los mismos.

Por último el arrastre de polvo o material proveniente del suelo y árboles por el viento predominante del área es también un factor asociable.

FIGURA 3.100 COMPORTAMIENTO DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES ESTACIÓN 1 HORIZONTE (PUERTO GAITÁN)



Fuente; monitoreos ambientales hightechnology ltda: maht. Informe de caracterización de la calidad del aire, oleoducto de los llanos orientales km 86 y 174. Diciembre 2009.

ÓXIDOS DE NITRÓGENO Y AZUFRE NO_x Y SO_2

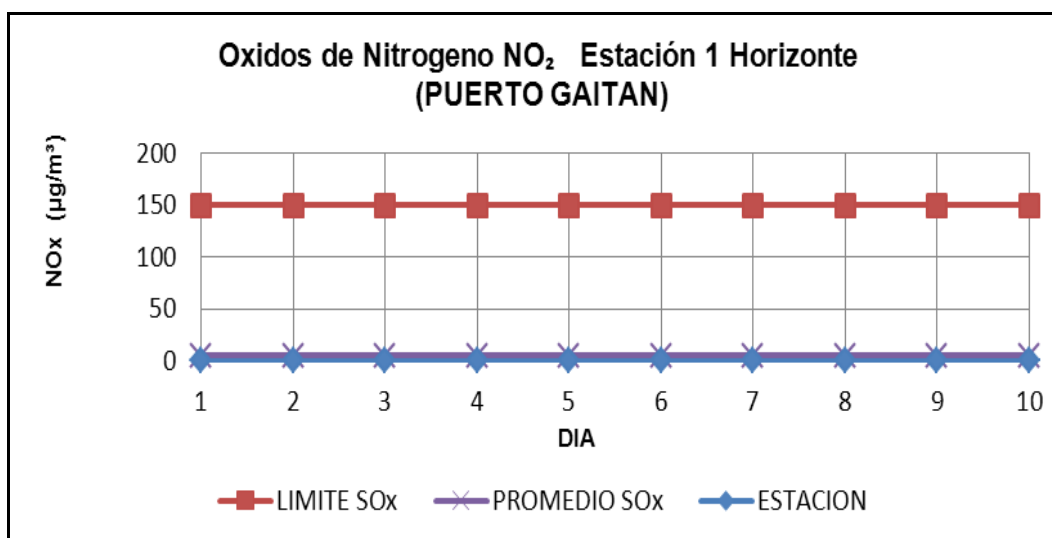
Los resultados de laboratorio determinaron que la totalidad de los valores de concentración en las soluciones de muestreo tanto para Óxidos de Nitrógeno y Óxidos de Azufre están por debajo del límite detectable del método de análisis, lo que corresponde a $0,026 \mu\text{g}/\text{mL}$ y $0,075 \mu\text{g}/\text{mL}$ respectivamente. Por esta razón los resultados de concentración en el aire de los contaminantes referidos se interpretan como la máxima concentración probable en los puntos y días monitoreados.

En la Estación de Rebombeo Horizonte (Puerto Gaitán – Meta) se detectaron concentraciones promedio de Óxidos de Nitrógeno de $5,1 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, correspondiente a un 3,4% del valor de la norma para NO_x , adicionalmente con concentraciones que fluctúan entre $5,0$ y $5,2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ de NO_x . En el caso de los Óxidos de Azufre se determinó una concentración promedio de $14,7 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, equivalente a un 5,9 % del valor de la norma diaria para SO_2 , con concentraciones que varían entre $14,5$ y $15,1 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

En general las concentraciones de NO_x resultantes se encontraron sustancialmente bajas, es decir por debajo del 5 % de la norma diaria de $150 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$; de igual forma para los óxidos de azufre SO_2 las concentraciones determinadas fueron bajas, con niveles promedio por debajo del 10 % en comparación con el límite de $250 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ para óxidos de azufre por la Resolución 601 del 2006 del MAVDT para

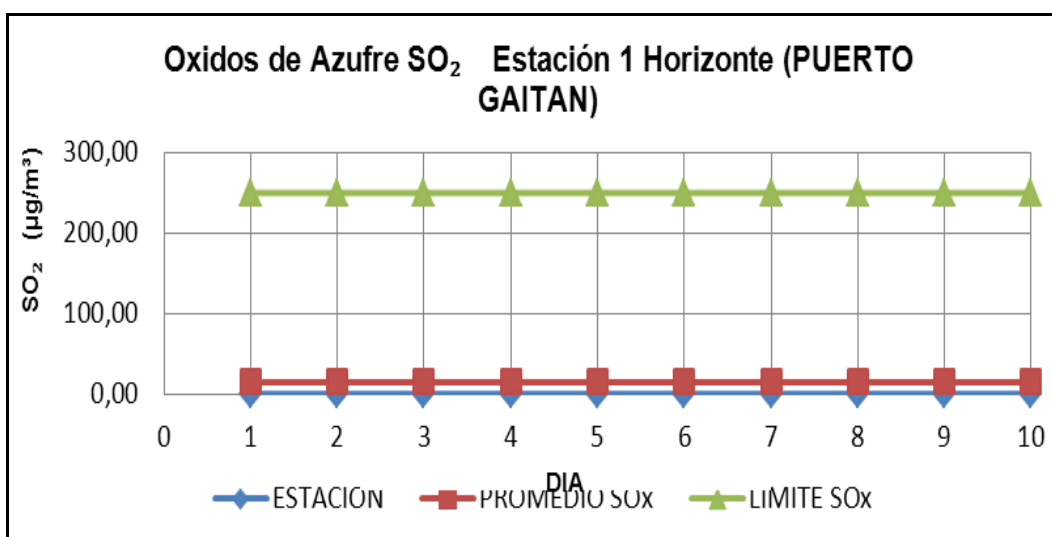
tiempos de exposición de 24 horas. Estos gases están relacionados a la quema de los combustibles utilizados en automotores a gasolina, diesel y gas, incluyendo los vehículos livianos y pesados que transitan en la zona del área, lo cual aporta a la presencia de NO_x y SO_2 principalmente, en el punto evaluado. Sin embargo, es necesario resaltar que las concentraciones de contaminantes de SO_2 que pudiesen encontrarse en las zonas estudiadas están presumiblemente asociadas a la contaminación ocasionada por el uso de combustible nacional que contiene valores de concentración de Azufre aún elevados (entre 3000 y 4000 ppm), que repercuten en la liberación de óxidos de azufre a la atmósfera. Los resultados de NO_x y SO_2 obtenidos durante el monitoreo se presentan en las **FIGURAS 3.101 Y FIGURA 3.102**.

FIGURA 3.101 RESULTADOS DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIÓN ÓXIDOS DE NITRÓGENO - ESTACIÓN DE REBOMBEO HORIZONTE (PUERTO GAITÁN META)



Fuente; monitoreos ambientales hightechnology ltda: maht. Informe de caracterización de la calidad del aire, oleoducto de los llanos orientales km 86 y 174. Diciembre 2009.

FIGURA 3.102 RESULTADOS DETERMINACIÓN DE CONCENTRACIÓN ÓXIDOS DE AZUFRE - ESTACIÓN DE REBOMBEO HORIZONTE (PUERTO GAITÁN META)



Fuente; monitoreos ambientales hightechnology ltda: maht. Informe de caracterización de la calidad del aire, oleoducto de los llanos orientales km 86 y 174. Diciembre 2009.

MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

El resultado corresponde a cuatro lecturas instantáneas en un intervalo de 1 hora diaria en la estación. En la estación Horizonte durante los 10 días de monitoreo se evidenció la no detección de niveles de Monóxido de Carbono por el equipo. Por consiguiente, las concentraciones de Monóxido de Carbono encontradas están en cumplimiento en comparación con el límite de 35 ppm, establecido por la Resolución 601 del 2006 del MAVDT para tiempos de exposición de 1 hora, e inclusive para tiempos de exposición de ocho horas.

HIDROCARBUROS TOTALES (HCT's) - COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COV's)

En la estación monitoreada se observaron concentraciones de HCT's menores a $0,1 \mu\text{m}/\text{m}^3$ correspondientes a $9,04 \text{ E-}3 \mu\text{m}/\text{m}^3$ para la zona de Horizonte (Puerto Gaitán – Meta. Por lo tanto, las concentraciones de HCT's/COV's en estación se consideran lo suficientemente bajas. La presencia esporádica de este contaminante se podría asociar a eventos de corta a media duración, principalmente paso de vehículos, presencia de materia orgánica en descomposición proveniente de las actividades de ganadería, y funcionamiento de equipos de generación eléctrica en las distintas fincas de la región.

CONCLUSIONES

1. Con base en la información recolectada en campo, se elaboraron mapas de calidad del aire para los contaminantes Partículas Suspendidas Totales (PST), Óxidos de Nitrógeno (NO_2), Óxidos de Azufre (SO_2), Monóxido de Carbono (CO), e Hidrocarburos Totales (HCT's)/ (COV's) para los cuales y según las condiciones del área de interés, se visualiza la dispersión de los mismos de manera predominante en dirección radial tendiente al sur-oeste en algunos puntos y hacia el Este en otros, teniendo como principal foco de referencia el trazado de las vías de acceso a las zonas, desde las cuales se visualiza la dispersión de los contaminantes en el área de estudio en niveles de concentración que cumplen con los límites establecidos en la Resolución 601 de 2006 del MVADT, por lo que se considera así mismo que en las zonas aledañas y más alejadas la concentración de contaminantes se encontrarán también en cumplimiento de la legislación.
2. Como etapa de caracterización ambiental para el momento actual, se considera en general que las áreas monitoreadas se encuentran dentro de rangos de concentración de contaminantes con niveles de incidencia antropogénica baja en cumplimiento con la normativa ambiental, caracterizándose por un ambiente moderadamente impactado en el componente calidad del aire, en donde el tránsito de vehículos es más significativo.

3.2.8.3 RUIDO**◆ NORMATIVIDAD RELACIONADA****ESTÁNDARES MÁXIMOS PERMISIBLES DE RUIDO AMBIENTAL**

En la Resolución No. 0627 de abril de 2006 el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial dicta normas sobre los máximos niveles permisibles de ruido ambiental para los distintos sectores, los cuales se presentan en la **TABLA 3.68**.

SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR - RÍO UPÍA

La calidad de ruido del sector Chivor - río Upía se determinó mediante un análisis de los muestreos realizados entre el 2 y el 4 de junio de 2011 en los puntos de medición establecidos de acuerdo a la ubicación de los receptores en el área de interés: casco urbano de los municipios de Santa María, San Luis de Gaceno y puntos de interés del proyecto de la línea eléctrica. Se dispusieron quince puntos en el área de influencia a una distancia de 4,0 m del nivel del suelo.

TABLA 3.68 ESTÁNDARES MÁXIMOS PERMISIBLES RUIDO AMBIENTAL

ZONA RECEPTORA	SUBSECTOR	NIVEL DE RUIDO AMBIENTAL dB (A)	
		PERIODO DIURNO 7:01 am – 9:00 pm	PERIODO NOCTURNO 9:01 pm – 7:00 am
Sector A. Tranquilidad y silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos	55	45
Sector B. Tranquilidad y ruido moderado	Zonas residenciales, universidades, centros de estudio, parques en zonas urbanas	65	50
Sector C. Ruido intermedio restringido	Zonas con usos permitidos industriales	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas	65	50
	Zonas con usos institucionales	65	50
	Zonas con otros usos relacionados	80	70
Sector D. Zona Suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado	Residencial, rural destinada a explotación agropecuaria, zonas de recreación y descanso	55	45

* RES. 627 de 2006 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Nota: La zonificación corresponde a la definida por la Autoridad Local Competente

Durante el monitoreo se identificaron predominantemente sonidos asociados a impulsos y bajas frecuencias, esto con base en los perfiles de distribución de sonido en 1/3 de banda de octava, que implicaron las correcciones k realizadas para los valores registrados durante el monitoreo de ruido del área. Debido a lo anterior y de acuerdo a la corrección realizada es posible que algunos valores L_{eq} sean mayores que los $L_{máx}$ medidos directamente, sin que esto sea causa de invalidación de la información.

La metodología empleada para el desarrollo de los procedimientos llevados a cabo para la realización del monitoreo de ruido en el proyecto del sector Chivor – río Upía, cumplen con lo establecido en el Capítulo I y III del Anexo 3, Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

Se monitorearon 6 puntos en el municipio Santa María, 6 puntos en el municipio San Luis de Gaceno y 3 puntos a lo largo del trazado de la línea eléctrica proyectada para este sector, cuya ubicación se presenta en la Tabla No. 2 del anexo D-1.7 Calidad del Ruido, del presente EIA.

A partir de los estándares de ruido ambiental definidos mediante la Resolución 627 de 2006 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, se tiene que los monitoreos realizados obedecen al **Sector D**. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido moderado, del **Subsector**: Residencial suburbana. Rural habitada destinada a explotación agropecuaria; para los cuales los niveles máximos permisibles de ruido durante medición diurna y nocturna está normalizados en 55 dB y 45 dB respectivamente.

Los reportes emitidos por el sonómetro durante los monitoreos diurnos y nocturno se incluyen dentro del anexo D-1.7, Calidad del Ruido.. En la primera parte se presentan el resumen de los resultados obtenidos para cada una de las variables acústicas medidas L_{eq} , L_{max} , L_{min} , L_{90} .

Posteriormente, se encuentran los resultados gráficos obtenidos para el nivel de presión sonora equivalente (L_{eq}), máximo ($L_{máx}$), mínimo ($L_{mín}$) en los sitios de muestreo así como la comparación normativa de los niveles $L_{Aeq,d}$ y $L_{Aeq,n}$ según lo estipulado en el Capítulo III artículo 15, de la Resolución 627 de 2006 del MAVDT:

- $L_{Aeq,d}$: nivel equivalente de presión sonora diurno - tarde
- $L_{Aeq,n}$: nivel equivalente de presión sonora nocturno

Para lo anterior, el máximo permisible para cada punto según el uso del suelo, lo establece la Resolución 627 de abril 07 de 2006 en su artículo 9 expresado en decibeles ponderados A (dB-A).

Interpretación de resultados para el monitoreo de calidad de ruido

Según los resultados obtenidos durante el monitoreo se identificaron predominantemente sonidos asociados a impulsos y bajas frecuencias, esto con base en los perfiles de distribución de sonido en 1/3 de banda de octava, que implicaron las correcciones k realizadas para los valores registrados durante el monitoreo de ruido del área. Debido a lo anterior y de acuerdo a la corrección realizada es posible que algunos valores Leq sean mayores que los $L_{máx}$ medidos directamente, sin que esto sea causa de invalidación de la información.

Las correcciones K aplicadas para los puntos monitoreados, tienen características principalmente de ruidos impulsivos, en horario diurno para San Luis de Gaceno y la línea (cruces de proyecto) y de bajas frecuencias en el día para Santa María y horario nocturno de los dos municipios. El ajuste dado por la normatividad Resolución 627 a los ruidos de componentes impulsivos o tonales netos o fuertes es de 3 dBA y 6 dBA respectivamente, mientras que para ruidos con características de bajas frecuencias se adicionan 5 dBA para horario diurno y 8 dBA para horario nocturno, lo que genera un aumento de penalización en los Leq .

Los puntos que presentaron características de componentes impulsivos, están asociados a sonidos de corta duración pero de magnitud considerable, principalmente a ruidos de impacto por arranques, tránsito de vehículos, motos, personas y fauna local.

Los valores registrados en los puntos ambientales diurnos estuvieron en un rango de 75dBA y 79,0 dBA para Santa María, 67.4 dBA y 79.3 dBA para San Luis de Gaceno, y 76.8 dBA a 78.1 dBA para los sitios de interés en los cruces con el proyecto, presentando en todos los puntos valores por encima del valor normativo de áreas rurales de 55 dBA en el día. Para las zonas monitoreadas en horario diurno se obtuvieron promedios de 76,7 dBA en Santa María, 74,8 dBA en San Luis de Gaceno, y 77,6 dBA en los puntos cercanos al cruce con la línea proyectada.

En cuanto a los valores registrados en los puntos ambientales nocturnos, se determinó un rango entre 75,9 dBA y 82,8 dBA en Santa María; y 72,9 dBA y 78,1 dBA, para el municipio de San Luis de Gaceno. Para la zona de intersección cercana al proyecto de la línea de transmisión, no se realizaron mediciones debido a las dificultades de acceso y seguridad, no obstante se considera que en este horario los valores de presión sonora serán similares o moderadamente superiores con una característica de ruido de bajas frecuencias y tonales, debido a la influencia mayor de insectos y animales nocturnos.

Los puntos ambientales diurnos y nocturno presentaron un L_{90} por encima de la norma de referencia de 55 dBA, que demuestran que el 90% del tiempo los niveles de presión sonora tienen valores alrededor de los 66 dBA. Debido a la ubicación del área de interés, la influencia sonora se debe principalmente al paso de vehículos, y las actividades comerciales cotidianas y recreativas en los centros poblados, mientras que en las zonas rurales, los niveles de ruido se asociaron a fuentes naturales como la fauna local y el paso de corrientes de agua, así como el tránsito esporádico de vehículos.

Durante el monitoreo en el área de estudio se observó que en horario diurno la influencia de sonidos principalmente de bajas frecuencias seguido de ruidos impulsivos y por último de algunos sonidos tonales, generan un nivel de afectación acústico significativo dados los niveles de ruido alcanzados por los valores de corrección aplicados. En horario nocturno en todos los puntos se identificó que el ruido por bajas frecuencias es el predominante, tanto de origen antropogénico como de origen natural.

De acuerdo a los mapas de curvas isófonas obtenidos, la propagación del sonido se realiza de manera radial desde los centros monitoreados, hasta sus alrededores, con una distribución tendiente desde áreas sinuosas a la uniformidad en las zonas rurales alejadas de los centros poblados, característica propia de la interacción del sonido con el terreno montañoso y las condiciones heterogénea del área, en donde se encuentran zonas de propagación por reflexión como suelos duros asfaltados o compactados, y aquellos que ofrecen resistencia o atenuación como el suelo poroso con cobertura vegetal y edificaciones o casas.

Para las condiciones de realización del estudio, en el Área de influencia del proyecto de tendido de una línea de transmisión eléctrica desde la subestación de Chivor hasta el km 22 de su recorrido, localizado en jurisdicción de los municipios de Santa María y San Luis de Gaceno, Boyacá se concluye que:

Los niveles de ruido ambiental están asociados a fuentes ubicadas por lo general en el casco urbano de los centros poblados y las vías aledañas, siendo el tránsito de vehículos, las actividades comerciales y de recreación cotidianas, el paso de vehículos y el ruido de fuentes naturales como fauna y ríos, las más relevantes.

En horario diurno y nocturno el área posee valores individuales y promedio por encima del límite normativo rural de 55 dBA y 45dBA respectivamente, condición debida a las fuentes antrópicas principalmente en los municipios, y a fuentes naturales en las zonas alejadas, las cuales comparten la generación de ruidos con características esencialmente impulsivas en horario diurno, y de bajas frecuencias en horario nocturno. Se considera que para las áreas no monitoreadas en horario nocturno se encontrarían niveles similares o moderadamente superiores a los registrados en horario diurno dada la mayor presencia de insectos y otros animales nocturnos.

SECTOR RÍO UPÍA - RÍO META

La calidad de ruido del sector río Upía a río Meta se determinó mediante un análisis de los muestreos realizados con anterioridad en la zona ubicados en dos estaciones A en la parte noroccidente y la estación B en la parte sur del sector, seleccionando la información existente del Estudio de Impacto Ambiental para el área de perforación exploratoria llanos 25 y Adición del Estudio de Impacto Ambiental Estaciones de Rebombeo Horizonte (K86) y Trompillos (K174), Para la Modificación de la Licencia 1712 del 29 de Agosto de 2006, por ser sitios comunes con los muestreos realizados en el presente estudio. De igual forma se efectuaron monitoréos de los niveles de ruido dentro del área de estudio, con el fin de efectuar un análisis temporal de las variaciones presentadas.

ESTACIÓN A

Se llevaron a cabo lecturas de niveles de presión sonora (NPS) durante horario diurno y nocturno, mediante mediciones de 6 minutos en cada orientación: Norte, Este, Sur, Oeste y Vertical, para cada una de los cinco puntos de monitoreo, con lo que se pretende establecer las condiciones de niveles de ruido ambiental dando cobertura al Área de estudio, entre los municipios de Monterrey, Sabanalarga y Tauramena. La ubicación de los puntos de monitoreo fue realizada por la empresa ANTEK S.A Octubre, 2009 Y se presenta en la **TABLA 3.69**.

TABLA 3.69 PUNTOS DE MONITOREO NIVELES DE PRESIÓN SONORA. ESTACIÓN A

PUNTO DE MONITOREO	COORDENADAS (ORIGEN ESTE – SISTEMA MAGNA SIRGAS)	
	ESTE	NORTE
PM 1.	1.021,120,74	794.034,42
PM 2.	1.023,433,05	793.000,19
PM 3.	1.027,019,54	791,358,39
PM 4.	1.026,855,66	791.543,74
PM 5.	1.027,090,15	791.677,82

Fuente: Antek s.a. (octubre 2009)

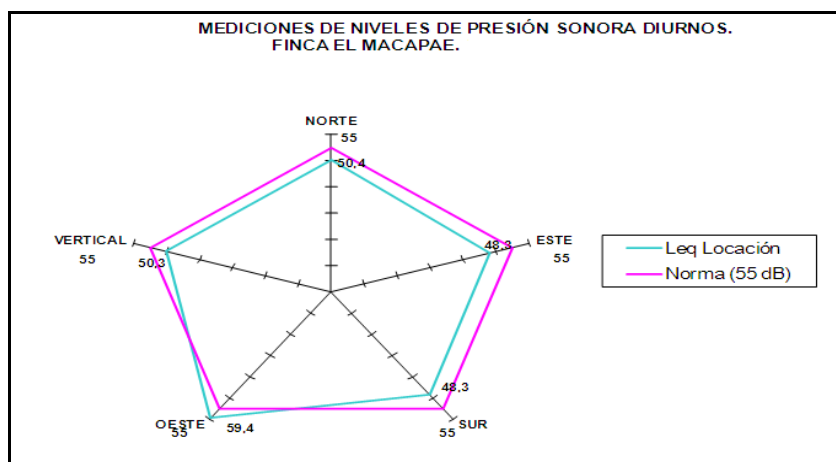
ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se presentan las modelaciones diurnas y nocturnas (curvas isófonas)

LECTURAS DIURNAS

PM 1 – FINCA MACAPAE

En la **FIGURA 3.103** podemos observar que los niveles de presión sonora del PM 1 cumplen satisfactoriamente con el límite máximo permitido por el sector D artículo 7 que es 55dB, excepto para el sentido oeste que sobrepasa el límite máximo permitido.

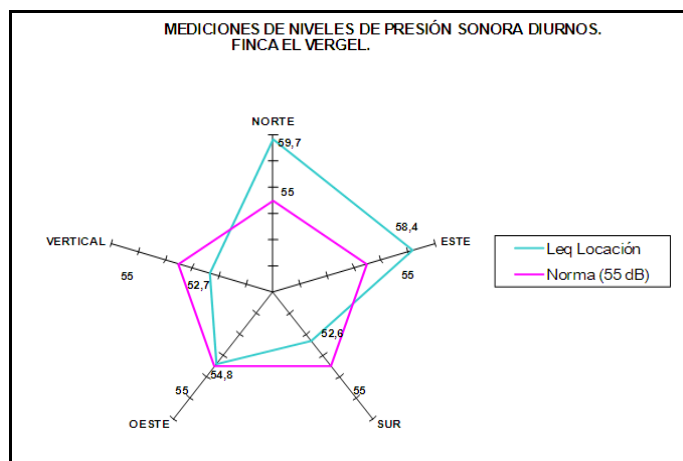
FIGURA 3.103 LECTURA EQUIVALENTE. MEDICIÓN DIURNA

Fuente: Antek S.A (Octubre, 2009)

Los niveles de presión sonora (NPS) en todos los sentidos reportados en el PM 1 cumplen satisfactoriamente con el sector D, ya que se encuentran dentro del límite de la norma que es 55 Decibeles, excepto el sentido oeste que supera el límite de la normatividad, la mayor lectura equivalente se registró en la posición oeste con 59,4 dB y la menor lectura en este y sur con 48,3 dB

PM 2 – FINCA EL VERGEL

En la **FIGURA 3.104** podemos observar que los niveles de presión sonora del PM 2 no cumplen con el límite máximo permitido por el sector D artículo 7 que es 55Db para los sentidos norte y este.

FIGURA 3.104 LECTURA EQUIVALENTE. MEDICIÓN DIURNA

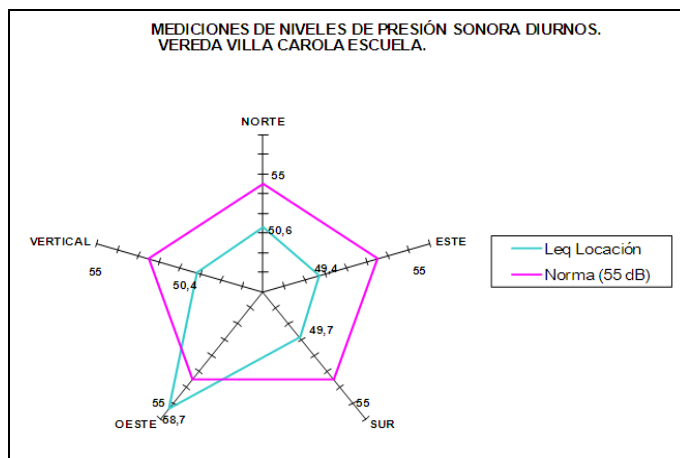
Fuente: ANTEK S.A (Octubre, 2009)

Los niveles de presión sonora (NPS) en todos los sentidos reportados en el PM 2 cumplen satisfactoriamente con el sector D, excepto los sentidos norte y este que sobrepasaron el límite máximo permisible por la normatividad vigente que es 55 Decibeles, la mayor lectura equivalente se registró en la posición norte con 59,7 dB y la menor lectura en sur con 52,6 dB.

PM 3 – VEREDA VILLA CAROLA ESCUELA

En la **FIGURA 3.105** podemos observar que los niveles de presión sonora del PM 3 cumplen satisfactoriamente con el límite máximo permitido por el sector D artículo 7 que es 55dB, excepto para el sentido oeste que sobrepaso el límite máximo permitido.

FIGURA 3.105 LECTURA EQUIVALENTE. MEDICIÓN DIURNA



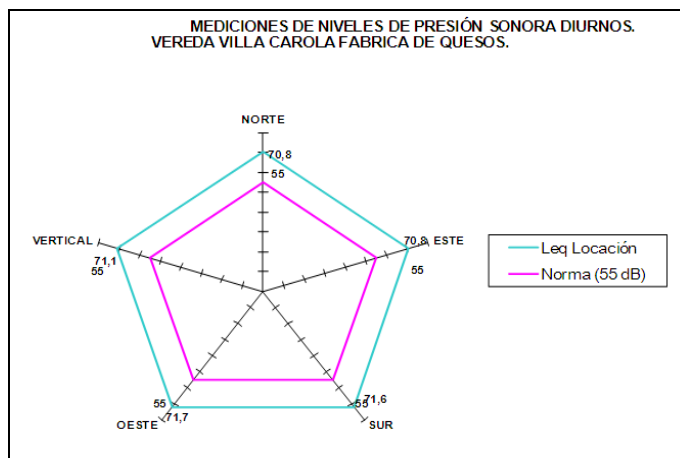
Fuente: ANTEK S.A (Octubre, 2009)

Los niveles de presión sonora (NPS) en todos los sentidos reportados en el PM 3 cumplen satisfactoriamente con el sector D, excepto el sentido oeste que supero el límite máximo permisible de la normatividad vigente que es 55 Decibeles, la mayor lectura equivalente se registró en la posición oeste con 58,7 dB y la menor lectura en este con 49,4 dB

PM 4 – VEREDA VILLA CAROLA FÁBRICA DE QUESOS

En la **FIGURA 3.106** podemos observar que los niveles de presión sonora del PM 4 no cumplen con el límite máximo permitido por el sector D artículo 7 que es 55dB.

FIGURA 3.106 LECTURA EQUIVALENTE. MEDICIÓN DIURNA



Fuente: Antek S.A (Octubre, 2009)

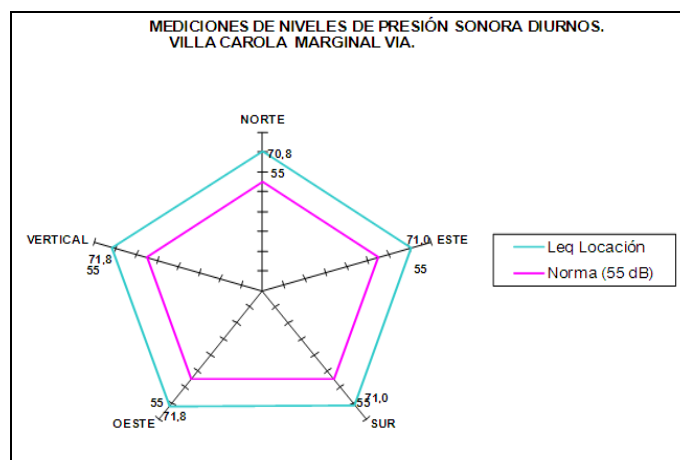
Los niveles de presión sonora (NPS) en todos los sentidos reportados en el PM 4 no cumplen con el sector D, ya que están sobrepasando el límite de la norma que es 55 Decibeles, la mayor lectura equivalente se registró en la posición oeste con 71,7 dB y la menor lectura en norte y este con 70,8 dB.

PM 5 – VEREDA VILLA CAROLA MARGINAL VÍA

En la **FIGURA 3.107** podemos observar que los niveles de presión sonora del PM 5 no cumplen con el límite máximo permitido por el sector D artículo 7 que es 55dB.

Los niveles de presión sonora (NPS) en todos los sentidos reportados en el PM 5 no cumplen con el sector D, ya que sobrepasan el límite de la norma que es 55 Decibeles, la mayor lectura equivalente se registró en la posición vertical y oeste con 71,8 dB y la menor lectura en norte con 70,8 dB.

FIGURA 3.107 LECTURA EQUIVALENTE. MEDICIÓN DIURNA



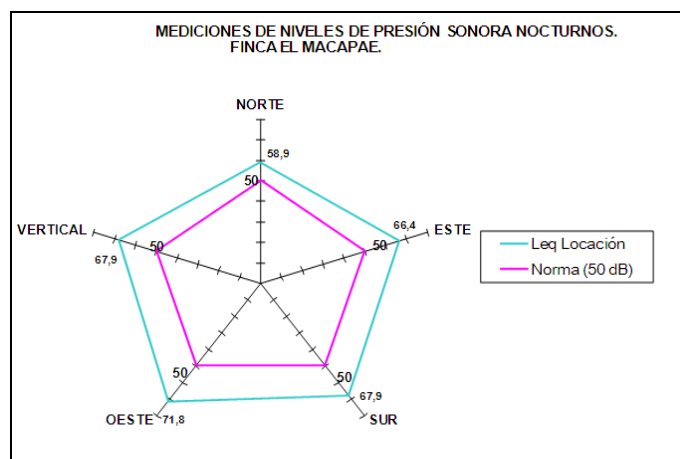
Fuente: Antek S.A. (Octubre, 2009).

♦ LECTURAS NOCTURNAS

PM 1 – FINCA MACAPAE

En la **FIGURA 3.108** podemos observar que los niveles de presión sonora de la PM 1 no cumplen con el límite máximo permitido por el sector D artículo 7 que es 50dB.

FIGURA 3.108 LECTURA EQUIVALENTE. MEDICIÓN NOCTURNA



Fuente: Antek S.A (Octubre, 2009)

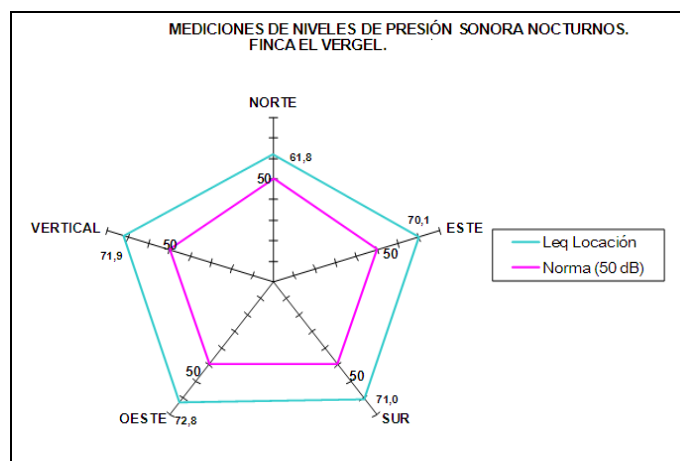
Los niveles de presión sonora (NPS) en todos los sentidos reportados en el PM 1 no cumplen con el sector D, ya que se encuentran sobrepasando los límites de la norma que es 50 Decibeles, la mayor lectura equivalente se registró en la posición oeste con 71,8 dB y la menor lectura en norte con 58,9 dB.

PM 2 – FINCA EL VERGEL

En la **FIGURA 3.109** podemos observar que los niveles de presión sonora del PM 2 no cumplen con el límite máximo permitido por el sector D artículo 7 que es 50dB.

Los niveles de presión sonora (NPS) en todos los sentidos reportados en el PM 2 no cumplen con el sector D, ya que se encuentran por encima de los límites de la norma que es 50 Decibeles, la mayor lectura equivalente se registró en la posición oeste con 72,8 dB y la menor lectura en norte con 61,8 dB.

FIGURA 3.109 LECTURA EQUIVALENTE. MEDICIÓN NOCTURNA



Fuente: Antek S.A (Octubre, 2009)

PM 3 – VEREDA VILLA CAROLA ESCUELA

En la **FIGURA 3.110** podemos observar que los niveles de presión sonora del PM 3 no cumplen con el límite máximo permitido por el sector D artículo 7 que es 50dB, excepto para el sentido este que cumple con la normatividad vigente.

Los niveles de presión sonora (NPS) en todos los sentidos reportados en el PM 3 no cumplen con el sector D, ya que se encuentran por encima de los límites de la norma que es 50 Decibeles, la mayor lectura equivalente se registró en la posición sur con 63,6 dB y la menor lectura en este con 55,2 dB.

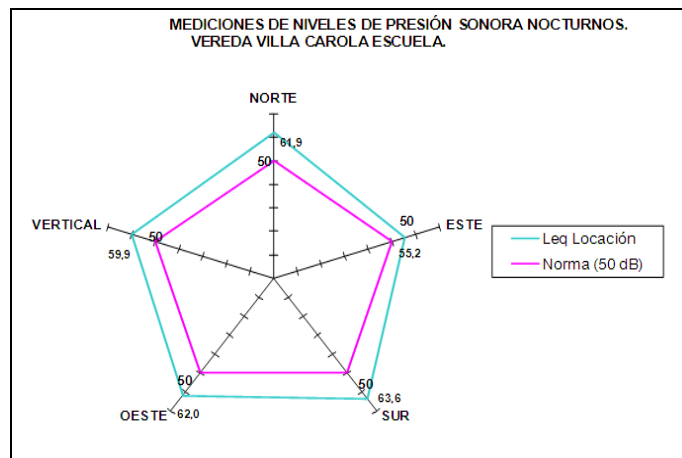
PM 4 – Villa Carola Fábrica de Quesos

En la **FIGURA 3.111** podemos observar que los niveles de presión sonora del PM 4 no cumplen con el límite máximo permitido por el sector D artículo 7 que es 50Db.

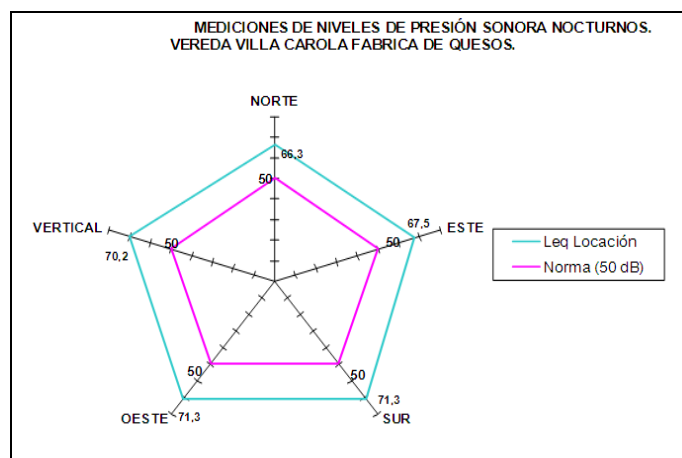
Los niveles de presión sonora (NPS) en todos los sentidos reportados en el PM 4 no cumplen con el sector D, ya que se encuentran por encima del límite de la norma que es 50 Decibeles, la mayor lectura equivalente se registró en la posición oeste y sur con 71,3 dB y la menor lectura en norte con 66,3 dB.

PM 5 – VEREDA VILLA CAROLA MARGINAL Vía

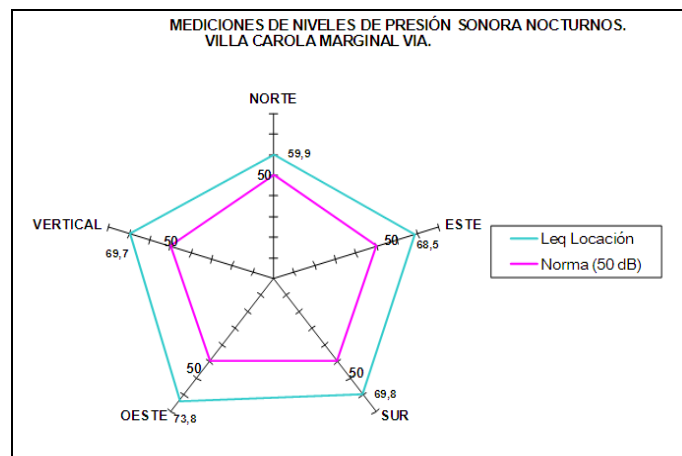
En la **FIGURA 3.112** podemos observar que los niveles de presión sonora del PM 5 no cumplen con el límite máximo permitido por el sector D artículo 7 que es 50Db.

FIGURA 3.110 LECTURA EQUIVALENTE. MEDICIÓN NOCTURNA

Fuente: Antek S.A (Octubre, 2009)

FIGURA 3.111 LECTURA EQUIVALENTE. MEDICIÓN NOCTURNA

Fuente: Antek S.A (Octubre, 2009)

FIGURA 3.112 LECTURA EQUIVALENTE. MEDICIÓN NOCTURNA

Fuente: ANTEK S.A (Octubre, 2009)

Los niveles de presión sonora (NPS) en todos los sentidos reportados en el PM 5 no cumplen con el sector D, ya que se encuentran sobrepasando los límites de la norma que es 50 Decibeles, la mayor lectura equivalente se registró en la posición oeste con 73,8 dB y la menor lectura en norte con 59,9 dB

CONCLUSIONES

- El ruido ambiental diurno presente en el municipio de Monterrey, presenta niveles de presión sonora superiores al límite permitido por la resolución 627/06, Los puntos de monitoreo que superaron los límites fueron PM 2 Finca el Vergel, PM 4 Vereda Villa Carola, PM 5 Vereda Villa Carola Fábrica de Quesos, estación, dichas estaciones presentan niveles de presión sonora superiores al límite de la normatividad vigente debido a las condiciones que se presentaron en el lugar del monitoreo en el momento de las mediciones, estas condiciones fueron fuentes fijas y fuentes móviles como son el ruido generado por animales silvestres, estudiantes de las escuelas del sector, vehículos de tracción pesada que circulan por las vías aledañas, personal del sector laborando con maquinaria como guadañas y compresores, las fuentes fijas presentadas fueron la fábrica de quesos en funcionamiento y la planta de generadora de energía para el funcionamiento de los equipos.
- El ruido ambiental nocturno presente en el municipio de Monterrey, presenta niveles de presión sonora superiores al límite permitido por la resolución 627/06, de los 20 puntos monitoreados todos superaron el límite de 50 decibeles establecido por la resolución en mención, se presentaron niveles de presión sonora altos debido a las condiciones del sector, se encontraron fuentes fijas y fuentes móviles, que fueron la presencia de animales silvestres, el tránsito moderado de vehículos por la zona, el ruido constante generado por el ladrido de perros de las fincas, tránsito de vehículos pesados no muy constante, fuentes fijas como la fábrica de quesos en funcionamiento y viviendas de la zona.

♦ ESTACIÓN B

Para llevar a cabo el monitoreo fue contratada la empresa MAHT Monitoréos Ambientales High Technology Ltda, en cargada de la estación B contando con seis puntos de monitoreo dentro de la Estación de Rebombeo Trompillos con las siguiente descripción (**TABLA 3.70**).

TABLA 3.70 PUNTOS DE MONITOREO ESTACIÓN B

PUNTO MONITOREO	REPORTE SESIÓN DIURNO YNOCTURNO	UBICACIÓN	ALTURA SONÓMETRO MTS.	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ESTE CENTRAL	
				N	E
PM 1 Tauramena	S453 N7 S459 D7	Cercanías km 171	4,00	1.002,199	836.737
PM 2 Tauramena	S454 N8 S460 D8	Cercanías km 172	4,00	1.002,029	836.633
PM 3 Tauramena	S455 N9 S461 D9	Cercanías km 173	4,00	1.001,863	836.510
PM 4 Tauramena	S456 N10 S462 D10	Cercanías km 174,5	4,00	1.001,421	836.295
PM 5 Tauramena	S457 N11 S463 D11	Cercanías km 176	4,00	1.001,349	836.340
PM 6 Tauramena	S458 N12 S464 D12	Cercanías km 177	4,00	1.001,253	836.552

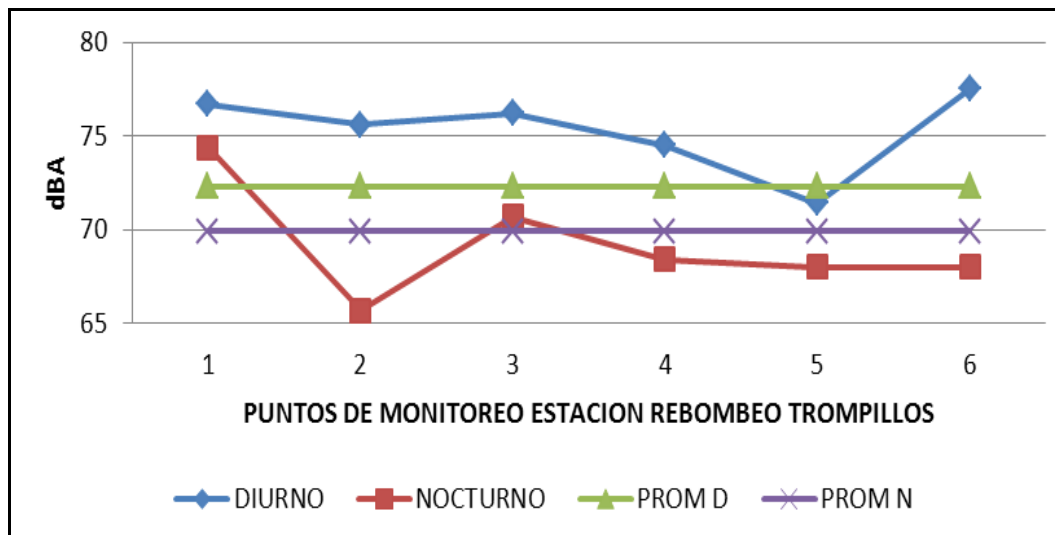
Fuente: Monitoréos Ambientales High Technology Ltda 2009.

Durante el monitoreo se encontró que en el área de estudio en la estación B, bajo el estado actual posee como principales factores asociados al incremento de niveles de presión sonora, el tránsito de vehículos de altas capacidades en horario diurno y nocturno principalmente. Este tipo de vehículos genera niveles con características de ruido tendiente a ser mayores en bajas frecuencias por lo que esta corrección es la

que se aplicó en mayor medida incrementando las lecturas en 5 y hasta 8 dBA. Así mismo, las condiciones medioambientales propias tales como presencia de animales y en especial aves, influyen sobre las condiciones sonoras de base, ocasionando ruidos tendientes a las altas frecuencias, que provocan ajustes de hasta 5dBA.

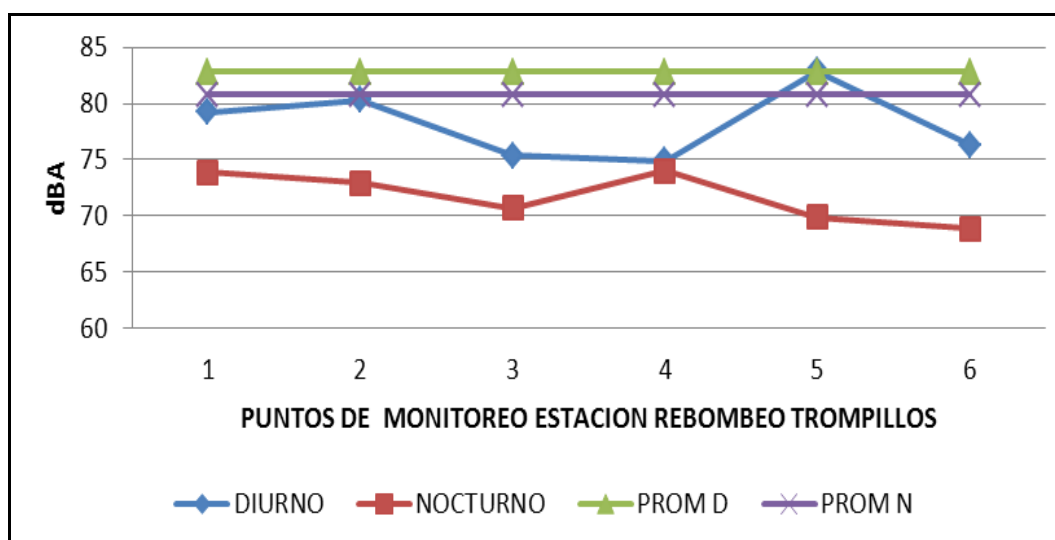
En horario diurno se encontró que los niveles de emisión de ruido estuvieron entre rango de los 61.0 dBA y los 77,5dBA, con sobrepaso del nivel normativo de referencia de 55 dBA en los seis puntos monitoreados (**FIGURAS 3.113, 3.114, 3.115 y 3.116**).

FIGURA 3.113 DATOS DE LEQ AMBIENTAL EN EL SECTOR DE ESTUDIO. ESTACIÓN DE REBOMBEO TROMPILLOS

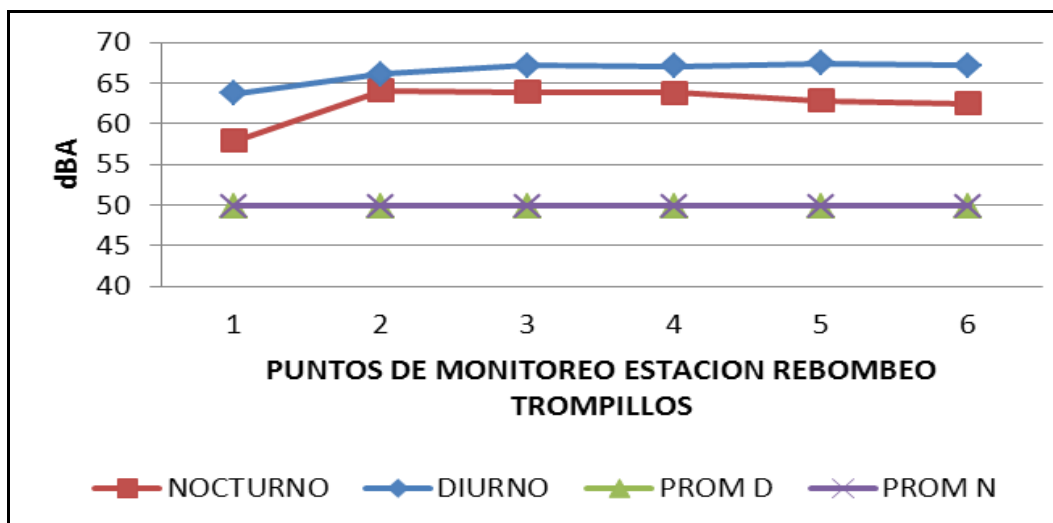


Fuente: Monitoreos Ambientales High TechnologyLtda 2009

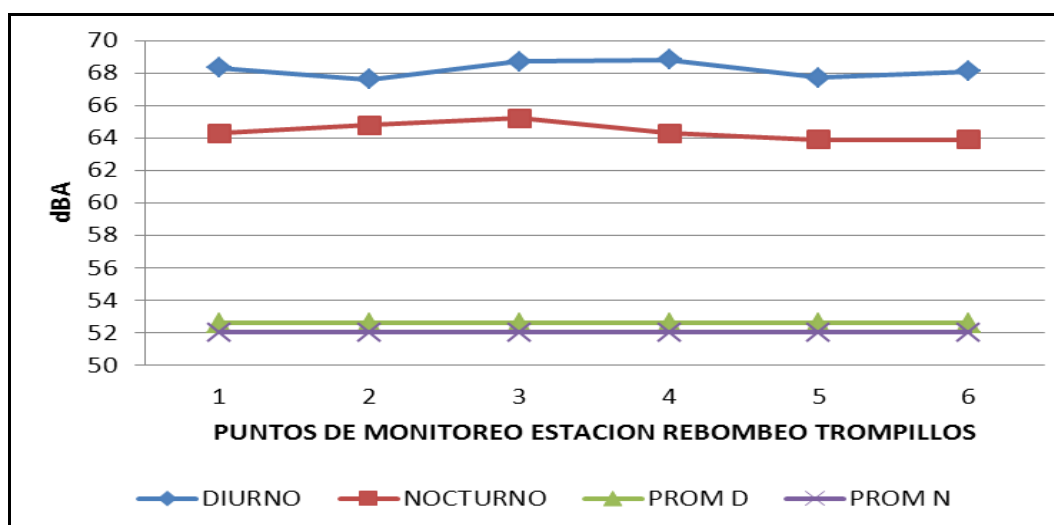
FIGURA 3.114 DATOS DE LMAX AMBIENTAL EN EL SECTOR DE ESTUDIO. ESTACIÓN DE REBOMBEO TROMPILLOS



Fuente: Monitoreos Ambientales High TechnologyLtda 2009

FIGURA 3.115 DATOS DE LMIN AMBIENTAL EN EL SECTOR DE ESTUDIO. ESTACIÓN DE REBOMBEO TROMPILLOS

Fuente: Monitoreos Ambientales High Technology Ltda 2009

FIGURA 3.116 DATOS DE I90 AMBIENTAL EN EL SECTOR DE ESTUDIO. ESTACIÓN DE REBOMBEO TROMPILLOS

Fuente: Monitoreos Ambientales High Technology Ltda 2009

CONCLUSIONES

- El monitoreo de emisión de ruido en el sector de estudio indica que el incremento en los niveles de presión sonora, tomando como referencia el valor de 55 dBA en horario diurno y 45 dBA en horario nocturno para áreas del tipo rural, según la Resolución 627 de abril de 2006 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, se presenta predominantemente en horario diurno, con un promedio global de 72,3 dBA debido al paso periódico de vehículos de distintas capacidades, por lo que se considera que su magnitud es alta y de alcance reducido.
- En horario nocturno el nivel promedio global de emisión de ruido alcanza los 69,9 dBA, nivel que se encuentra por encima del límite de 45 dBA establecido en la Resolución 627 de abril de 2006 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, debido también al tráfico de vehículos por la zona y las características de ruido propias de fauna presentes, como aves e insectos.

- Conforme a los resultados de distribución espacial de niveles de presión sonora representados en los mapas de ruido diurno y nocturno, se considera que la propagación del sonido logra cubrir de manera altamente significativa, valores de ruido ambiental que parten por encima de los límites estipulados para horario diurno y nocturno en la Resolución 627 de 2006 del MAVDT, hasta zonas alejadas que se encuentran en cumplimiento, en razón a que los puntos con mayores niveles de presión sonora poseen duración temporal corta y mínima área de cobertura.
- En esta zona del sector río Upía a río meta para la construcción de la Línea de transmisión Eléctrica de 230 kV Subestación Chivor - Campo Rubiales, presenta en el momento sin proyecto condiciones de impacto por ruido ambiental en un rango alto a medio, tanto para horario diurno y nocturno con una mayor incidencia en horario diurno ocasionada principalmente por el tránsito de vehículos de alta capacidad, principalmente para el caso en que operen proyectos petrolíferos se espera que se tengan impactos sonoros de importancia media causados por los niveles de presión sonora producidos en las actividades que impliquen funcionamiento de maquinaria, generadores, movimiento de materiales, y tránsito de vehículos.

SECTOR RÍO META – CAMPO RUBIALES

Las medidas de niveles de ruido ambiental con ponderación A, se efectuaron teniendo en consideración la Norma ISO 1996 y desde luego la Resolución No. 0627 del MAVDT, instalando el micrófono del sonómetro en el sentido de las cuatro direcciones principales y en el sentido vertical.

Es importante señalar que el área de influencia directa se encuentra localizada en una zona rural donde predominan grandes haciendas con gran extensión de tierra dedicada a la ganadería y el cultivo de palma africana, con muy pocas viviendas. Las coordenadas de los puntos seleccionados se presentan en la **TABLA 3.71**.

TABLA 3.71 COORDENADAS PUNTOS DE MUESTREO

DESCRIPCIÓN	COORDENADA	
	ESTE	NORTE
Punto N° 1	893.206	950.576
Punto N° 2	890.988	944.921
Punto N° 3	895.722	944.006
Punto N° 4	897.831	948.492
Punto N° 5	900.090	947.538
Punto N° 6	893.923	939.458
Punto N° 7	886.825	942.034

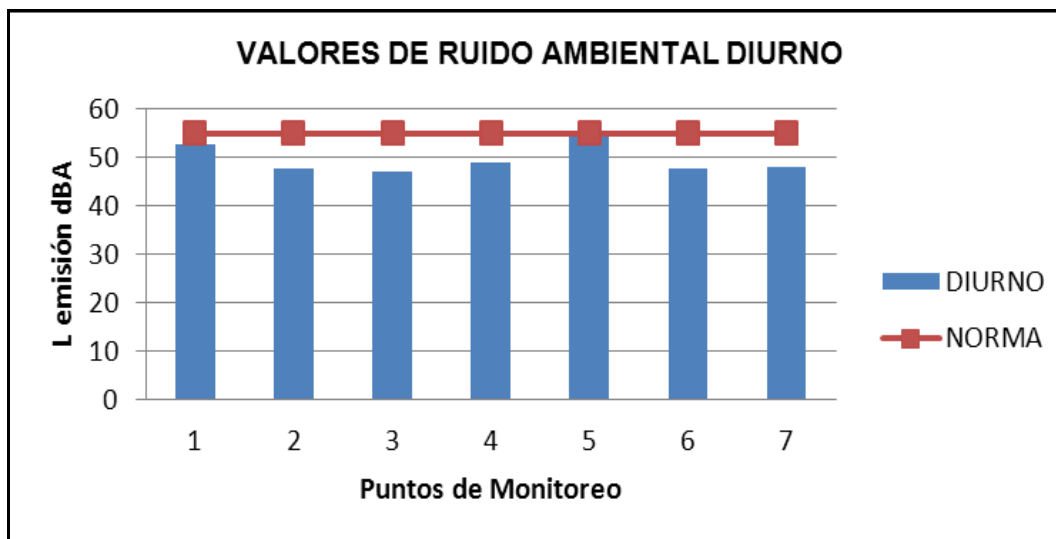
Fuente: estudio para la modificación de la licencia ambiental global del área de desarrollo caracara – campo peguita. Geoingeniería. 2007

Los resultados se presentan en el formato sugerido por la Resolución No. 0627 del 7 de abril de 2006. Para los puntos de monitoreo de ruido ambiental se realizaron mediciones en diez (10) puntos diferentes y en cada punto se midió en 5 direcciones diferentes. Los resultados se presentan en la **TABLA 3. 72** y en la **FIGURA 3. 117**.

TABLA 3.72 RESULTADOS DEL MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL

PUNTO MONITOREO	RESULTADO MONITOREO	NORMA
1	52,8	55
2	47,8	55
3	47,1	55
4	49	55
5	54,2	55
6	47,7	55
7	48,2	55

Fuente: estudio para la modificación de la licencia ambiental global del área de desarrollo caracara – campo peguita. Geoingeniería. 2007

FIGURA 3.117 RESULTADOS DEL MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL

Fuente: Estudio para la Modificación de la Licencia Ambiental global del Área de Desarrollo Caracara – Campo Peguita. Geingeniería. 2007.

CONCLUSIONES

El Área de Desarrollo Caracara se encuentra localizada en zona rural de los municipios de Puerto Gaitán y Puerto López, Meta, por lo que aplica para comparación de normas con el sector D para zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado, subsector zona rural habitada destinada a explotación agropecuaria descrito en la Resolución No. 0627 de 2006.

Los niveles de ruido ambiental hallados en todos los puntos monitoreados se encuentran por debajo de la norma diurna sector D, descrito en el Artículo 17 de la Resolución No. 0627 de abril de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Los niveles de ruido en las cuatro orientaciones del micrófono y en la vertical no presentan variaciones apreciables ya que en su mayoría fueron de menos de 3 dB(A).

A nivel de línea base en toda el área de evaluación, los niveles de ruido son inferiores a los límites reglamentados por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial para el uso correspondiente.

♦ ESTACIÓN DE REBOMBEO HORIZONTE PUERTO GAITÁN – META

Para el monitoreo se escogieron 6 puntos concertados con la Supervisora Ambiental Ingeniera Patricia Arévalo cumpliéndose con lo establecido en la Resolución número 627 de abril de 2006. Los puntos monitoreados se describen a continuación en la **TABLA 3.73**.

En el mapa que aparece a continuación (**FIGURA 3.118**), se observa la disposición general de los puntos monitoreados.

RESULTADOS

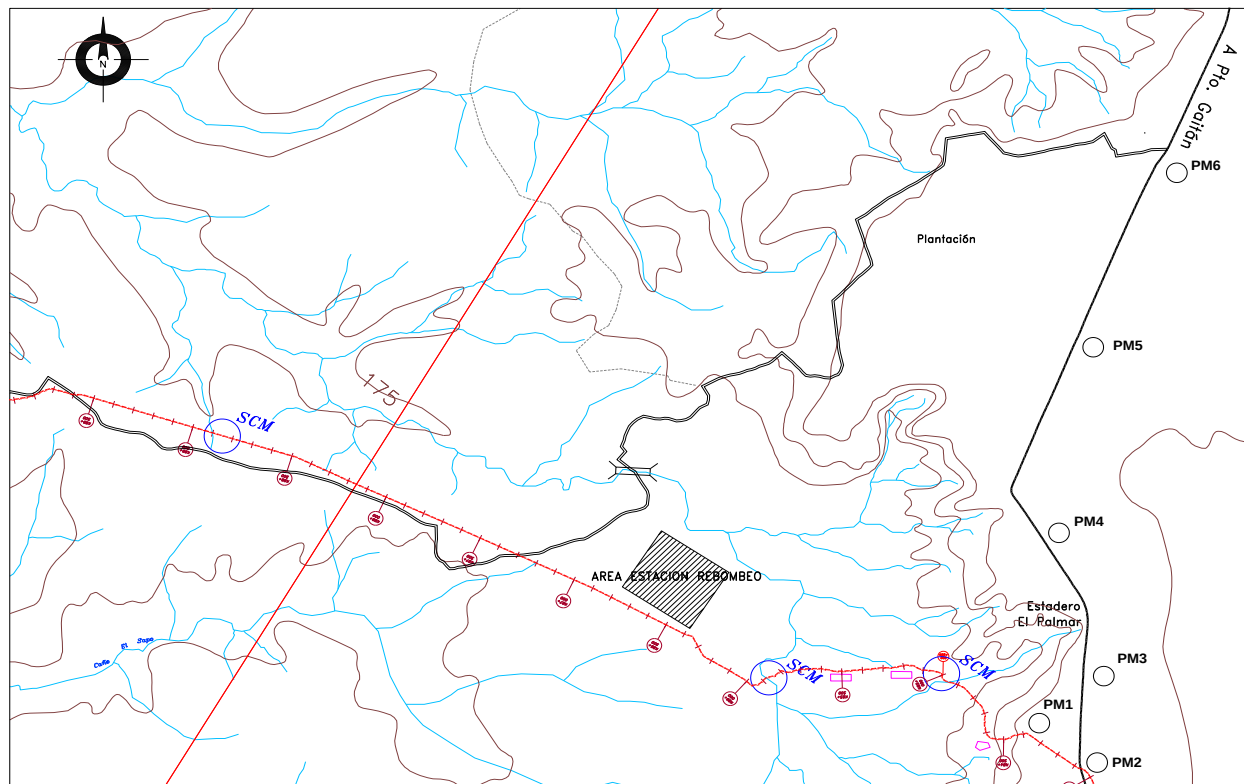
En la primera parte se presentan los resultados gráficos obtenidos para el nivel de presión sonora equivalente L_{eq} en los sitios de muestreo. Posteriormente se presentan los resultados de Ruido Ambiental, calculada según lo estipulado en el Capítulo II del Anexo 3, de la Resolución 627 de 2006 del MAVDT.

TABLA 3.73 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

PUNTO MONITOREO	REPORTE SESIÓN DIURNO YNOCTURNO	UBICACIÓN	ALTURA SONÓMETRO MTS.	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ESTE CENTRAL	
				N	E
PM 1 K86 Puerto Gaitán – Meta	S370D1 S364N1		4,00	945.561	892.851
PM 2 K86 Puerto Gaitán – Meta	S371D2 S365N2	Casa de madera	4,00	945.763	892.797
PM 3 K86 Puerto Gaitán – Meta	S372D3 S366N3	A 300 metros al Norte aproximadamente de la casa de madera Finca Las Palmas.	4,00	945.970	892.741
PM 4 K86 Puerto Gaitán – Meta	S373D4 S367N4	A 1000 metros aproximadamente al norte de la casa de madera Finca Las Palmas.	4,00	946.178	892.718
PM 5 K86 Puerto Gaitán – Meta	S374D5 S368N5	A 2000 metros al norte aproximadamente de la casa de madera Finca Las Palmas.	4,00	946.405	892.729
PM 6 K86 Puerto Gaitán – Meta	S375D6 S369N6	A 3000 metros aproximadamente al norte Finca las Palmas vía Pto Gaitán Rubiales.	4,00	946.612	892.695

Fuente; monitóreos ambientales hightechnology ltda: maht. Informe de caracterización de la calidad del aire, oleoducto de los llanos orientales km 86 y 174. Diciembre 2009.

FIGURA 3.118 MAPA CARTOGRAFICO DE LA LOCACIÓN PUERTO GAITÁN. ESTACIÓN DE REBOMBEO HORIZONTE



Fuente; monitóreos ambientales hightechnology ltda: maht. Informe de caracterización de la calidad del aire, oleoducto de los llanos orientales km 86 y 174. Diciembre 2009.

Durante el monitoreo se encontró que en el área Oleoducto de los Llanos Estación de Rebombéo Horizonte, bajo el estado actual posee como principales factores asociados al incremento de niveles de presión sonora, el tránsito de vehículos de altas capacidades en horario diurno y nocturno principalmente. Este tipo de vehículos genera niveles con características de ruido tendiente a ser mayores en bajas frecuencias por lo que esta corrección es la que se aplicó en mayor medida incrementando las lecturas en 5 y hasta 8 dBA. Asimismo, las condiciones medioambientales propias tales como presencia de animales y en especial aves, influyen sobre las condiciones sonoras de base, ocasionando ruidos tendientes a las altas frecuencias, que provocan ajustes de hasta 5dBA.

En horario diurno se encontró que los niveles de emisión de ruido estuvieron entre el rango de los 61.0 dBA y los 73,7dBA, con sobrepaso del nivel normativo de referencia de 55 dBA en los puntos monitoreados que corresponden a las FIGURAS 3.119 A 3.126.

FIGURA 3.119 RESULTADOS LECTURAS NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE CORREGIDO LEQDB (A) DE LOS 6 PUNTOS MONITOREO DIURNO. ESTACIÓN DE REBOMBEO HORIZONTE (PUERTO GAITÁN – META)

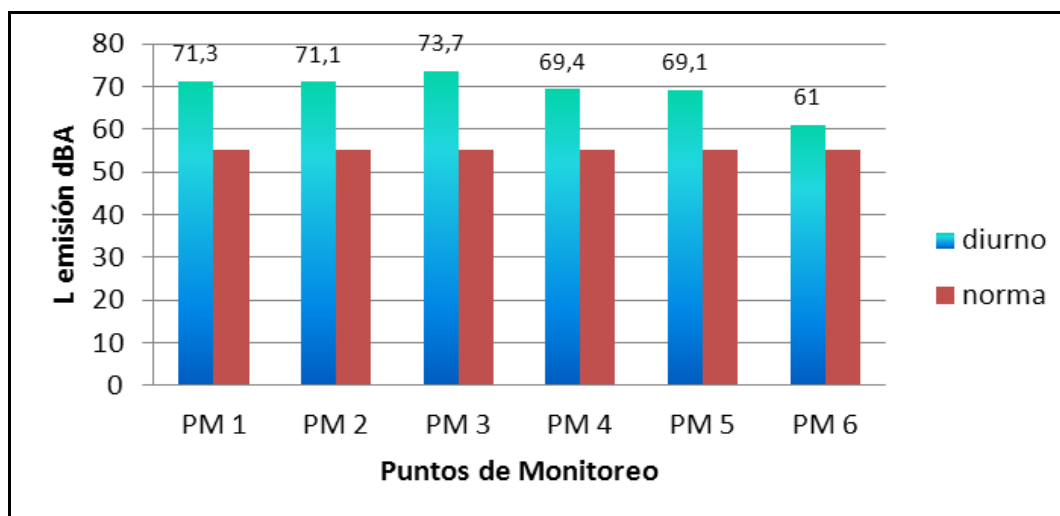


FIGURA 3.120 RESULTADOS LECTURAS NIVEL DE PRESIÓN SONORA MÁXIMO LAS MAXDB (A) DE LOS 6 PUNTOS MONITOREO DIURNO. ESTACIÓN DE REBOMBEO HORIZONTE. (PUERTO GAITÁN – META)

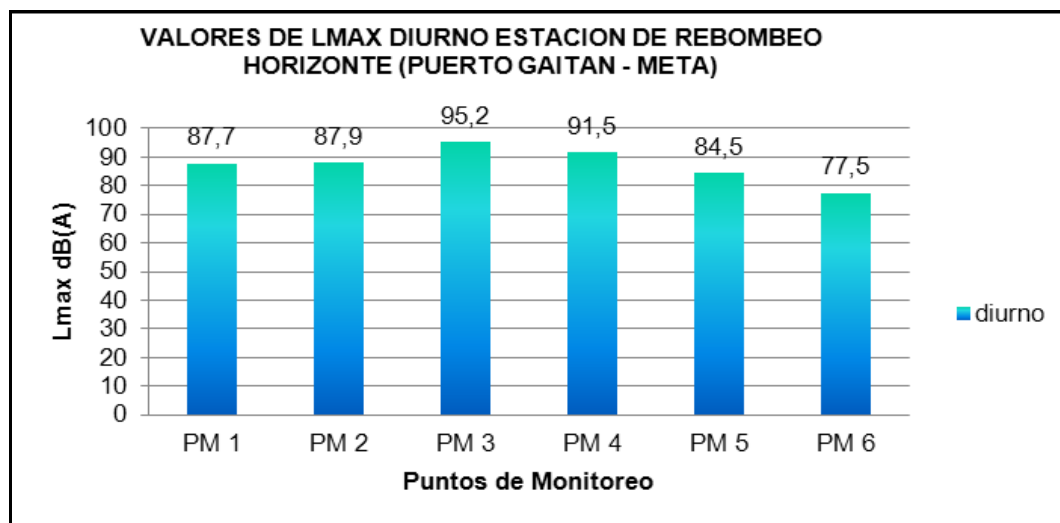


FIGURA 3.121 RESULTADOS LECTURAS NIVEL DE PRESIÓN SONORA MÍNIMO L_{MIN}DB (A) DE LOS 6 PUNTOS MONITOREO DIURNO. ESTACIÓN DE REBOMBEO HORIZONTE. (PUERTO GAITÁN – META)

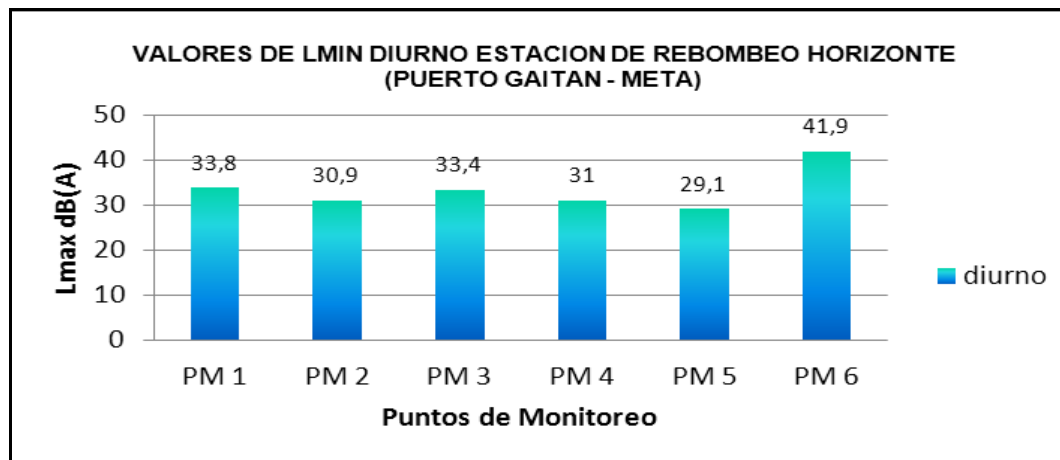


FIGURA 3.122 RESULTADOS LECTURAS NIVEL PERCENTIL 90, L₉₀ DB (A,) DE LOS 6 PUNTOS MONITOREO DIURNO. ESTACIÓN DE REBOMBEO HORIZONTE. (PUERTO GAITÁN – META)

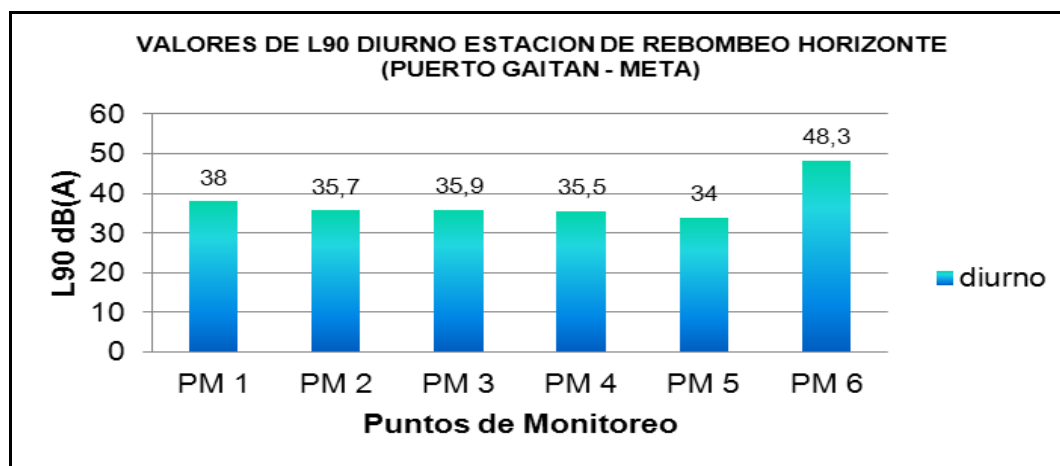


FIGURA 3.123 RESULTADOS LECTURAS NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE L_{EQ}DB (A) DE LOS 6 PUNTOS MONITOREO NOCTURNO. ESTACIÓN DE REBOMBEO HORIZONTE. (PUERTO GAITÁN – META)

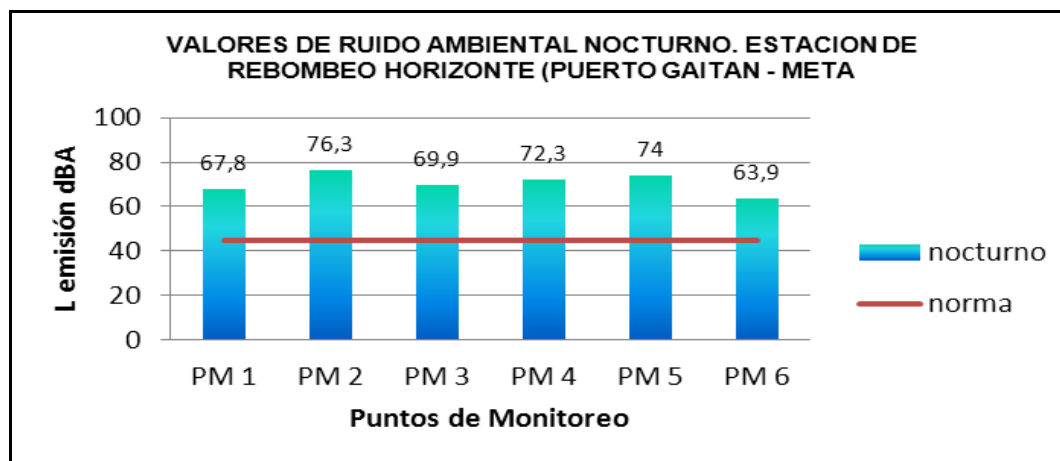


FIGURA 3.124 RESULTADOS LECTURAS NIVEL DE PRESIÓN SONORA MÁXIMO LAS MAXDB (A) DE LOS 6 PUNTOS MONITOREO NOCTURNO. ESTACIÓN DE REBOMBEO HORIZONTE. (PUERTO GAITÁN – META)

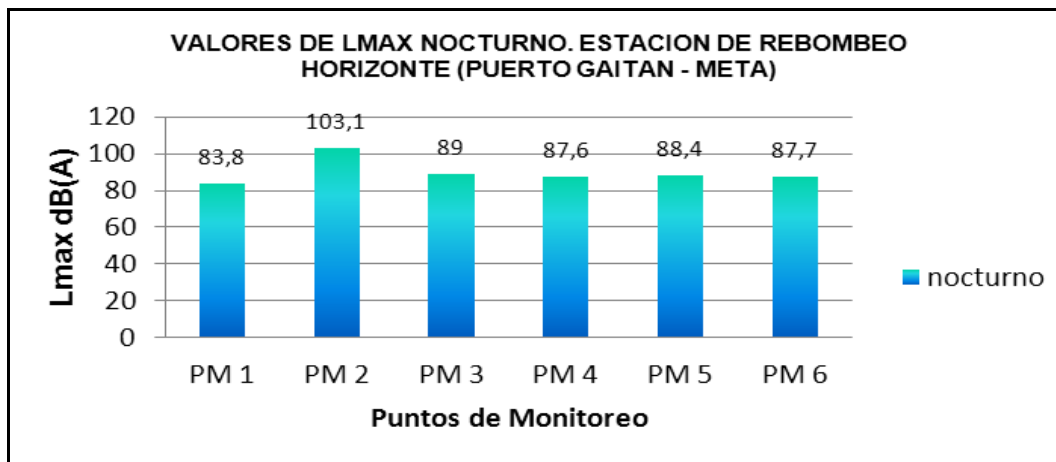


FIGURA 3.125 RESULTADOS LECTURAS NIVEL DE PRESIÓN SONORA MÍNIMO LMINDB (A) DE LOS 6 PUNTOS MONITOREO NOCTURNO. ESTACIÓN DE REBOMBEO HORIZONTE. (PUERTO GAITÁN – META)

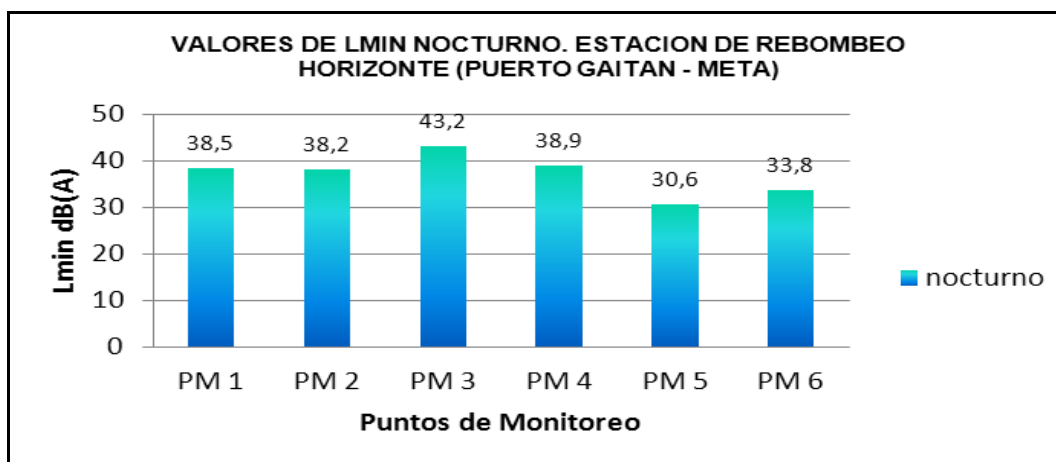
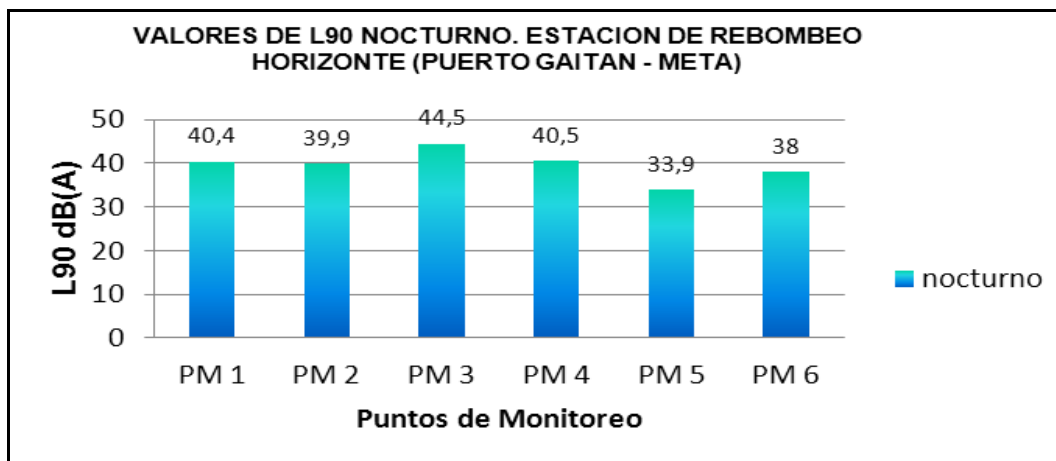


FIGURA 3.126 RESULTADOS LECTURAS NIVEL PERCENTIL 90 DB (A) DE LOS 6 PUNTOS MONITOREO NOCTURNO. ESTACIÓN DE REBOMBEO HORIZONTE. (PUERTO GAITÁN – META)



A nivel espacial, según lo indican los mapas de ruido correspondientes, se encuentra que los niveles de presión sonora de los puntos de monitoreo en horario diurno y nocturno abarcan niveles por encima de los 45 dB. Debido al comportamiento logarítmico de la propagación del sonido, los sitios en donde se registraron los mayores de nivel de presión sonora para cada horario y los cuales están relacionados principalmente con el trazado de la vía de acceso, poseen un área de afectación reducida, así mismo se observa que a medida que los niveles de presión sonora disminuyen, el área cubierta por dicho nivel se incrementa (**FIGURAS 3.127 Y 3.128**).

FIGURA 3.127 COMPORTAMIENTO RESULTADOS LECTURAS DIURNAS EN LOS 6 PUNTOS MONITOREADOS. ESTACIÓN DE REBOMBEO HORIZONTE. (PUERTO GAITÁN – META)

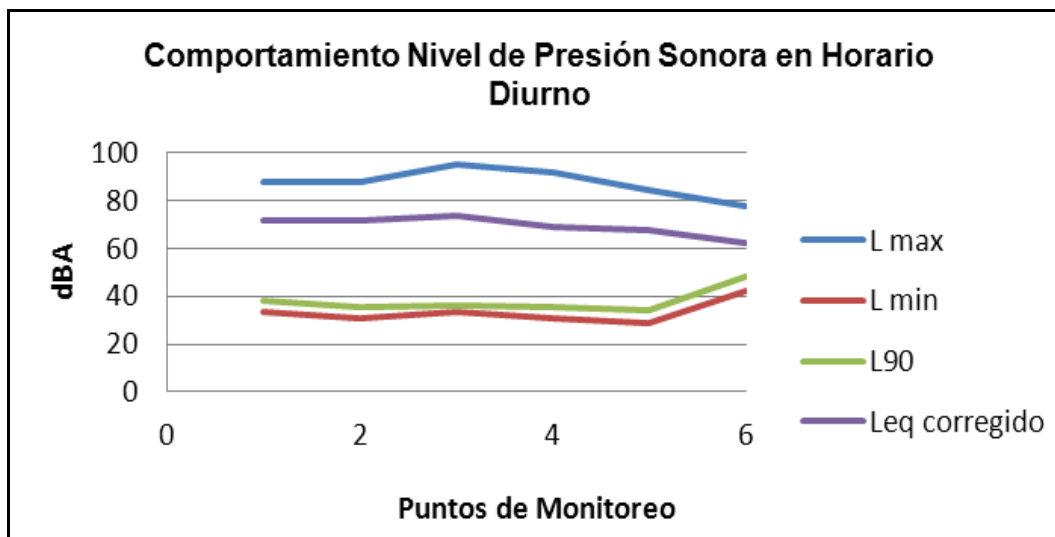
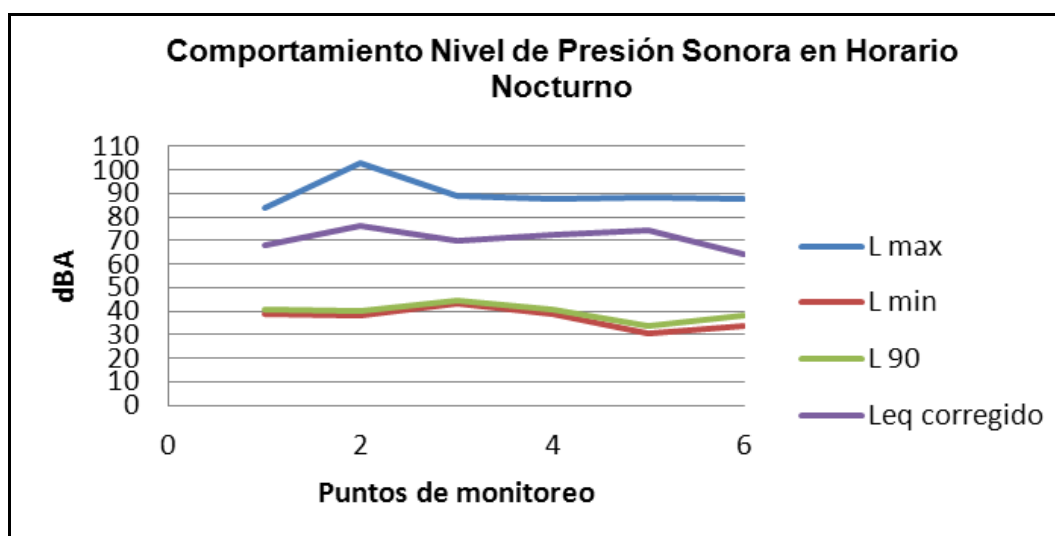


FIGURA 3.128 COMPORTAMIENTO RESULTADOS LECTURAS NOCTURNAS EN LOS 6 PUNTOS MONITOREADOS. ESTACIÓN DE REBOMBEO HORIZONTE. (PUERTO GAITÁN – META).



Nota: los valores de leq tanto para horario diurno como nocturno son los niveles corregidos, por lo que algunos valores pueden ser similares e incluso superar el registro lmax.

Con base en lo anterior, se considera de manera global que dadas las características particulares de las zonas de estudio en las cuales los niveles de presión sonora están vinculados principalmente al paso de

vehículos, se poseen valores de ruido ambiental en horario diurno y nocturno por encima de los requerimientos de la normatividad colombiana Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, cuya influencia disminuye a niveles de cumplimiento a medida que se aleja del área de las vías.

Así mismo, el incremento en los niveles de presión sonora o de emisión de ruido están asociados a un área de influencia limitada por la zona que es directamente intervenida por el proyecto y en menor medida las áreas circundantes, por ejemplo, de zonas de perforación o explotación de hidrocarburos en máximo 500m a 800m.

La duración del impacto generado por incrementos en el nivel de ruido puede ser fugaz cuando tomando como referencia un punto, escuela o vivienda, existe un factor que incrementa los niveles de presión sonora de manera muy corta, es decir, en cuestión de algunos minutos, como es el caso del paso de vehículos. De igual forma para el caso de actividades con gran incidencia en la generación de ruido como lo son las operaciones de perforación de pozos de petróleo, la duración del impacto se considera fugaz dado que la naturaleza de esta actividad alcanza tiempo de desarrollo generalmente no superiores a los 45 días.

La reversibilidad del cambio en los niveles de ruido en el ambiente es considerada como reversible a corto plazo, dado que su impacto termina una vez la fuente de generación de ruido es removida o desactivada, pues su permanencia se encuentra físicamente ligada a ella. Por lo anterior, la alteración de los niveles de presión sonora o impacto generado por el ruido puede ser eliminado a muy corto plazo mediante la utilización de barreras, pantallas acústicas y políticas de mantenimiento y circulación de vehículos.

Por otra parte, el incremento en los niveles de ruido en el área, presentan una tendencia simple de manifestación del impacto pues no existe un incremento progresivo en la magnitud tal que sobrevenga en la generación de nuevos impactos.

Dependiendo de la duración del aspecto a evaluar en cuanto a ruido, se puede considerar la periodicidad del impacto sonoro relacionado con una actividad, pues al tratarse por ejemplo del transporte de materiales o personal a través del área de estudio, pueden considerarse como discontinuas o irregulares pues no existe un patrón constante que defina en un intervalo de tiempo, por ejemplo días o meses para la aparición de la fuente del impacto.

El impacto por ruido se considera que tiene una probabilidad de ocurrencia media dado que está asociado a la realización de actividades como movilización y tránsito de vehículos o funcionamiento de generadores eléctricos, según la disponibilidad de red de energía eléctrica, cuya operación implica inevitablemente el incremento en los niveles de presión sonora en un área determinada por la facilidad de propagación del sonido.

Para la etapa de caracterización fue posible identificar como principales fuentes de impacto en el componente sonoro las actividades asociadas a transporte, y paso de vehículos de carga pesada principalmente relacionados con la industria petrolera, y que según los resultados obtenidos en horario diurno se consideran con magnitud alta debido a que se encontró que el 100% de los puntos monitoreados estuvieron por encima del valor estipulado en la normatividad. No obstante, según lo estimado en el mapa de ruido correspondiente, el área de influencia de estos sobrepasos es reducida a medida que se aleja de los corredores viales, y limitada a la frecuencia de paso de los vehículos.

En la estimación para la etapa con proyecto, se identificaron como factores de incidencia o importancia moderada en la generación de impacto sonoro las relacionadas con el transporte adicional de personal, maquinaria materiales y equipos, el movimiento de tierras en la adecuación de locaciones, el transporte de crudo. Por otra parte, las actividades encaminadas al mantenimiento de vehículos relacionados con la realización de trabajos, se considera que tienen impacto irrelevante.

Para lo anterior, se sugiere considerar como medidas de manejo, programar esquemas de mantenimiento preventivo que comprendan, pero sin limitarse, a la sincronización de los motores de generación eléctrica, en caso de requerirse, y el correcto ajuste de todas sus partes móviles, así como la verificación del certificado de revisión técnico mecánica al día de la maquinaria y vehículos utilizados en las actividades del proyecto. Así mismo, se debe informar a los operarios y conductores sobre la restricción a la velocidad, uso de bocinas y sirenas en las aéreas de mayor sensibilidad como lo son los centros poblados, viviendas y escuelas.

En caso de llevarse a cabo actividades estacionarias generadoras de ruido, cuya duración sea superior a un año, o según el entorno así lo justifique, se recomienda tener en cuenta en la ubicación de los equipos ruidosos, las aéreas arborizadas circundantes pues sus raíces permiten que el suelo sea más poroso y acústicamente más blando, lo que consecuentemente provoca que el ruido sea absorbido y su propagación atenuada de mejor manera en este tipo de terreno que en aquellos duros como el asfalto o el cemento. Asimismo, en caso de no poseer este tipo de barreras naturales se deberá evaluar la contratación el diseño de las barreras acústicas pertinentes, principalmente en el caso que las actividades generadoras de ruido tengan una duración superior a un (1) año y los niveles de emisión sonora en las aéreas circundantes a 100m estén por encima de los 75 dBA.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El monitoreo de emisión de ruido en el área de la Estación de Rebombéo de Horizonte (Puerto Gaitán – Meta) indica que el incremento en los niveles de presión sonora, tomando como referencia el valor de 55 dBA en horario diurno y 45 dBA en horario nocturno para áreas del tipo rural, según la Resolución 627 de abril de 2006 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, se presenta predominantemente en horario diurno, debido al paso periódico de vehículos de distintas capacidades, por lo que se considera que su magnitud es alta y de alcance reducido.
- En horario nocturno el nivel promedio global de emisión de ruido se encuentra por encima del límite de 45 dBA establecido en la Resolución 627 de abril de 2006 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, debido también al tráfico de vehículos por la zona y las características de ruido propias de fauna presentes, como aves e insectos.
- Conforme a los resultados de distribución espacial de niveles de presión sonora representados en los mapas de ruido diurno y nocturno, se considera que la propagación del sonido logra cubrir de manera altamente significativa, valores de ruido ambiental que parten por encima de los límites estipulados para horario diurno y nocturno en la Resolución 627 de 2006 del MAVDT, hasta zonas alejadas que se encuentran en cumplimiento, en razón a que los puntos con mayores niveles de presión sonora poseen duración temporal corta y mínima área de cobertura.
- Adicionalmente, se recomienda propender las acciones y políticas de control correspondientes para que los vehículos y maquinaria pesada posean los certificados de mantenimiento técnico mecánico, restricciones de velocidad y circulación con el propósito de reducir los impactos negativos por emisión de ruido y el consecuente incremento en ruido ambiental al medio circundante, comunidad y trabajadores.

3.2.9 GEOTECNIA

3.2.9.1 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA

♦ INTRODUCCIÓN Y ALCANCE

PACIFIC RUBIALES ENERGY como parte de la operación del campo Rubiales construyó un oleoducto entre las instalaciones de producción localizadas en el municipio de Puerto Gaitán; departamento del Meta, hasta las instalaciones del CPF Cusiana, localizado en el municipio de Tauramena; departamento de Casanare, con el fin de transportar un volumen aproximado de 120.000 BBd de crudo, los cuales serán entregados a la empresa OCENSA para su transporte final hacia el interior del país a través del oleoducto existente, operado actualmente por dicha empresa.

La tubería tiene una longitud de aproximadamente 224 km y el diámetro es de 24 Pulgadas. Para ampliar el volumen de producción de hidrocarburos a ser transportado por este oleoducto, se construirán 2 estaciones de bombeo las cuales requerirán del suministro de energía eléctrica (así como las instalaciones en campo rubiales) para su operación.

Por lo anterior PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS (P.E.L.) planea la construcción de la línea de transmisión de energía eléctrica para suplir esta necesidad. Uno de los insumos fundamentales para establecer el diseño más óptimo y confiable posible es la caracterización geotécnica del corredor con los siguientes objetivos:

- Identificar las características geomorfológicas y geotécnicas relevantes para el desarrollo adecuado de las actividades de construcción.
- Realizar la sectorización geotécnica del corredor con el fin de obtener una visión general de las condiciones del terreno y establecer para cada sector las estrategias de construcción más apropiadas.

♦ **METODOLOGÍA**

Siendo uno de los alcances del presente estudio, la realización de la zonificación geotécnica del corredor de la línea eléctrica de 230 kV entre la subestación Chivor y campo Rubiales a escala 1:25.000, se hizo necesario aplicar una metodología de trabajo que permitiera identificar, planear y adelantar actividades para lograr el cumplimiento del alcance mencionado.

En la siguiente figura se presenta un esquema de la metodología seguida en el presente estudio; en los apartes siguientes se hace un desglose de la misma donde plasman las actividades realizadas así como los parámetros y variables que se tuvieron en cuenta para realizar la zonificación geotécnica.

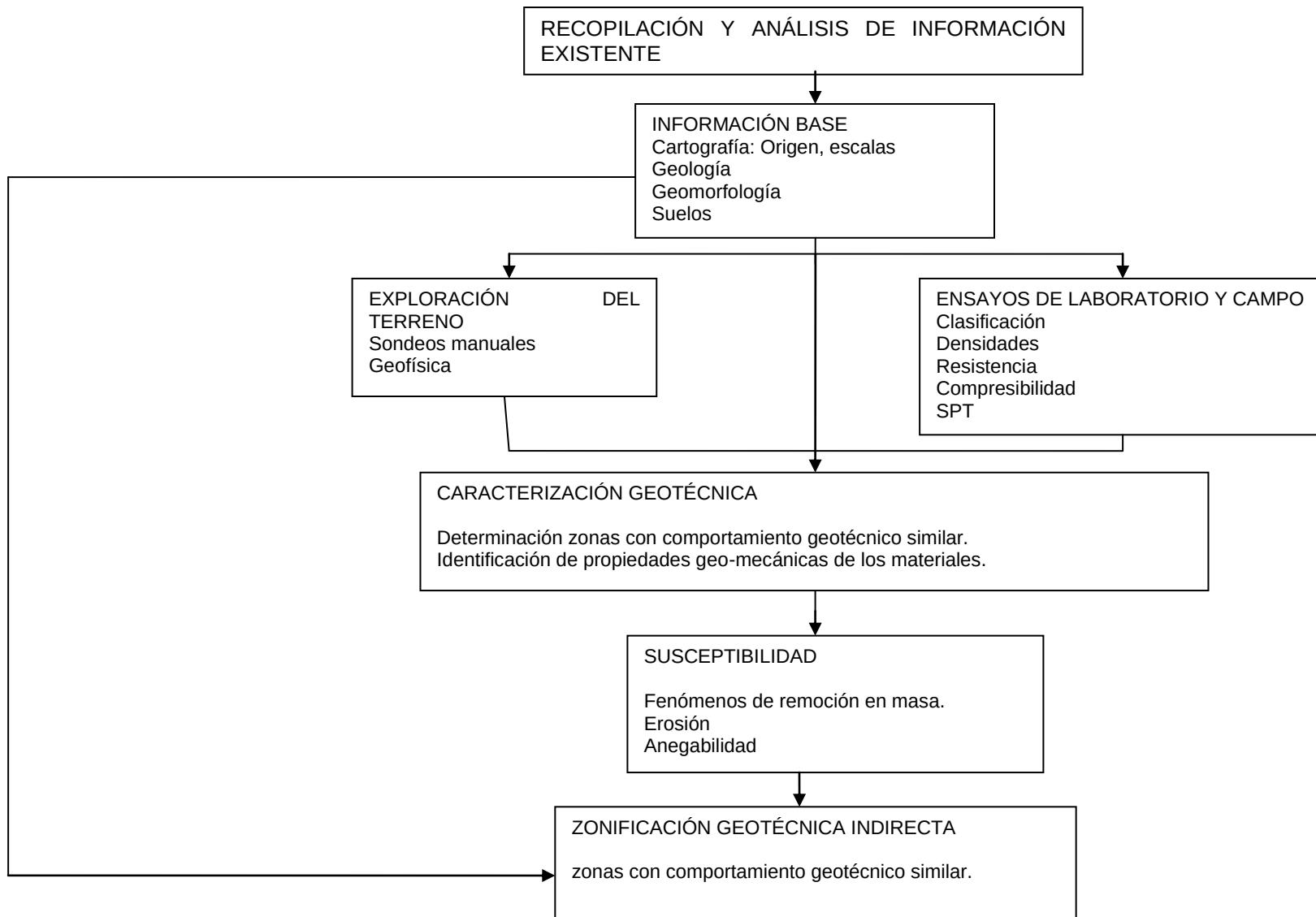
♦ **RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE**

Como primera fase para adelantar la zonificación geotécnica en el corredor de la línea eléctrica de 230 kW entre la subestación Chivor y campo Rubiales, se realizó la revisión de los documentos geotécnicos realizados por GEOINGENIERIA en la zona del proyecto. A continuación, se plasman estos estudios:

- PETRO RUBIALES OLEODUCTO DE LOS LLANOS ORIENTALES – Cruce Subfluvial del Río Meta – Informe de diseño Geotécnico Final – META-903-PDE-CIV-RP-0604-D3 – Mayo 2008.
- PETRO RUBIALES OLEODUCTO DE LOS LLANOS ORIENTALES – Topografía y diagnóstico de estabilidad de los sitios de válvula. - Doc. META 902-PDE-CIV-RP-0601-D2.
- PETRO ELECTRICA DE LOS LLANOS PEL- Diagnóstico Ambiental de Alternativas línea eléctrica de 230 kV – Subestación Chivor – Campo Rubiales.
- PETRO RUBIALES OLEODUCTO DE LOS LLANOS ORIENTALES – Cruce Subfluvial del Río Yucao – Informe de diseño Geotécnico Final – META-903-PDE-CIV-RP-0606-D3 – Mayo 2008.
- PETRO RUBIALES OLEODUCTO DE LOS LLANOS ORIENTALES – Cruce Subfluvial del Río Manacacias – Informe de diseño Geotécnico Final – META-903-PDE-CIV-RP-0605-D3 – Mayo 2008.

De estos documentos, se extrajo información consistente en exploración del subsuelo, caracterización geotécnica por sectores, así como la información más relevante de aporte al alcance de esta zonificación.

Igualmente se recopiló información cartográfica base de la zona del proyecto (a escala 1:100.000) así como temáticos de trabajo preliminar como la geología, geomorfología, hidrogeología y suelos. Además, se adelantó la revisión y compilación de la información climática e hidrológica de la zona del proyecto como soporte a las conclusiones de la zonificación.



♦ LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Para el desarrollo de la zonificación geotécnica se tomó como base la siguiente información:

♦ INFORMACIÓN BASE

- **CARTOGRAFÍA BASE.** En el marco del proyecto se adelantó la digitalización de la cartografía base IGAC a escala 1:25.000 donde se actualizaron las temáticas de infraestructura y accesos a la zona.
- **GEOLOGÍA.** En la cartografía mencionada, se tomó la geología de la zona de estudio basada en la descripción de las características litológicas y estructurales de las formaciones que afloran. El resultado de esta temática se basó en información primaria y secundaria, estudios de fotointerpretación y trabajos de campo.
- **GEOMORFOLOGÍA.** Se utilizó la cobertura geomorfológica (formas del relieve) donde se contempló la litología superficial, las formas y los procesos de inestabilidad en la zona de estudio. Las unidades geomorfológicas se definieron con base en análisis de **morfogénesis** (origen de las unidades de paisaje), **morfografía** (formas de las laderas), **morfodinámica** (análisis de los procesos e inestabilidades) y las **morfoestructuras** (análisis de las formas de tipo estructural que se encuentran en el relieve). Igualmente se tomó como base en el análisis para la zonificación aspectos de **morfometría** (mapa de pendientes).
- **HIDROGEOLOGÍA.** Para establecer el potencial de inestabilidad de taludes en el área de estudio, se analizó la cobertura hidrogeológica teniendo en cuenta su importancia y su impacto en la estabilidad de la línea.
- **EDAFOLOGÍA (SUELOS).** Para el desarrollo de la zonificación geotécnica, es de suma importancia establecer la clasificación de los suelos en el área de estudio y la ocupación actual que existe en ellos. Por esto se aplicó la cobertura de suelos identificando tanto el uso actual como potencial del mismo.
- **HIDROLOGÍA.** Dentro de los componentes evaluados para el desarrollo de la zonificación geotécnica, se incorporó esta temática localizando la red hidrográfica de la zona de estudio.
- **CLIMATOLOGÍA.** Como temática de evaluación para la zonificación, se tuvo en cuenta la climatología, estableciendo las condiciones climáticas de la zona de estudio.

♦ EXPLORACIÓN DEL TERRENO

A. SONDEOS MANUALES

En el corredor elegido de la línea eléctrica, se adelantó en campo la exploración del subsuelo, dando información primaria para zonificar el corredor de la línea eléctrica.

Para este fin, se adelantó una visita a campo para efectuar la exploración del subsuelo consistente en la ejecución de un sondeo o apique como mínimo cada 3 km a lo largo de todo el corredor. Se realizaron un total de 84 sondeos manuales con cuchara partida. De los sondeos se tomaron muestras de suelo para la caracterización de los materiales encontrados. Igualmente, se realizaron ensayos de resistencia in-situ mediante el Ensayo de Penetración Estándar (SPT) de tipo manual, la resistencia al corte no drenada medida mediante el penetómetro de bolsillo y se tomaron muestras alteradas e inalteradas para clasificación y caracterización mecánica respectivamente.

Los sondeos manuales realizados son perforaciones de pequeño diámetro, (entre 65 y 140 mm) que, aunque no permiten la visión "in situ" del terreno, de ellos se pueden obtener testigos del suelo perforado, así como muestras alteradas, como el ensayo de penetración estándar SPT y muestras inalteradas mediante tubo SHELBY, para realizar determinados ensayos en el laboratorio.

En la tabla **TABLA 3.74**, se relacionan las coordenadas en cada uno de los sitios de perforación manual:

TABLA 3.74 COORDENADAS DEL SITIO DE PERFORACIÓN DE LOS SONDEOS

SONDEO/APIQUE	ESTE (M)	NORTE (M)	PROFUNDIDAD DE SONDEO (M)
P-001	762492,00	1031627,00	4,50
P-001A	762198,00	1032643,00	4,00
P-002	763138,00	1030139,00	3,50
P-003	766874,00	1028357,00	4,00
P-004	769975,00	1028527,00	3,50
P-005	772588,00	1027700,00	2,50
P-006	775709,00	1027830,00	2,50
P-007	778114,00	1029295,00	4,00
P-008	780850,00	1031050,00	2,50
P-009	782981,00	1029749,00	3,00
P-010	785007,00	1028547,00	4,50
P-011	786913,00	1025560,00	2,50
P-012	789453,00	1023975,00	4,50
P-013	791227,00	1022988,00	3,50
P-014	793829,00	1021497,00	4,00
P-015	796327,00	1019842,00	2,00
P-016	799045,00	1018734,00	2,00
P-017	801761,00	1017462,00	2,50
P-018	804566,00	1016437,00	3,50
P-019	807175,00	1015004,00	2,00
P-020	809951,00	1014264,00	4,00
P-021A	812725,00	1013152,00	6,00
P-022	815597,00	1012099,00	4,00
P-023	819573,00	1010646,00	4,00
P-024	822366,00	1009553,00	4,00
P-025A	823862,00	1008849,00	3,80
P-026	827954,00	1007366,00	6,00
P-027	830747,00	1006273,00	6,00
P-028A	833518,00	1005408,00	6,25
P-029	836236,00	1004020,00	4,00
P-030A	836444,00	1001295,00	6,00
P-031	838162,00	998855,00	3,15
P-032A	839987,00	996458,00	6,00
P-033A	841121,00	993651,00	6,00
P-034A	842429,00	990949,00	4,15
P-035	843369,00	988113,00	5,30
P-036	844552,00	985363,00	6,30
P-037	845424,00	982492,00	4,00
P-038	846819,00	979949,00	6,30
P-039A	848858,00	977800,00	6,00
P-040	850636,00	975386,00	3,70
P-041A	851675,00	973730,00	5,85
P-042	853434,00	971600,00	6,00
P-043	854837,00	967500,00	6,00
P-044	857386,00	965993,00	6,00
P-045	859953,00	964445,00	5,00
P-046	862464,00	962804,00	6,00
P-047	864857,00	961004,00	6,00
P-048	867246,00	959195,00	4,50
P-049	869903,00	957812,00	6,00
P-050	872564,00	956445,00	4,85

SONDEO/APIQUE	ESTE (M)	NORTE (M)	PROFUNDIDAD DE SONDEO (M)
P-051	874754,00	954395,00	6,00
P-052	876945,00	952346,00	5,00
P-053	879719,00	951314,00	5,50
P-054	882561,00	950357,00	6,00
P-055	885651,00	948974,00	6,00
P-056	888160,00	948201,00	5,50
P-057	890957,00	947117,00	6,00
P-058	893775,00	946087,00	6,00
P-059	896482,00	944831,00	6,00
P-060	897981,00	943894,00	6,00
P-061	900526,00	942305,00	6,00
P-062	903070,00	940715,00	6,00
P-063	905614,00	939125,00	6,00
P-064	907368,00	936751,00	3,00
P-065	909199,00	934503,00	5,50
P-066	911700,00	932911,00	5,50
P-067	913704,00	930679,00	5,50
P-068	915709,00	928447,00	6,00
P-069	917806,00	926306,00	4,00
P-070	920233,00	924561,00	2,15
P-071	922782,00	922978,00	4,85
P-072	925391,00	921502,00	3,85
P-073	928065,00	920141,00	2,00
P-074	930742,00	918789,00	6,00
P-075	933593,00	918005,00	6,00
P-076	936560,00	918396,00	4,00
P-077	939542,00	918707,00	4,50
P-078	942012,00	917420,00	6,00
P-079	944192,00	915359,00	6,00
P-080	946999,00	914537,00	4,00
P-081	949951,00	914001,00	3,50
P-082	952872,00	913386,00	6,00
P-083	955429,00	911951,00	6,00

Fuente: Grupo G.I 2010

En el **ANEXO D-1.1** se compilan tanto los perfiles de campo como los registros exploración de cada sitio explorado; en ellos se presenta la descripción de los materiales encontrados, nivel freático y la representación gráfica de los resultados obtenidos de los ensayos de campo y laboratorio realizados.

B. GEOFÍSICA

La exploración geofísica, se refiere al uso de métodos físicos y matemáticos para determinar de forma indirecta algunas propiedades físicas de las rocas y de los suelos. Algunos de los métodos de exploración geofísica más usados son: los métodos electromagnéticos, los métodos potenciales, y los métodos sísmicos (usados en el presente estudio).

Los *métodos sísmicos* (líneas de refracción sísmica), constituyen pruebas que generan ondas sísmicas realizadas para la determinación de las características geotécnicas de un terreno, como parte de las técnicas para un reconocimiento geotécnico.

Las ondas sísmicas que atraviesan un terreno pueden ser:

- Longitudinales o de compresión.
- Transversales o de cizallamiento.
- Superficiales.

La velocidad de propagación de las ondas sísmicas en el terreno depende de sus características de deformabilidad. En la hipótesis de suponer un comportamiento elástico para el terreno, la velocidad de las ondas longitudinales y transversales es función del módulo elástico y del coeficiente de Poisson (ambos dinámicos).

El método sísmico de refracción se basa, tanto en el hecho de la diferencia de velocidad de la onda sísmica en los distintos terrenos, como en que las ondas al cruzar la frontera entre dos tipos de terreno distinto sufren refracción, (al igual que sucede con las ondas de luz), cambiando su dirección en un ángulo cuyo valor depende de la relación entre las velocidades de onda de cada terreno. Este método permite determinar el tipo general del suelo y la profundidad aproximada a los límites de los estratos, a roca de fondo.

Los análisis derivados de este método, son correlacionados y calibrados con la exploración directa del subsuelo (apiques y perforaciones) para establecer con claridad los suelos existentes en las zonas estudiadas.

En total se adelantaron 20 líneas de refracción sísmica que permitieron tener una mayor caracterización del corredor de la línea eléctrica con miras a la zonificación geotécnica. La metodología utilizada en la adquisición de los datos sísmicos, fue la de perfil y contra perfil, con tres puntos de disparo (SP), ubicados en cada extremo y en la parte central del tendido sísmico. Los registros se realizaron con un sismógrafo digital marca Geometrics Smartseis, utilizando 12 geófonos de onda vertical, para medir la velocidad de desplazamiento de las ondas P. Se utilizó una separación entre cada geófono de 5 metros, para una longitud de tendido de geófonos de 55 m. Se usó como fuente de energía un martillo de 12 Libras que golpea una platina metálica, la distancia de la fuente de energía al primer geófono (offset) fue de 0.1 m. para los disparos de los extremos y de 0.1 m. para el punto de disparo central.

En la **TABLA 3.75**, se relacionan las coordenadas, donde se realizó la exploración geofísica (líneas de refracción sísmica):

TABLA 3.75 COORDENADAS PARA LÍNEAS DE REFRACCIÓN SÍSMICA

PUNTO	ESTE (M)	NORTE (M)
1	760865	1032906
2	763196	1030472
3	765653	1028444
4	770796	1028050
5	779164	1030391
6	781530	1031652
7	782200	1031258
8	788120	1024848
9	796740	1019792
10	796985	1019833
11	817619	1011313
12	825629	1008224
13	843617	987561
14	852781	972053
15	868792	958353
16	887024	948638
17	903078	940692
18	917805	926287
19	933609	917986
20	952862	913367

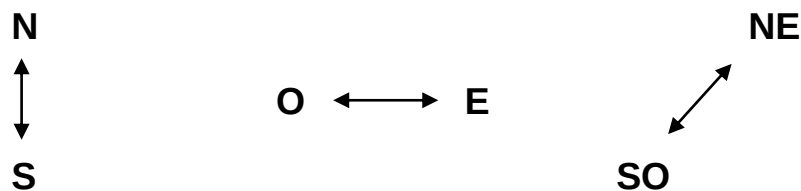
Fuente: Grupo G.I 2010

En el **ANEXO D-1.2.3** se compilan los resultados de la toma de información geofísica realizada en el corredor.

C. ENSAYOS DE RESISTIVIDAD

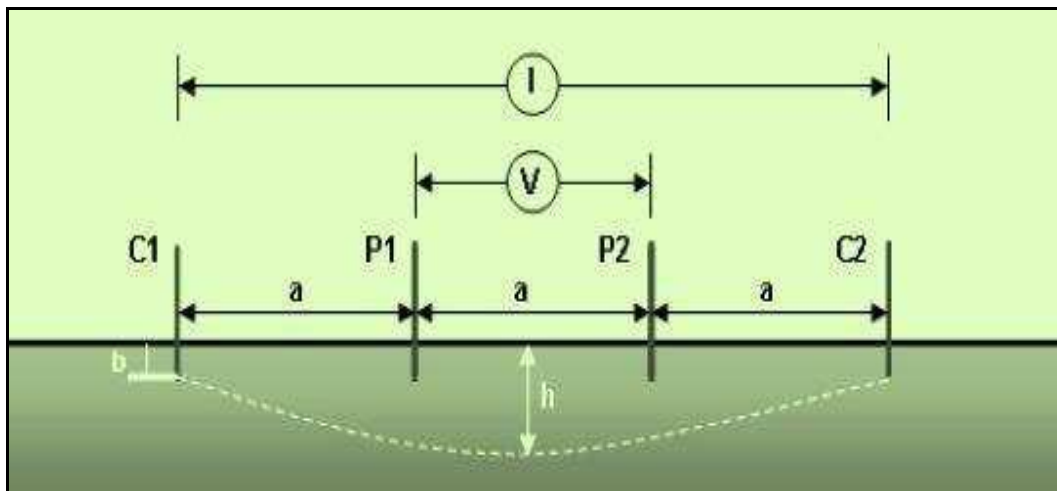
Adicionalmente, y para establecer la resistividad de los suelos del corredor para la respectiva puesta a tierra de las torres eléctricas, se adelantó la evaluación del subsuelo por el método de electro resistividad mediante la técnica de sondeos eléctricos verticales (SEV).

Las medidas de resistividad eléctrica del suelo se realizaron de acuerdo con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE (Método de Wenner). Las medidas de resistividad eléctrica del suelo se realizaron en tres trayectorias diferentes, como se indica a continuación:



Para cada una de las anteriores trayectorias se realizaron medidas de resistividad para 1, 2, 4, 6 y 8 m de profundidad. Para generar el efecto eléctrico resistivo se utilizó una fuente externa (Batería), que introduce corriente al subsuelo a través de 2 electrodos (C1 y C2), esta corriente produce un campo de potenciales que se miden entre los otros electrodos (P1 y P2) tal como se observa en la **FIGURA 3.129**.

FIGURA 3.129 CONFIGURACIÓN WENNER



En el **ANEXO D-1.2.1** se compilan los resultados de la toma de información de resistividad realizada en el corredor, los cuales se realizaron en los mismos sitios de la exploración del subsuelo.

◆ ENSAYOS DE LABORATORIO

Para cada una de las muestras se adelantó la conservación de las mismas. Con las muestras tomadas, se estableció un programa de ensayos de laboratorio, que permitió clasificar y caracterizar geotécnicamente los suelos del corredor. Se adelantaron ensayos de clasificación (límites, humedades, pesos unitarios, lavados pasa sobre tamiz 200) y de resistencia en algunas muestras (consolidación y compresiones confinadas).

De las muestras recuperadas durante la fase de exploración se seleccionaron algunas representativas de cada uno de los estratos identificados y se sometieron a las pruebas de laboratorio. El programa de ensayos se dirigió a la caracterización física de las unidades de suelo y a la identificación de la resistencia y la compresibilidad.

Para la determinación de las propiedades índice de los suelos y el ajuste de las descripciones realizadas en campo, se realizaron los siguientes ensayos de clasificación: humedad natural, límites líquido y plástico y lavado sobre el tamiz N° 200. Los parámetros de compresibilidad y resistencia de los materiales del subsuelo se establecieron con ensayos de compresión inconfiada y consolidación, así como a partir de correlaciones del ensayo SPT.

En el **ANEXO D-1.2.4** se compilan los resultados de los ensayos de laboratorio realizados a las muestras tomadas a lo largo del corredor.

♦ **METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN DE LA ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA**

Teniendo en cuenta el alcance de la zonificación geotécnica objeto del presente estudio, en esta etapa se consolidaron las descripciones y clasificaciones de los suelos, rocas, estructuras, geomorfología, condiciones hidrogeológicas y procesos geodinámicos. Esta caracterización se basó en cartografía temática, recorridos de campo, la información tomada y analizada en campo (ensayos SPT, geofísica y resistividad), resultados de laboratorio, fotografías aéreas e imágenes de satélite. Con esta información se determinaron las zonas de comportamiento geotécnico similar, se elaboraron perfiles estratigráficos regionales para cada zona y se identificaron las propiedades geomecánicas de los materiales.

Para el desarrollo de la zonificación geotécnica en el área de influencia indirecta, se determinaron zonas de comportamiento geotécnico similar. Para esto se evaluaron y/o calificaron los siguientes aspectos:

♦ **TEMÁTICAS EVALUADAS**

- **GEOFORMAS.** Este aspecto caracteriza físicamente la zona teniendo en cuenta aspectos como la topografía, elementos de relieve, unidades de paisaje y su relación con la geología (génesis).
- **LITOLOGÍA.** Busca caracterizar la zona tomando aspectos como la composición, origen, textura y estructura de la unidad.
- **IMPORTANCIA HIDROGEOLÓGICA.** Evalúa y caracteriza el comportamiento de los materiales geológicos ante la presencia de agua así como la meteorización física y química las cuales conllevan a cambios en el relieve y movimientos del terreno.

Estos insumos hacen parte integral del documento del Estudio de Impacto Ambiental de la línea de transmisión. Por lo anterior, no se presentan los resultados de estas coberturas; y el presente informe se centra principalmente en la presentación de la zonificación geotécnica del área de influencia indirecta del corredor de la línea eléctrica.

Estos aspectos permiten establecer calificaciones y ponderaciones a las siguientes variables que evalúan el comportamiento geotécnico de las diferentes zonas resultantes:

♦ **SUSCEPTIBILIDAD A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA**

La susceptibilidad es el grado de predisposición que tiene un sitio a que en él se genere una amenaza debido a sus condiciones. Las zonas montañosas son susceptibles a sufrir fenómenos de remoción en masa debido a que generalmente se reúnen varios elementos importantes para su ocurrencia tales como son la topografía, sismicidad, meteorización, condición estructural, procesos existentes y lluvias intensas. Los fenómenos de remoción en masa se clasifican según su forma de rotura y las condiciones geomorfológicas existente (Varnes, 1978) así: Caídas, Volcamientos, Deslizamientos rotacionales y traslacionales, reptación, entre otros (ver **FIGURA 3.130**).

FIGURA 3.130 CLASIFICACIÓN DE VARNES DE FRM - (1978)

TIPO DE MOVIMIENTO			TIPO DE MATERIAL		
			ROCAS	SUELOS INGENIERILES	
				GRUESOS	FINOS
Caidas			Caidas de Rocas	Caida de Detritos	Caidas de Tierra
Volcamientos			Volcamiento de Rocas	Volcamiento de Detritos	Volcamiento de Tierra
Deslizamiento	Rotacional	Roca Homogenea	Hundimiento de Rocas	Hundimientos de Detritos	Hundimiento de Tierra
	Traslacional	Heterogeneidad Litológica	Deslizamiento de Bloques de Rocas	Desliz. De Bloques Desliz. De Detritos	Desliz. De bloques de Tierra. Desliz. De Tierra
Propagación Lateral			DE ROCAS	DE DETRITOS	DE TIERRAS
Flujos			Flujo de Rocas (Deep Creep)	Flujos de Detritos	Flujos de Tierras
Movimientos Complejos			Reptación		
			Combinación de dos o más tipos de Movimientos		

Para evaluar la susceptibilidad a procesos de remoción en masa se tuvieron en cuenta características geológicas, geomorfológicas y geotécnicas en materiales tipo suelos y rocas y en con estas últimas adicionalmente se analizaron variables como espaciamiento de las discontinuidades, abertura de las discontinuidades, resistencia de la roca intacta y meteorización. A continuación se presenta el método de valoración de esta susceptibilidad:

- **VARIABLE PENDIENTE (P):** se estableció una calificación de acuerdo con los grados de pendientes existentes (TABLA 3.76).

TABLA 3.76 CALIFICACIÓN DE LA VARIABLE PENDIENTE (P)

CLASIFICACIÓN SUSC. FRM	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
BAJA	0° - 15°	18
MEDIA	16° - 30°	42
ALTA	>30°	60

Base: Suarez, tabla 13.3, pag.536

- **VARIABLE MATERIAL (MS o MR):** para calificar esta variable se tuvo en cuenta si el material presente en la zona es roca o suelo. Por lo anterior existe una calificación diferente para cada tipo de material así (TABLAS 3.77 Y 3.78):

TABLA 3.77 CALIFICACIÓN DE LA VARIABLE MATERIAL TIPO SUELO (MS)

CLASIFICACIÓN SUSC. FRM	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
BAJA	Arenas, arenas arcillosas, arenas limosas de compacidad alta Arcillas, arcillas limosas, arcillas arenosas, limos, limos arcillosos, limos arenosos de consistencia firme a dura	7
MEDIA	Arenas, arenas arcillosas, arenas limosas de compacidad media Arcillas, arcillas limosas, arcillas arenosas, limos, limos arcillosos, limos arenosos de consistencia media	14
ALTA	Arenas, arenas arcillosas, arenas limosas de compacidad baja Arcillas, arcillas limosas, arcillas arenosas, limos, limos arcillosos, limos arenosos de consistencia blanda a muy blanda	20

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.78 CALIFICACIÓN DE LA VARIABLE MATERIAL TIPO ROCA (MR)

FACTOR	CARACTERÍSTICA	VALORACION
Espaciamiento de las discontinuidades	>2 m	2
	600 mm – 2 m	8
	200 – 600 mm	16
	60 – 200 mm	28
	<60 mm	35
Abertura de las discontinuidades (mm)	Cerrada - 0.1mm	1
	0.1-0.5mm	3
	0.5-1.0mm	7
	1.0-5.0mm	13
	>5.0mm	15
Resistencia de la roca intacta (Mpa)	>200	2
	100-200	5
	50-100	10
	12.5-50	18
	5-12.5	27
	<5	35
Meteorización	Roca sana	1
	Roca algo meteorizada	5
	Roca moderadamente meteorizada	10
	Roca altamente meteorizada	14
	Roca completamente meteorizada	15

Nicholson y Hencher, 1997

La calificación de material tipo roca será la sumatoria de los valores obtenidos de las cuatro variables evaluadas que se presentan en la **TABLA 3.78**. La Calificación final corresponderá a la siguiente expresión:

$$MR = 0.3 * (\text{Sumatoria Resultado Tabla 5}) \quad \text{Ec. 1}$$

- **VARIABLE AGUA Y DRENAJE NATURAL (A):** esta variable tiene en cuenta el grado de humedad y drenajes existentes en la zona para evaluar su potencial de detonar FRM (**TABLA 3.79**).

TABLA 3.79 CALIFICACIÓN DE LA VARIABLE AGUA Y DRENAJE NATURAL (A)

CLASIFICACION SUSC. FRM	DESCRIPCION	VALORACION
BAJA	Humedad baja, observada solo en períodos de lluvias Densidad de drenaje alta	3
MEDIA	Humedad alta, observada solo en períodos de lluvias Densidad de drenaje media	7
ALTA	Humedad alta observada permanentemente Densidad de drenaje baja	10

Fuente: Grupo G.I 2010

- **VARIABLE COBERTURA VEGETAL (C):** esta variable tiene en cuenta la presencia de cobertura en la zona y su incidencia en la estabilidad (**TABLA 3.80**).

TABLA 3.80 CALIFICACIÓN DE LA VARIABLE COBERTURA VEGETAL (C)

CLASIFICACION SUSC. FRM	DESCRIPCION	VALORACION
BAJA	Presencia de cobertura boscosa	3
MEDIA	Presencia de cobertura arbórea de baja densidad o arbustiva	7
ALTA	Ausencia de cobertura arbórea o arbustiva	10

Fuente: Grupo G.I 2010

La susceptibilidad a FRM se calculará mediante las siguientes expresiones:

En zonas con suelos:

$$S_{(FRM)} = P + MS + A + C \quad \text{Ec. 2}$$

En zonas con roca:

$$S_{(FRM)} = P + 0.3(MR) + A + C \quad \text{Ec. 3}$$

El resultado final de esta calificación determina el grado de susceptibilidad a la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa como se describe en la **TABLA 3.81**.

TABLA 3.81 SUSCEPTIBILIDAD A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

CLASIFICACIÓN SUS. FRM	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
BAJA	No se espera la ocurrencia de FRM a corto o mediano plazo, laderas sin antecedentes de FRM y muy estables	<59
MEDIA	Eventualmente se podrían presentar FRM, puede haber evidencias de la ocurrencia de FRM en el pasado	59 – 75
ALTA	Se espera la ocurrencia de FRM a corto o mediano plazo Presencia de FRM activos	>75

Fuente: Grupo G.I 2010

◆ SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN

Siendo la susceptibilidad (como se mencionó en el tema de fenómenos de remoción en masa), el grado de predisposición que tiene un sitio a que en él se genere una amenaza debido a sus condiciones, para el análisis y zonificación geotécnica se realizó la calificación de esta variable de la siguiente manera:

- **VARIABLE PENDIENTE (P):** se estableció una calificación de acuerdo con los grados de pendientes existentes (**TABLA 3.82**).

TABLA 3.82 CALIFICACIÓN DE LA VARIABLE PENDIENTE (P)

CLASIFICACION - SUSC. EROSIÓN	DESCRIPCION	VALORACION
BAJA Zonas sin riesgo de erosión por pendiente.	0° - 16°	9
MEDIA Riesgo moderado de erosión. Se pueden activar procesos erosivos debido a las actividades de construcción	17° - 40°	21
ALTA Zonas potencialmente erosionables que requieren medidas de protección geotécnica	>40°	30

Fuente: Grupo G.I 2010

- **VARIABLE MATERIAL (M):** la calificación se basó en el tipo de material existente y su predisposición a la erosión (**TABLA 3.83**).

TABLA 3.83 CALIFICACIÓN DE LA VARIABLE MATERIAL (M)

CLASIFICACIÓN SUSC. EROSIÓN	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
BAJA	Arcillas, arcillas limosas de alta plasticidad Roca fresca	9
MEDIA	Arenas, arenas limosas o arcillosas de compacidad alta Arcillas arenosas Roca medianamente meteorizada	21
ALTA	Suelos orgánicos Arenas, arenas limosas o arcillosas de compacidad baja y media Roca muy meteorizada	30

Fuente: Grupo G.I 2010

- **VARIABLE COBERTURA VEGETAL (C):** esta variable tiene en cuenta la presencia de cobertura en la zona y su incidencia en la erosión (**TABLA 3.84**):

TABLA 3.84 CALIFICACIÓN DE LA VARIABLE COBERTURA VEGETAL (C)

CLASIFICACIÓN SUSC. EROSIÓN	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
BAJA	Presencia de cobertura boscosa	13
MEDIA	Presencia de cobertura arbórea de baja densidad, arbustiva, matorrales o pastos	28
ALTA	Ausencia total de cobertura vegetal	40

Fuente: Grupo G.I 2010

La susceptibilidad a procesos de erosión se calculará mediante las siguientes expresiones:

$$S_{(ER)} = P + M + C \quad \text{Ec. 4}$$

El resultado final de esta calificación determina el grado de susceptibilidad a la erosión como se describe en la **TABLA 3.85**:

TABLA 3.85 SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN

CLASIFICACIÓN SUSC. A EROSIÓN	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
BAJA	Zonas que pueden presentar procesos de erosión laminar incipiente por lluvias intensas	<54
MEDIA	Zonas que pueden presentar procesos de erosión laminar y en surcos por lluvias intensas o moderadas	55 – 77
ALTA	Zonas que pueden presentar procesos de erosión en surcos y cárcavas por lluvias moderadas	>77

Fuente: Grupo G.I 2010

◆ ANEGABILIDAD

Esta variable evalúa las características del terreno o de los suelos a presentar condiciones de inundabilidad por aspectos topográficos o de drenaje tal como se califica a continuación:

- **VARIABLE DISTANCIA A CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS Y LÓTICOS (D):** Esta variable evalúa la cercanía que un punto promedio de la zona tiene a un cuerpo de agua (**TABLA 3.86**):

TABLA 3.86 CALIFICACIÓN DE LA VARIABLE DISTANCIA A CUERPOS DE AGUA LÉNTICOS Y LÓTICOS (D)

CLASIFICACIÓN SUSC. ANEGABILIDAD	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
BAJA	>200 m	8
MEDIA	50 – 200 m	18
ALTA	<50 m	25

Fuente: Grupo G.I 2010

- **MORFOLOGÍA Y MORFOMETRÍA (MF):** esta variable evalúa las pendientes y formas del terreno en la zona (TABLA 3.87):

TABLA 3.87 MORFOLOGÍA Y MORFOMETRÍA (MF)

CLASIFICACIÓN SUSC. ANEGABILIDAD	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
BAJA	Laderas con pendiente > 5%	9
MEDIA	Llanuras y planicies sin concavidades apreciables	21
ALTA	Llanuras y planicies que presenten concavidades	30

Fuente: Grupo G.I 2010

- **VARIABLE MATERIAL (M):** la calificación se basó en el tipo de material existente con énfasis en la permeabilidad del mismo (TABLA 3.88):

TABLA 3.88 CALIFICACIÓN DE LA VARIABLE MATERIAL (M)

CLASIFICACIÓN SUSC. ANEGABILIDAD	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
BAJA	Arenas y arenas limosas de permeabilidad alta Roca poco fracturada con predominio de areniscas de permeabilidad alta Roca muy fracturada de permeabilidad secundaria alta	5
MEDIA	Arenas arcillosas de permeabilidad media Arcillas limosas o arcillas arenosas de permeabilidad media Roca poco fracturada con predominio de areniscas de permeabilidad media Roca medianamente fracturada de permeabilidad secundaria media a baja	10
ALTA	Arcillas o arcillas limosas de baja permeabilidad Roca poco fracturada con predominio de arcillolitas de permeabilidad baja Roca sana de permeabilidad secundaria baja	15

Fuente: Grupo G.I 2010

- **VARIABLE TIPO Y DENSIDAD DE DRENAJE (DD):** la calificación se basó en el tipo de drenaje existente en la zona evaluada (TABLA 3.89):

TABLA 3.89 CALIFICACIÓN DE LA VARIABLE TIPO Y DENSIDAD DE DRENAJE (DD)

CLASIFICACIÓN SUSC. ANEGABILIDAD	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
BAJA	Drenaje de tipo dendrítico o sub-paralelo de alta densidad	9
MEDIA	Drenaje de tipo dendrítico o sub-paralelo de mediana densidad	21
ALTA	Drenaje de tipo sub-paralelo de baja densidad	30

Fuente: Grupo G.I 2010

La susceptibilidad a anegabilidad se calculará mediante la siguiente expresión:

$$S_{(AN)} = D + MF + M + DD \quad \text{Ec. 5}$$

El resultado final de esta calificación determina el grado de susceptibilidad a la anegabilidad como se describe en la **TABLA 3.90**:

TABLA 3.90 SUSCEPTIBILIDAD A LA ANEGABILIDAD

CLASIFICACIÓN SUSC. A ANEGABILIDAD	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN
BAJA	Zonas donde no se espera anegamiento o encharcamiento durante todo el año	<54
MEDIA	Zonas que podrían verse anegadas o encharcadas sólo durante las épocas de lluvias	55 – 77
ALTA	Zonas donde se espera que permanezcan anegadas o encharcadas durante la mayor parte del año	>77

Fuente: Grupo G.I 2010

♦ ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA INDIRECTA RESULTANTE DEL CORREDOR DE LA LÍNEA ELÉCTRICA

Esta sectorización se realizó con base en la zonificación geomorfológica realizada como parte del presente proyecto, teniendo en cuenta que el desarrollo o construcción del corredor en cada una de las zonas geomorfológicas implica diferentes condiciones geotécnicas que influyen en las labores necesarias para el diseño y la construcción de las torres. La sectorización subdivide la franja del corredor en zonas de comportamiento geotécnico aproximadamente similar que hacen parte de las unidades geomorfológicas regionales identificadas.

La descripción geotécnica del corredor es de tipo cualitativo y tiene como objetivo conformar sectores de comportamiento similar que servirá como base en el diseño de las torres de la línea de transmisión eléctrica que permitan plantear variables a tener en cuenta en el diseño de las mismas. Para la descripción ordenada del corredor, se tuvo de acuerdo las tres (3) importantes zonas geomorfológicas existentes:

- Sector montañoso y escarpado Sub Estación Chivor – río Upia.
- Sector plano a levemente ondulado río Upia – río Meta.
- Sector de altillanura Río Meta – Campo Rubiales.

Como se mencionó en el capítulo de metodología del presente documento, se adelantó la descripción geotécnica del corredor teniendo en cuenta variables geomorfológicas e hidrogeológicas se evaluó el corredor de la línea eléctrica (5 km de ancho) el comportamiento de los materiales y su susceptibilidad a los fenómenos de remoción en masa, a la erosión y a la anegabilidad.

Adicionalmente se adelantó una revisión especial de los cruces de corrientes de agua por donde cruza el corredor de la línea eléctrica, donde se describe el comportamiento y estabilidad de las márgenes y su comportamiento hidráulico.

SECTOR 1: MONTAÑOSO Y ESCARPADO SUB ESTACIÓN CHIVOR – RÍO UPIA

Este sector corresponde al cinturón deformado, que hace parte del borde oriental de la Cordillera Oriental.

El corredor para la línea eléctrica proyectada, ocupa terrenos pertenecientes a los municipios de Santa María, San Luis de Gaceno y Sabana Larga. Corresponde a una amplia zona que hace parte de las estribaciones de la cordillera oriental, caracterizada por la presencia de rocas de tipo areniscas, lutitas, limolitas y conglomerados entre otros, de formaciones geológicas del cretáceo y del terciario, las cuales reflejan amplias estructuras sinclinales y anticlinales afectadas por procesos de fallamiento intenso. La morfología del sector está conformada por diversas formas del terreno que son evidentemente de origen estructural y estructural denudativo. El sector exhibe procesos erosivos y fenómenos de inestabilidad de diferente magnitud pero de manera localizada sobre laderas coluviales y residuales; es decir que dicho

comportamiento no se generaliza a lo largo del corredor, se destacan: deslizamientos, desprendimientos de suelo, algunos flujos, caída de bloques en zona de contrapendiente estructural, erosión incipiente a moderada y socavación lateral y de fondo en los cauces que configuran incisiones profundas en "V".

Los dos principales cauces que atraviesa el corredor son los ríos Lengupá y Upía; el primero definido por un control estructural y vertientes fuertemente empinadas; mientras el segundo de tipo trenzado muestra acumulaciones de barras y bancos y está delimitado por varios niveles de terrazas aluviales.

En esta franja las formas del terreno registran alturas sobre el nivel del mar varían entre 500 m.s.n.m y 1100 m.s.n.m y son característicos las formas con diferencias significativas de altura y cambios de pendientes marcados. Adicionalmente, se presentan los mayores valores de pendientes, mayores a 70%, debido a que se ubica sobre el piedemonte de la vertiente oriental de la cordillera oriental, en donde se originan geoformas de montañas estructurales, muy susceptibles a la erosión y a la remoción en masa. También se presentan pendientes menores, entre el 30 y 70%, sobre valles aluviales de los ríos Lengupá y Upía.

En la **TABLA 3.91** se detallan cada uno de los sectores geotécnicos establecidos para este Sector del corredor de la línea eléctrica.

SECTOR 2: PLANO A LEVEMENTE ONDULADO RÍO UPIA – RÍO META

Sector de baja pendiente que hace parte de las amplias sabanas de los llanos Orientales de Colombia caracterizado por la presencia de amplias zonas anegables con materiales de tipo arcillo y limoso con importantes contenidos de materia orgánica y cauces de carácter trenzado y meándrico. Las geoformas predominantes son de origen fluvial, algunas afectadas por neotectonismo, entre las cuales se distinguen: terrazas, bajas medias y altas, llanuras de inundación, llanuras de desborde.

Esta zona dentro de área de influencia del corredor de la línea proyectada hace parte del departamento del Casanare en jurisdicción de los municipios de Villanueva, Monterrey y Tauramena, donde se registran amplias zonas de terrazas aluviales utilizadas como áreas de cultivo y zonas ganaderas. A medida que dichas zonas se separan del piedemonte llanero la pendiente del terreno disminuye y se aprecian amplias sabanas de carácter anegable que en algunos sectores son utilizadas para cultivos extensos de arroz.

Sobre este sector las pendientes se suavizan porque se presenta una zona de transición entre la cordillera y las sabanas, en donde se originan lomas y colinas con pendientes menores a 30%, y pendientes menores al 5% sobre las planicies inundables del Casanare.

En la **TABLA 3.92** se detallan cada uno de los sectores geotécnicos establecidos para este Sector del corredor de la línea eléctrica.

SECTOR 3: ALTILLANURA RÍO META – CAMPO RUBIALES

Esta zona corresponde a la franja del Departamento del Meta, inicia sobre la margen derecha del río Meta y corresponde a un sector de Altillanura elevada con relación a la zona plana de los llanos del Casanare debido a factores tectónicos referentes al lineamiento de la falla del río que eleva el bloque correspondiente a éste departamento con relación al bloque del departamento del Casanare, el cual, constituye un bloque tectónicamente hundido que presenta mayor grado de anegamiento.

El levantamiento del bloque esta marcado sobre la margen derecha del río Meta donde se presenta un escarpe vertical de amplia continuidad y de una altura promedio de 30 m. Esto genera que en el corredor de la línea proyectada se exhiba una morfología ondulada conformada por amplias zonas de altillanura de baja pendiente, colinas bajas aisladas, bordes escarpados en los límites de la altillanura y una amplia zona de colinas disectadas.

Sobre este sector se presentan pendientes suaves, menores al 10%, que se generan sobre lomas y colinas de la altillanura.

En la **TABLA 3.93** se detallan cada uno de los sectores geotécnicos establecidos para este Sector del corredor de la línea eléctrica.

CONCLUSIONES

Esta sectorización se realizó con base en la zonificación geomorfológica realizada como parte del presente proyecto, teniendo en cuenta que el desarrollo o construcción del corredor en cada una de las zonas geomorfológicas implica diferentes condiciones geotécnicas que influyen en las labores necesarias para el diseño y la construcción de las torres.

La sectorización subdivide la franja del corredor en zonas de comportamiento geotécnico aproximadamente similar que hacen parte de las unidades geomorfológicas regionales identificadas. En total se identificaron 44 zonas de comportamiento geotécnico preliminar.

En el sector 1 prevalecen montañas con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30°, formando cuchillas alargadas en las cuales la erosión de las intercalaciones blandas, permite la exposición de las pendientes estructurales y las contrapendientes sin una predominancia clara de una de ellas.

Igualmente se presentan laderas coluviales de fuerte pendiente (25-50%) que conforman "hondonadas" o depresiones del terreno por donde normalmente fluyen cuerpos de agua, hacia las corrientes secundarias y principales del sector.

La susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa prevalece en valores medios y altos, a la erosión en valores medios y de anegabilidad prevalecen valores medios y bajos.

En el sector 2 prevalecen las Llanuras con pendientes planas. Consideradas como zonas amplias y planas características porque allí las corrientes hídricas han perdido su capacidad de carga llevando en suspensión sedimentos más finos, formando superficies anchas y poco profundas, ocasionando favorablemente la ocurrencia de inundaciones, cambios de curso y desbordamiento principalmente en época invernal, y consideradas del mismo modo como zonas donde los materiales sueltos como arenas y limos por la acción del viento se redistribuyen y trabajan en la superficie.

La susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa prevalece en valores medios y bajos, a la erosión en valores medios y de anegabilidad prevalecen valores medios y altos.

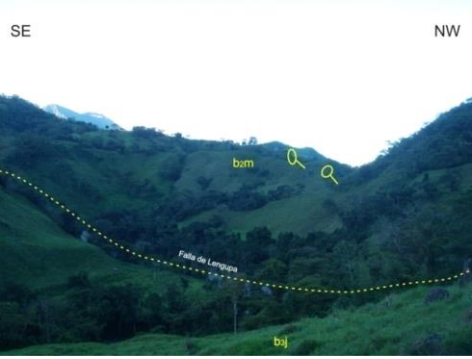
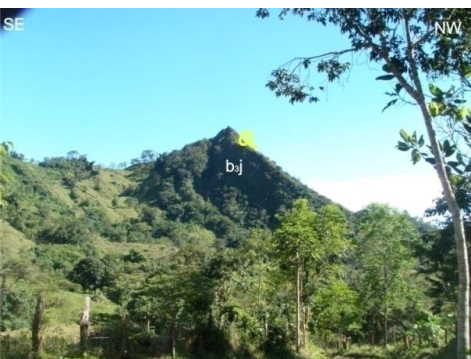
En el sector 3 prevalecen las geoformas de tipo altillanura, donde la topografía es colinada con suaves ondulaciones, en muchas ocasiones concordantes, con pendientes entre 10° - 30°. Esta morfología muestra una madurez avanzada en el proceso de la denudación. Hacia el sector del río Planas se presenta una morfología más madura con valles más amplios y colinas más suavizadas. Se configuran además cerros aislados. En este caso la superficie dominante es ondulada pero se presentan algunas geoformas residuales aisladas como mesas o butes.

La susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa prevalece en valores medios, a la erosión en valores bajos y altos y de anegabilidad prevalecen valores medios y bajos.

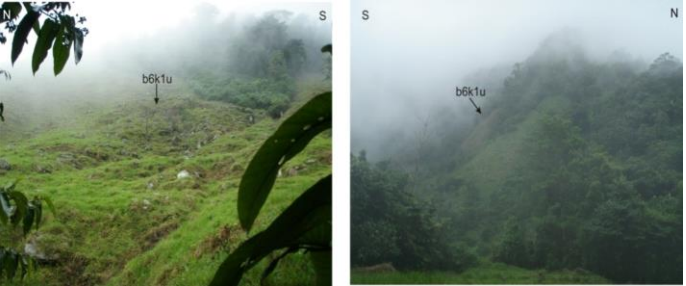
ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

Para el desarrollo de la zonificación geotécnica en el área de influencia directa, se determinaron zonas de comportamiento geotécnico similar. Para esto se evaluaron y/o calificaron los siguientes aspectos:

TABLA 3.91 UNIDADES GEOTÉCNICAS DEL SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR – RÍO UPÍA

UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	GEOFORMA	LITOLOGIA	IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	COMPORTAMIENTO GEOTECNICO			FOTOGRAFÍAS
					SUSCEPTIBILIDAD A FRM	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION	ANEGABILIDAD	
Z1	Crestas y crestones en Pendiente Estructural (Dcf- Grupo Farallones)	Montañas con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30°,formando cuchillas alargadas en las cuales predominan la pendiente estructural con buzamientos iguales o proximos a la pendiente de la ladera , con cimas agudas a subagudas.	Potente sucesión sedimentaria, predominantemente siliciclástica, con arenitas, limolitas y lodolitas muy compactas, de color gris, roja o verde, en algunos sectores (río Chivor) muestra nivelesw calcáreos de wackestones y packstones de crinoideos y branquiópodos. En general la roca muestra foliación tectónica que enmascara la estratificación (Informe Geológico Cinturón Esmeraldífero Oriental CEOR 2008)	Rocas impermeables con eventual permeabilidad secundaria (Baja)	En las crestas con mayor inclinación se presenta escasa vegetación que facilita la generación de procesos de remoción en masa. Susceptibilidad media	Alta susceptibilidad a erosión pluvial en las crestas con grandes pendientes y desprovistas de cobertura vegetal.	Las laderas tienen pendientes altas y buena densidad de drenaje. (Baja)	
Z2	Crestas y crestones en Homoclinales (K1cg- Calizas del Guavio)	Montañas con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30°,formando cuchillas alargadas en las cuales la erosión de las intercalaciones blandas, permite la exposición de las pendientes estructurales y las contrapendientes sin una predominancia clara de una de ellas, las cimas son agudas a subagudas, las contrapendientes presentan escarpes subverticales a inclinados.	Calizas del Guavio a la base se presenta un nivel conglomerático basal, con intercalaciones de arenitas y lodolita, lutitas, suprayacido por un potente paquete de shales que hacia el tope pasa a limolitas arcillosas con algunas intercalaciones arenosas, sobre las cuales se encuentra dos niveles calcáreos separados por un nivel lutítico.	Rocas impermeables con eventual permeabilidad secundaria (Baja)	Se pueden presentar deslizamientos debido a la trituración de las rocas por la cercanía de la falla de Lengupa y las altas pendientes. (Alta)	Se pueden presentar procesos de erosión en surcos y laminar debido lluvias intensas en zonas desprovistas de cobertura vegetal.	Las laderas tienen pendientes altas y buena densidad de drenaje. (Baja)	
Z3	Crestas y Crestones en Homoclinal (Geología b2m) Lutitas de Macanal	Montañas con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30°,formando cuchillas alargadas en las cuales la erosión de las intercalaciones blandas, permite la exposición de las pendientes estructurales y las contrapendientes sin una predominancia clara de una de ellas, las cimas son agudas a subagudas, las contrapendientes presentan escarpes subverticales a inclinados.	A la base se comprende de arcillolitas grises, meteoriza a crema y rojizo, en la parte media presenta sectorialmente intercalaciones de arenitas en arcillolitas, al tope aumentan las intercalaciones de arenita y limolita	Rocas Impermeables (Baja)	En las crestas con mayor inclinación se presenta escasa vegetación que facilita la generación de procesos de remoción en masa. Susceptibilidad media	Erosión fluvial debido a los cursos de agua consecuentes. Alta susceptibilidad a erosión pluvial en las crestas con grandes pendientes y desprovistas de cobertura vegetal.	La unidad presenta buenas características de drenaje y una alta pendiente, por lo cual no se anega en época de lluvias. (Baja)	
Z4	Crestas y Crestones en Homoclinal (Geología b3j) Arenisca de las Juntas	Montañas con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30°,formando cuchillas alargadas en las cuales predominan la pendiente estructural con buzamientos iguales o próximos a la pendiente de la ladera , con cimas agudas a subagudas.	Se conforma por dos miembros arenosos separados por un nivel lutítico intermedio. De base a tope los miembros el Volador, Lutitas Intermedias y Almeida que en general se componen de secuencias de arcillolitas grises oscuras que meteorizan a amarillo rojizos con arenitas cuarzosas de grano fino a medio con cemento silíceo. En campo, sobre la carretera que conduce de San Luis de Gaceno a Chivor, se presentan las arenitas superiores de Las Juntas con capas muy diaclasadas de arenita de grano grueso con cemento ferruginoso, granos redondeados, buena selección y porosidad, aparentemente impregnadas de bitumen.	Rocas impermeables con eventual permeabilidad secundaria (Baja)	En las crestas con mayores pendientes se tiene una susceptibilidad media a procesos de remoción en masa.	Alta susceptibilidad a procesos de erosión pluvial.	La unidad presenta buenas características de drenaje y una alta pendiente, por lo cual no se anega en época de lluvias. (Baja)	

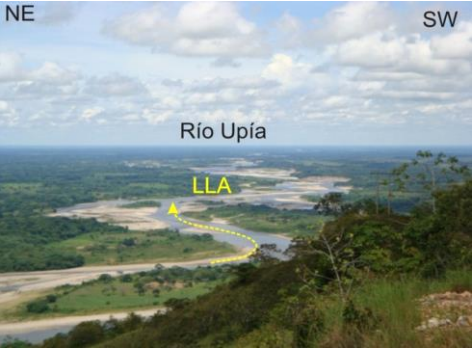
UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	GEOFORMA	LITOLOGIA	IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	COMPORTAMIENTO GEOTECNICO			FOTOGRAFÍAS
					SUSCEPTIBILIDAD A FRM	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION	ANEGABILIDAD	
Z5	Ladera Coluvial	Laderas de fuerte pendiente (25-50%) que conforman "hondonadas" o depresiones del terreno por donde normalmente fluyen cuerpos de agua, hacia las corrientes secundarias y principales del sector.	Predominan los materiales arcillosos con bloques de areniscas procedentes de los afloramientos en sectores más elevados.	Sedimentos no consolidados de alta permeabilidad (Baja)	Se pueden presentar reptamientos, flujos de tierra y deslizamientos. (Alta)	Susceptibilidad media a procesos de erosión laminar debido a lluvias intensas.	Susceptibilidad a sufrir encharcamientos en el suelo y saturación de los mismos en época de invierno. (Media)	
Z6	Valle Aluvial (Qal- Depósito Aluvial)	Paisaje conformado por un espacio entre dos relieves altos (montañas, colinas etc) plano a ligeramente plano, con un curso de agua en su eje, en el sector de estudio este espacio es estrecho como baja sedimentación	Bloques Cantos de composición variada.	Sedimentos no consolidados de alta permeabilidad(Alta)	Alta ya que presenta corrientes fuertes al ser ríos intramontanos, con fuerte socavación de fondo	Erosión de Fondo y Lateral (Alta)	Pueden encontrarse laminas de agua en superficie en cualquier epoca del año. (Alta)	
Z7	Terrazas Aluviales Subrecientes Altas (Q1t)	Superficie plana a levemente ondulada	Depósitos de Terrazas subrecientes: Sobresalen por estar topográficamente encima de la unidad Cuaternaria de Depósitos Aluviales Recientes (Q2t). Están compuestos principalmente por clasto heterométricos y de composición heterogénea, subredondeadas y subalargadas, clastosoportadas. Son depósitos que se originaron en llanuras aluviales, que han sido levantadas tectónicamente con respecto al nivel actual del cauce, y geomorfológicamente conforman unidades de terraza, se observarán en cercanías al ríos Upiá	Sedimentos no consolidados de media a alta permeabilidad. (Alta)	Erosión fluvial con disección formación de cárcavas y surcos, erosión pluvial	Baja susceptibilidad a fenomenos de remoción ya que la pendientes son muy bajas, suscpetible a cisección y socavación lateral	Pueden encontrarse laminas de agua en superficie en cualquier epoca del año. (Alta)	
Z8	Terrazas Aluviales Reciente (Q2t)	Superficie plana a levemente ondulada	Depósitos recientes con morfología plana al nivel del cauce, diferentes a los sedimentos actualmente trabajados por los ríos, se componen de clastos subredondeados a redondeados y subesféricos a elongados de variada composición.	Sedimentos no consolidados de media a alta permeabilidad. (Alta)	Baja susceptibilidad aunque la litologia es totalmente no compacta, la pendiente es muy baja.	Erosión fluvial con disección formación de cárcavas y surcos, erosión pluvial	Debido a la permeabilidad de los depósitos y cercanía a los cuerpos de agua solo en época de invierno pueden anegarse estos sectores debido a inundaciones o crecientes del río. (Media)	

UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	GEOFORMA	LITOLOGIA	IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	COMPORTAMIENTO GEOTECNICO			FOTOGRAFÍAS
					SUSCEPTIBILIDAD A FRM	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION	ANEGABILIDAD	
Z9	Crestas y Crestones en Homoclinal (Geología b4b6f) Fomeque	Montañas con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30°, formando cuchillas alargadas en las cuales la erosión de las intercalaciones blandas permite la exposición de las pendientes estructurales y las contrapendientes sin una predominancia clara de una de ellas, las cimas son agudas a subagudas, las contrapendientes presentan escarpes subverticales a inclinados.	Se compone de arcillolitas con intercalaciones frecuentes de biomicritas y algunas arenitas y bioesparitas. En campo se observó gran parte de la formación sobre la Quebrada la Cantonera, se presenta de tope a base con arcillolitas grises, no calcáreas. Hacia la base se presentan biomicritas en capas ondulosas, niveles de lodolitas café calcárea con concreciones ovoides, lodolitas carbonosas con hierro con limolitas negras silíceas en capas tabulares. Además se observan capas gruesas de calizas con conchas hasta de 4 cm.	Rocas impermeables con eventual permeabilidad secundaria (Baja)	Teniendo en cuenta las inclinaciones subverticales que se presentan en las contrapendientes, el alto diaclasamiento y fallamiento, la baja cementación en la Formaciones y los niveles arcillosos o blandos, califica como Altamente susceptible a procesos remoción en masa como caída de bloque en contra pendiente y deslizamiento en pendiente estructural	Alta susceptibilidad a procesos de erosión pluvial.	Rocas impermeables con eventual permeabilidad en laderas de pendiente media a alta. (Baja)	
Z10	Espinazos Erodados y Barras Erodadas (Geología b6k1u) Une	Los Espinazos se presentan como montañas homoclinales con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 30°-70°, formadas por estratos de diferente composición. Las laderas presentan un patrón escalonado de lajas triangulares o chevrones generados por la erosión fluvial transversal y la diferencia de resistencia de las intercalaciones blandas. Por su parte las Barras Erodadas presentan estratos con buzamientos mayores a 70°, se observan como lomas paralelas con cimas agudas separadas por depresiones generadas por la erosión fluvial obsecuente. Presenta drenaje con patrón tipo trellis.	Sucesión de capas gruesas de cuarzoarenita de grano grueso, blancas con gránulos redondeados y sobrecrecidos, bien cementadas con cemento silíceo, porosidad primaria muy baja, donde también presenta capas delgadas de carbón antracítico y capas delgadas de lodolita arenosa.(ATG 2008). En campo se observó aflorando la formación Une a lo largo del Río Lengupá, en el cruce de la carretera a San Luis de Gaceno con el río.	Rocas impermeables con eventual permeabilidad secundaria (Baja)	Los espinazos son susceptibles a deslizamientos por la caída de bloques y desprendimientos de suelo. Y en las laderas de mayor pendiente se presentan procesos de reptación. (Alta)	La unidad es susceptible a procesos de erosión en surcos. (Media)	Rocas impermeables con eventual permeabilidad en laderas de pendiente media a alta. Los suelos en superficie son arenosos en época de invierno se pueden presentar encharcamientos. (Media)	
Z11	Espinazos Erodados y Barras Erodadas (Geología k1k4c) Chipaque	Los Espinazos se presentan como montañas homoclinales con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 30°-70°, formadas por estratos de diferente composición. Las laderas presentan un patrón escalonado de lajas triangulares o chevrones generados por la erosión fluvial transversal y la diferencia de resistencia de las intercalaciones blandas. Por su parte las Barras Erodadas presentan estratos con buzamientos mayores a 70°, se observan como lomas paralelas con cimas agudas separadas por depresiones generadas por la erosión fluvial obsecuente. Presenta drenaje con patrón tipo trellis.	En general la Formación se conforma de arcillolitas y lodolitas fisilíde color gris oscuro a negro ricas en materia orgánica con intercalaciones de cuarzoarenitas de grano medio a grueso. En campo se observó un afloramiento de la unidad en la Quebrada el Toro.	Rocas Impermeables (Baja)	Las rocas son muy meteorizables cuando se encuentran expuestas en superficie presentandose deslizamientos de tierra (Alta)	Se pueden presentar procesos de erosión en surcos por lluvias moderadas a intensas, en áreas desprovistas de cobertura vegetal (Media)	Presenta baja susceptibilidad a anegarse a lo largo del año, debido a que se presenta en laderas de pendientes media, bien drenadas. (Baja)	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE 230 kV SUBESTACIÓN CHIVOR - CAMPO RUBIALES							CAPÍTULO 3.0	
UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	GEOFORMA	LITOLOGIA	IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	COMPORTAMIENTO GEOTECNICO			FOTOGRAFÍAS
					SUSCEPTIBILIDAD A FRM	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION	ANEGABILIDAD	
Z12	Espinazos Erodados y Barras Erodadas (Geología k4k6g) Guadalupe	Los Espinazos se presentan como montañas homoclinales con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 30°-70°, formadas por estratos de diferente composición. Las laderas presentan un patrón escalonado de lajas triangulares o chevrone generados por la erosión fluvial transversal y la diferencia de resistencia de las intercalaciones blandas. Por su parte las Barras Erodadas presentan estratos con buzamientos mayores a 70°, se observan como lomas paralelas con cimas agudas separadas por depresiones generadas por la erosión fluvial obsecuente. Presenta drenaje con patrón tipo trellis.	De base a tope: formación Arenisca Dura se presenta como una sucesión de capas gruesas de cuarzoarenita de grano grueso a fino intensamente bioturbadas de color blanco, con delgada interposiciones de shales grises. Formación Plaeners se observa como una sucesión de shales negros predominando sobre las intercalaciones limolitas y cuarzoarenitas, con lentes de calizas lumaquélicas. Formación Labor-Tierra en el tope del grupo Guadalupe se compone de una sucesión de cuarzoarenitas en capas gruesas y muy gruesas con estratificación cruzada, con granos tamaño fino a grueso. En campo un afloramiento cerca a la base del grupo Guadalupe se describió en la Quebrada San Antonio. Se presentan arcillolitas en paquetes gruesos de láminas, no calcáreas, con intercalaciones de cuarzoarenita de grano fino, la arcillolita pasa transicionalmente a capas gruesas de arenita muy fina gris, hacia el tope la secuencia grada de nuevo a arcillolitas grises con capas delgadas de arenita. La sección buza al noroccidente, pero la disposición de los ichnofósiles sugiere que las capas se encuentran invertidas. En el sector del cruce de la Qb. San Antonio con la carretera a San Luis de Gaceno se encuentran afloramientos de la parte superior del Grupo Guadalupe, con arenita de grano medio en capas gruesa a muy gruesas, poco cementada, con conterido de caolin, granos redondeados y subesféricos, formando estructuras sinclinales pequeñas.	Rocas moderadamente permeables con permeabilidad secundaria a la base y primaria en el tope. (Alta)	Eventualmente se pueden presentar procesos de remoción en masa en laderas con poca cobertura vegetal y en época de invierno. (Media)	Presenta una alta susceptibilidad a desarrollar procesos de erosión en surcos. (Alta)	La susceptibilidad es baja debido a que son rocas moderadamente permeables y la pendiente de las laderas es media a alta.	
Z13	Espinazos Erodados y Barras Erodadas (Geología E1c) Cuervos	Los Espinazos se presentan como montañas homoclinales con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 30°-70°, formadas por estratos de diferente composición. Las laderas presentan un patrón escalonado de lajas triangulares o chevrone generados por la erosión fluvial transversal y la diferencia de resistencia de las intercalaciones blandas. Por su parte las Barras Erodadas presentan estratos con buzamientos mayores a 70°, se observan como lomas paralelas con cimas agudas separadas por depresiones generadas por la erosión fluvial obsecuente. Presenta drenaje con patrón tipo trellis.	Sucesión predominantemente lodosa con niveles de limolitas y arcillolitas de color gris verdoso a negro, presenta algunos mantos de carbón y lodolitas moteadas. En el camino que conduce a la Quebrada el Toro se observa una morfología suave constituida por shales negros.	Rocas Impermeables (Baja)	Eventualmente se pueden presentar deslizamientos por degradación de las arcillolitas y limolitas, debido a cambios en la cobertura del suelo y taludes expuestos. (Media)	Presenta baja susceptibilidad a procesos de erosión pluvial debido a la textura de los suelos en superficie.	Los suelos se saturan durante época de invierno, se aprecian encharcamientos. (Media)	
Z14	Espinazos Erodados y Barras Erodadas (Geología E2m) Mirador	Los Espinazos se presentan como montañas homoclinales con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 30°-70°, formadas por estratos de diferente composición. Las laderas presentan un patrón escalonado de lajas triangulares o chevrone generados por la erosión fluvial transversal y la diferencia de resistencia de las intercalaciones blandas. Por su parte las Barras Erodadas presentan estratos con buzamientos mayores a 70°, se observan como lomas paralelas con cimas agudas separadas por depresiones generadas por la erosión fluvial obsecuente. Presenta drenaje con patrón tipo trellis.	Se expone en el flanco occidental del Sinclinal de Nazareth y del Anticlinal del Silbadero, en general se conforma de cuarzoarenitas de grano medio a muy grueso de color blanco, con gránulos redondeados de cuarzo lechoso, y buena porosidad, y capas de arenita fina bioturbadas y cementadas. En campo se observaron afloramientos en la Cuchilla Monserrate, donde se presenta capas muy gruesas con estratificación cruzada de cuarzoarenitas de grano medio, limpias, con granos redondeados y esféricos, blancas a crema, muy friables, con madrigueras horizontales y verticales. Hacia la base se observa arenita conglomerática con guijos de cuarzo lechoso.	Rocas moderada a altamente permeables con permeabilidad primaria. (Alta)	Presenta una susceptibilidad a procesos de remoción en masa Media debido a la pendiente estructural y pendiente de las geoformas. (Media)	Se pueden presentar procesos de erosión laminar. (Media)	Los suelos son permeables por lo cual drenan el agua lluvia ayudados por las pendientes medias a altas que se presentan. (Baja)	
Z15	Colinas y lomas denudadas (Geología E3N1c) Carbonera	Paisaje con relieve suave, conformado con elevaciones de terreno menores a 300m, cuyas laderas tienen inclinaciones entre 3°-10, en el caso de las colinas las laderas divergen en todas las direcciones con cimas redondeadas, en tanto las lomas presentan cimas alargadas .	Aflora en el núcleo del Sinclinal de Nazareth, y flanco occidental del Anticlinal de Silbadero, se conforma de alternancias de lodolitas y arenitas. En campo se observaron varios niveles. Por el Caño Grande se observan niveles gruesos de lodolitas negras con laminas de arenita de grano muy finos en laminación ondulosa, en el camino que conduce a la Quebrada La Mona, se observa un afloramiento con arcillolita gris moteada a rojo en la base, suprayacida por capas gruesas con estrato decrecimiento a capas delgadas de arenita cuarzosa y lítica, color gris, de grano fino, con laminación paralela y cruzada planar, niveles de carbón en capas delgadas con pirita, en el Caño Hondo se observan capas gruesas que gradan a muy gruesas de arenita friable de grano medio y materia orgánica, los segmentos superiores de Carbonera se pueden observar en Caño Arenoso y la Quebrada La Colorada, donde se presentan arcillolitas y limolitas arenosas, grises con moteamiento rojizo, en capas medias cuneiformes, con capas medias de arenita de grano fino a medio, ligeramente friable, color gris rojizo.	Rocas moderadamente permeables con permeabilidad primaria y niveles impermeables. (Media)	En los taludes con roca expuesta, o con escasa cobertura vegetal se pueden presentar deslizamientos u reptamientos. (Media)	Baja susceptibilidad a procesos de erosión pluvial debido a las bajas pendientes de la topografía en este sector.	En época de invierno se presentan encharcamientos en el suelo. (Media)	

GEOINGENIERÍA	GI-1876	PÁG. 274

UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	GEOFORMA	LITOLOGIA	IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	COMPORTAMIENTO GEOTECNICO			FOTOGRAFÍAS
					SUSCEPTIBILIDAD A FRM	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION	ANEGABILIDAD	
Z16	Escarpe de Borde de Terraza Subreciente y Reciente (Q1t)	Escarpes verticales	Dépósitos pleistoceno-holoceno con cantos y bloque subredondeados y elongados de Areniscas, lodolitas y calizas, en matriz arenosa.	Sedimentos no consolidados de media a alta permeabilidad. (Alta)	Erosión fluvial con socavación lateral, fuerte dominio de la gravedad provocando caída de bloques	Erosión fluvial con socavación lateral, fuerte dominio de la gravedad provocando caída de bloques	Baja susceptibilidad anegarse debido a las altas pendientes topograficas de la zona.	
Z17	Terrazas Aluviales Subrecientes Medias (Q1t)	Superficie plana a levemente ondulada.	Dépósitos de Terrazas subrecientes: Sobresalen por estar topográficamente encima de la unidad Cuaternaria de Depósitos Aluviales Recientes (Q2t). Están compuestos principalmente por clasto heterométricos y de composición heterogénea, subredondeadas y subalargadas, clastosoportadas. Son depósitos que se originaron en llanuras aluviales, que han sido levantadas tectónicamente con respecto al nivel actual del cauce, y geomorfológicamente conforman unidades de terraza, se observarán en cercanías al ríos Upía	Sedimentos no consolidados de media a alta permeabilidad. (Alta)	Alta susceptibilidad a caída de bloques y deslizamientos debido a la baja compactación de los depósitos.	Erosión fluvial con disección formación de cárcavas y surcos, erosión pluvial	Puede presentarse encharcamientos en época de invierno debido a las geoformas deprimidas cercanas a cauces. (Media)	
Z18	Terraza Aluvial Subreciente Baja (Q1t-Depósitos de Terraza Subreciente)	Geoforma Estructural -Agradacional con Superficies planas a levemente onduladas	Dépósitos pleistoceno-holoceno con cantos y bloques subredondeados y elongados de Areniscas, lodolitas y calizas, en matriz arenosa.	Sedimentos no consolidados de media a alta permeabilidad. (Alta)	Baja susceptibilidad a fenomenos de cisección y socavación lateral	Erosión fluvial con disección formación de cárcavas y surcos, erosión pluvial	Pueden encontrarse laminas de agua en superficie en cualquier epoca del año. (Alta)	
Z19	Crestas y Crestones en Pendientes Estructural (Geología E3N1c) Carbonera	Montañas con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30°, formando cuchillas alargadas en las cuales predominan la pendiente estructural con buzamientos iguales o próximos a la pendiente de la ladera, con cimas agudas a subagudas, frecuentemente las laderas que sobrepasan los 25° se presentan con escasa vegetación.	Aflora en el núcleo del Sinclinal de Nazareth, y flanco occidental del Anticlinal de Silbadero, se conforma de alternancias de lodolitas y arenitas. En campo se observaron varios niveles. Por el Caño Grande se observan niveles gruesos de lodolitas negras con laminas de arenita de grano muy finos en laminación ondulosa, en el camino que conduce a la Quebrada La Mona, se observa un afloramiento con arcillolita gris moteada a rojo en la base, suprayacida por capas gruesas con estrato decrecimiento a capas delgadas de arenita cuarzosa y lítica, color gris, de grano fino, con laminación paralela y cruzada planar, niveles de carbón en capas delgadas con pirita, en el Caño Hondo se observan capas gruesas que gradan a muy gruesas de arenita friable de grano medio y materia orgánica, los segmentos superiores de Carbonera se pueden observar en Caño Arenoso y la Quebrada La Colorada, donde se presentan arcillolitas y limolitas arenosas, grises con moteamiento rojizo, en capas medias cuneiformes, con capas medias de arenita de grano fino a medio, ligeramente friable, color gris rojizo.	Rocas moderadamente permeables con permeabilidad primaria y niveles impermeables. (Media)	Susceptibilidad a fallas planares en taludes de roca expuestos. Y de flujo de tierras en sectores donde se tenga escasa cobertura vegetal. (Alta)	No se evidencian procesos de erosión pluvial. (Baja)	Baja susceptibilidad a presentar suelos saturados en superficie o laminas de agua, debido a las pendientes medias a altas de las laderas y la permeabilidad de los suelos. (Baja)	

UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	GEOFORMA	LITOLOGIA	IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	COMPORTAMIENTO GEOTECNICO			FOTOGRAFÍAS
					SUSCEPTIBILIDAD A FRM	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION	ANEGABILIDAD	
Z20	Crestas y Crestones en Contrapendientes Estructural (Carbonera)	Montañas con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30°, formando cuchillas alargadas en las cuales predominan la contrapendiente estructural con cimas agudas a subagudas, las contrapendientes presentan escarpes subverticales a inclinados.	Aflora en el núcleo del Sinclinal de Nazareth, y flanco occidental del Anticlinal de Silbadero, se conforma de alternancias de lodolitas y arenitas. En campo se observaron varios niveles. Por el Caño Grande se observan niveles gruesos de lodolitas negras con laminas de arenita de grano muy finos en laminación ondulosa, en el camino que conduce a la Quebrada La Mona, se observa un afloramiento con arcillolita gris moteada a rojo en la base, suprayacida por capas gruesas con estrato decrecimiento a capas delgadas de arenita cuarzosa y lítica, color gris, de grano fino, con laminación paralela y cruzada planar, niveles de carbón en capas delgadas con piritita, en el Caño Hondo se observan capas gruesas que gradan a muy gruesas de arenita friable de grano medio y materia orgánica, los segmentos superiores de Carbonera se pueden observar en Caño Arenoso y la Quebrada La Colorada, donde se presentan arcillolitas y limolitas arenosas, grises con moteamiento rojizo, en capas medias cuneiformes, con capas medias de arenita de grano fino a medio, ligeramente friable, color gris rojizo.	Rocas moderadamente permeables con permeabilidad primaria y niveles impermeables. (Media)	Susceptibilidad media a deslizamientos debido a la cobertura vegetal, permeabilidad de los suelos y pendiente de las laderas.	Alta susceptibilidad a la erosión laminar debido a las altas pendientes.	Baja susceptibilidad a anegarse durante todo el año, debido a la permeabilidad de las rocas y suelos.	
Z21	Espinazos (Carbonera)	Los Espinazos son montañas homoclinales con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 30°-70°, formadas por estratos de diferente composición, las laderas presentan un patrón escalonado de las triangulares o chevrones generados por la erosión diferencial de los estratos blandos.	Aflora en el núcleo del Sinclinal de Nazareth, y flanco occidental del Anticlinal de Silbadero, se conforma de alternancias de lodolitas y arenitas. En campo se observaron varios niveles. Por el Caño Grande se observan niveles gruesos de lodolitas negras con laminas de arenita de grano muy finos en laminación ondulosa, en el camino que conduce a la Quebrada La Mona, se observa un afloramiento con arcillolita gris moteada a rojo en la base, suprayacida por capas gruesas con estrato decrecimiento a capas delgadas de arenita cuarzosa y lítica, color gris, de grano fino, con laminación paralela y cruzada planar, niveles de carbón en capas delgadas con piritita, en el Caño Hondo se observan capas gruesas que gradan a muy gruesas de arenita friable de grano medio y materia orgánica, los segmentos superiores de Carbonera se pueden observar en Caño Arenoso y la Quebrada La Colorada, donde se presentan arcillolitas y limolitas arenosas, grises con moteamiento rojizo, en capas medias cuneiformes, con capas medias de arenita de grano fino a medio, ligeramente friable, color gris rojizo.	Rocas moderadamente permeables con permeabilidad primaria y niveles impermeables. (Media)		Presentan susceptibilidad media a procesos de erosión laminar en taludes con escasa vegetación. (Media)	No presenta encharcamientos o laminas de agua en superficie durante la época de lluvias.	
Z22	Crestas y Crestones en Homoclinales (carbonera)	Montañas con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30°, formando cuchillas alargadas en las cuales la erosión de las intercalaciones blandas, permite la exposición de las pendientes estructurales y las contrapendientes sin una predominancia clara de una de ellas, las cimas son agudas a subagudas, las contrapendientes presentan escarpes subverticales a inclinados.	Aflora en el núcleo del Sinclinal de Nazareth, y flanco occidental del Anticlinal de Silbadero, se conforma de alternancias de lodolitas y arenitas. En campo se observaron varios niveles. Por el Caño Grande se observan niveles gruesos de lodolitas negras con laminas de arenita de grano muy finos en laminación ondulosa, en el camino que conduce a la Quebrada La Mona, se observa un afloramiento con arcillolita gris moteada a rojo en la base, suprayacida por capas gruesas con estrato decrecimiento a capas delgadas de arenita cuarzosa y lítica, color gris, de grano fino, con laminación paralela y cruzada planar, niveles de carbón en capas delgadas con piritita, en el Caño Hondo se observan capas gruesas que gradan a muy gruesas de arenita friable de grano medio y materia orgánica, los segmentos superiores de Carbonera se pueden observar en Caño Arenoso y la Quebrada La Colorada, donde se presentan arcillolitas y limolitas arenosas, grises con moteamiento rojizo, en capas medias cuneiformes, con capas medias de arenita de grano fino a medio, ligeramente friable, color gris rojizo.	Rocas moderadamente permeables con permeabilidad primaria y niveles impermeables. (Media)	Alta susceptibilidad a deslizamientos de tierra debido a las pendientes y en taludes expuestos se puede presentar caída de bloques o fallas planares.	Alta susceptibilidad a procesos de erosión en surcos y laminar debido a la pendiente topográfica y materiales en superficie con poca cobertura vegetal.	Baja susceptibilidad	
Z23	Llanura Aluvial (Qal-Depositos aluviales activos) Río Upía	Es el área ubicada a continuación del cauce mayor del Río Upía de carácter Trenzado. Presenta una topografía plana con pendientes medias inferiores a 1° donde se diferencian paleoformas aluviales como: diques, islas, cubetas, surales.	Arenas, limos, arcillas, y gravas redondeadas que van desde guijarros hasta bloques.	Sedimentos no consolidados de alta permeabilidad (Alta)	No se presentan deslizamientos debido a la baja pendiente.	Alta susceptibilidad a procesos de socavación del cauce y márgenes del mismo.	Alta porque pueden inundarse y anegarse durante época de invierno.	

UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	GEOFORMA	LITOLOGIA	IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	COMPORTAMIENTO GEOTECNICO			FOTOGRAFÍAS
					SUSCEPTIBILIDAD A FRM	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION	ANEGABILIDAD	
Z24	Cuestas (Carbonera)	Paisaje homoclinal formado por capas suavemente plegadas y vasculadas con buzamientos entre 2°-8°	Aflora en el núcleo del Sinclinal de Nazareth, y flanco occidental del Anticlinal de Silbadero, se conforma de alternancias de lodolitas y arenitas. En campo se observaron varios niveles. Por el Caño Grande se observan niveles gruesos de lodolitas negras con laminas de arenita de grano muy finos en laminación ondulosa, en el camino que conduce a la Quebrada La Mona, se observa un afloramiento con arcillolita gris moteada a rojo en la base, suprayacida por capas gruesas con estrato decrecimiento a capas delgadas de arenita cuarzosa y lítica, color gris, de grano fino, con laminación paralela y cruzada planar, niveles de carbón en capas delgadas con piritita, en el Caño Hondo se observan capas gruesas que gradan a muy gruesas de arenita friable de grano medio y materia orgánica, los segmentos superiores de Carbonera se pueden observar en Caño Arenoso y la Quebrada La Colorada, donde se presentan arcillolitas y limolitas arenosas, grises con moteamiento rojizo, en capas medias cuneiformes, con capas medias de arenita de grano fino a medio, ligeramente friable, color gris rojizo.	Rocas moderadamente permeables con permeabilidad primaria y niveles impermeables. (Media)	Baja susceptibilidad a procesos de remoción en masa.	Baja suceptibilidad a desarrollar procesos de erosión pluvial debido a las bajas pendientes y la textura de los suelos,	Se pueden presentar encharcamientos en zonas de baja pendiente o formas concavas en época de invierno. (Media)	SWNE
Z25	Escarpe de Borde de Cuesta(Carbonera)	Se presentan escarpes verticales a subverticales con coluviones a la base de estos	Esta morfología se presenta predominantemente en la formación Carbonera, conformada por alternancias de shales carbonoso en la base a arcillolita gris con moteado rojo al tope con interposiciones de arenitas sublíticas y cuarzosas de grano fino a grueso con niveles conglomeráticos de guijos	Rocas moderadamente permeables con permeabilidad primaria y niveles impermeables. (Media)	La gravedad actua con mayor dominio en los flanco escarpados de la contrapendiente lo que genera caída de bloques (Alta)	Se presenta erosión fluvial con causas subsecuentes, y erosión pluvial, debido a la baja vegetación (Media)	Baja dedibo a la pendiente y permeabilidad de los materiales en superficie.	SWNE

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.92 UNIDADES GEOTÉCNICAS DEL SECTOR RÍO UPÍA – RÍO META

UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	GEOFORMA	LITOLOGIA	IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	COMPORTAMIENTO GEOTECNICO			FOTOGRAFÍAS
					SUSCEPTIBILIDAD A FRM	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION	ANEGABILIDAD	
Z7	Terrazas Aluviales Subrecientes Altas (Q1t)	Superficie plana a levemente ondulada	Depósitos de Terrazas subrecientes: Sobresalen por estar topográficamente encima de la unidad Cuaternaria de Depósitos Aluviales Recientes (Q2t). Están compuestos principalmente por clasto heterométricos y de composición heterogénea, subredondeadas y subalargadas, clastosoportadas. Son depósitos que se originaron en llanuras aluviales, que han sido levantadas tectónicamente con respecto al nivel actual del cauce, y geomorfológicamente conforman unidades de terraza, se observarán en cercanías al río Upía	Sedimentos no consolidados de media a alta permeabilidad. (Alta)	Erosión fluvial con disección formación de cárcavas y surcos, erosión pluvial	Baja susceptibilidad a fenómenos de remoción ya que la pendientes son muy bajas, susceptible a cisección y socavación lateral	Pueden encontrarse laminas de agua en superficie en cualquier época del año. (Alta)	
Z8	Terrazas Aluviales Reciente (Q2t)	Superficie plana a levemente ondulada	Depósitos recientes con morfología plana al nivel del cauce, diferentes a los sedimentos actualmente trabajados por los ríos, se componen de clastos subredondeados a redondeados y subesféricos a elongados de variada composición.	Sedimentos no consolidados de media a alta permeabilidad. (Alta)	Baja susceptibilidad aunque la litología es totalmente no compacta, la pendiente es muy baja.	Erosión fluvial con disección formación de cárcavas y surcos, erosión pluvial	Debido a la permeabilidad de los depósitos y cercanía a los cuerpos de agua solo en época de invierno pueden anegarse estos sectores debido a inundaciones o crecientes del río. (Media)	
Z15	Colinas y lomas desnudadas (Geología E3N1c) Carbonera	Paisaje con relieve suave, conformado con elevaciones de terreno menores a 300m, cuyas laderas tienen inclinaciones entre 3°-10°, en el caso de las colinas las laderas divergen en todas las direcciones con cimas redondeadas, en tanto las lomas presentan cimas a largadas.	Aflora en el núcleo del Sinclinal de Nazareth, y flanco occidental del Anticlinal de Silbadero, se conforma de alternancias de lodolitas y arenitas. En campo se observaron varios niveles. Por el Caño Grande se observan niveles gruesos de lodolitas negras con laminas de arenita de grano muy finos en laminación ondulosa, en el camino que conduce a la Quebrada La Mona, se observa un afloramiento con arcillolita gris moteada a rojo en la base, suprayacida por capas gruesas con estrato decrecimiento a capas delgadas de arenita cuarzosa y lítica, color gris, de grano fino, con laminación paralela y cruzada planar, niveles de carbón en capas delgadas con pirita, en el Caño Hondo se observan capas gruesas que gradan a muy gruesas de arenita friable de grano medio y materia orgánica, los segmentos superiores de Carbonera se pueden observar en Caño Arenoso y la Quebrada La Colorada, donde se presentan arcillolitas y limolitas arenosas, grises con moteamiento rojizo, en capas medias cuneiformes, con capas medias de arenita de grano fino a medio, ligeramente friable, color gris rojizo.	Rocas moderadamente permeables con permeabilidad primaria y niveles impermeables. (Media)	En los taludes con roca expuesta, o con escasa cobertura vegetal se pueden presentar deslizamientos u reptamientos. (Media)	Baja susceptibilidad a procesos de erosión pluvial debido a las bajas pendientes de la topografía en este sector.	En época de invierno se presentan encharcamientos en el suelo. (Media)	
Z16	Escarpe de Borde de Terraza Subreciente y Reciente (Q1t)	Escarpes verticales	Depósitos pleistoceno-holoceno con cantos y bloque subredondeados y elongados de Areniscas, lodolitas y calizas, en matriz arenosa.	Sedimentos no consolidados de media a alta permeabilidad. (Alta)	Erosión fluvial con socavación lateral, fuerte dominio de la gravedad provocando caída de bloques	Erosión fluvial con socavación lateral, fuerte dominio de la gravedad provocando caída de bloques	Baja susceptibilidad anegarse debido a las altas pendientes topográficas de la zona.	

UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	GEOFORMA	LITOLOGIA	IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	COMPORTAMIENTO GEOTECNICO			FOTOGRAFÍAS
					SUSCEPTIBILIDAD A FRM	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION	ANEGABILIDAD	
Z17	Terrazas Aluviales Subrecientes Medias (Q1t)	Superficie plana a levemente ondulada.	Depósitos de Terrazas subrecientes: Sobresalen por estar topográficamente encima de la unidad Cuaternaria de Depósitos Aluviales Recientes (Q2t). Están compuestos principalmente por clasto heterométricos y de composición heterogénea, subredondeadas y subalargadas, clastosoportadas. Son depósitos que se originaron en llanuras aluviales, que han sido levantadas tectónicamente con respecto al nivel actual del cauce, y geomorfológicamente conforman unidades de terraza, se observarán en cercanías al río Upiá	Sedimentos no consolidados de media a alta permeabilidad. (Alta)	Alta susceptibilidad a caída de bloques y deslizamientos debido a la baja compactación de los depósitos.	Erosión fluvial con disección formación de cárcavas y surcos, erosión pluvial	Puede presentarse encharcamientos en época de invierno debido a las geoformas deprimidas cercanas a cauces. (Media)	
Z18	Terraza Aluvial Subreciente Baja (Q1t-Depósitos de Terraza Subreciente)	Geoforma Estructural -Agradacional con Superficies planas a levemente onduladas	Depósitos pleistoceno-holoceno con cantos y bloques subredondeados y elongados de Areniscas, lodolitas y calizas, en matriz arenosa.	Sedimentos no consolidados de media a alta permeabilidad. (Alta)	Baja susceptibilidad a fenómenos de cisección y socavación lateral	Erosión fluvial con disección formación de cárcavas y surcos, erosión pluvial	Pueden encontrarse laminas de agua en superficie en cualquier época del año. (Alta)	
Z19	Crestas y Crestones en Pendientes Estructural (Geología E3N1c) Carbonera	Montañas con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30°, formando cuchillas alargadas en las cuales predominan la pendiente estructural con buzamientos iguales o próximos a la pendiente de la ladera, con cimas agudas a subagudas, frecuentemente las laderas que sobrepasan los 25° se presentan con escasa vegetación.	Aflora en el núcleo del Sinclinal de Nazareth, y flanco occidental del Anticlinal de Silbadero, se conforma de alternancias de lodolitas y arenitas. En campo se observaron varios niveles. Por el Caño Grande se observan niveles gruesos de lodolitas negras con laminas de arenita de grano muy finos en laminación ondulosa, en el camino que conduce a la Quebrada La Mona, se observa un afloramiento con arcillolita gris moteada a rojo en la base, suprayacida por capas gruesas con estrato decrecimiento a capas delgadas de arenita cuarzosa y lítica, color gris, de grano fino, con laminación paralela y cruzada planar, niveles de carbón en capas delgadas con piritita, en el Caño Hondo se observan capas gruesas que gradan a muy gruesas de arenita friable de grano medio y materia orgánica, los segmentos superiores de Carbonera se pueden observar en Caño Arenoso y la Quebrada La Colorada, donde se presentan arcillolitas y limolitas arenosas, grises con moteamiento rojizo, en capas medias cuneiformes, con capas medias de arenita de grano fino a medio, ligeramente friable, color gris rojizo.	Rocas moderadamente permeables con permeabilidad primaria y niveles impermeables. (Media)	Susceptibilidad a fallas planares en taludes de roca expuestos. Y de flujo de tierras en sectores donde se tenga escasa cobertura vegetal. (Alta)	No se evidencian procesos de erosión pluvial. (Baja)	Baja susceptibilidad a presentar suelos saturados en superficie o laminas de agua, debido a las pendientes medias a altas de las laderas y la permeabilidad de los suelos. (Baja)	
Z20	Crestas y Crestones en Contrapendientes Estructural (Carbonera)	Montañas con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30°, formando cuchillas alargadas en las cuales predominan la contrapendiente estructural con cimas agudas a subagudas, las contrapendientes presentan escarpes subverticales a inclinados.	Aflora en el núcleo del Sinclinal de Nazareth, y flanco occidental del Anticlinal de Silbadero, se conforma de alternancias de lodolitas y arenitas. En campo se observaron varios niveles. Por el Caño Grande se observan niveles gruesos de lodolitas negras con laminas de arenita de grano muy finos en laminación ondulosa, en el camino que conduce a la Quebrada La Mona, se observa un afloramiento con arcillolita gris moteada a rojo en la base, suprayacida por capas gruesas con estrato decrecimiento a capas delgadas de arenita cuarzosa y lítica, color gris, de grano fino, con laminación paralela y cruzada planar, niveles de carbón en capas delgadas con piritita, en el Caño Hondo se observan capas gruesas que gradan a muy gruesas de arenita friable de grano medio y materia orgánica, los segmentos superiores de Carbonera se pueden observar en Caño Arenoso y la Quebrada La Colorada, donde se presentan arcillolitas y limolitas arenosas, grises con moteamiento rojizo, en capas medias cuneiformes, con capas medias de arenita de grano fino a medio, ligeramente friable, color gris rojizo.	Rocas moderadamente permeables con permeabilidad primaria y niveles impermeables. (Media)	Susceptibilidad media a deslizamientos debido a la cobertura vegetal, permeabilidad de los suelos y pendiente de las laderas.	Alta susceptibilidad a la erosión laminar debido a las altas pendientes.	Baja susceptibilidad a anegarse durante todo el año, debido a la permeabilidad de las rocas y suelos.	

UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	GEOFORMA	LITOLOGIA	IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	COMPORTAMIENTO GEOTECNICO			FOTOGRAFÍAS
					SUSCEPTIBILIDAD A FRM	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION	ANEGABILIDAD	
Z26	Crestas y Crestones en Pendientes Estructural(Mirador)	Montañas con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30°,formando cuchillas alargadas en las cuales predominan la pendiente estructural con buzamientos iguales o próximos a la pendiente de la ladera , con cimas agudas a subagudas.	Se expone en el flanco occidental del Anticlinal del Silbadero, en general se conforma de cuarzoarenitas de grano medio a muy grueso de color blanco, con gránulos redondeados de cuarzo lechoso, y buena porosidad, y capas de arenita fina bioturbadas y cementadas.	Rocas moderada a altamente permeables con permeabilidad primaria. (Alta)	Suceptibilidad media a deslizamientos superficiales y caída de bloques en taludes de corte en contrapendiente estructural	En zonas con escasa cobertura vegetal se pueden presentar procesos de erosión en carcavas y surcos.(Media)	Baja susceptibilidad a anegarse durante todo el año, debido a la permeabilidad de las rocas y suelos junto con la pendiente de las laderas.	
Z27	Comba de Anticlinal Erodada (Cuervo)	Paisaje formado por depresiones subsecuentes rodeadas de escarpes recortados en las capas geológicas superiores, mientras en el núcleo afloran estratos más antiguos parcialmente cubiertos por derrubios.	Sucesión predominantemente lodosa con niveles de limolitas y arcillolitas de color gris verdoso a negro, presenta algunos mantos de carbón y lodolitas moteadas. En el camino que conduce a la Quebrada el Toro se observa una morfología suave constituida por shales negros.	Rocas impermeables (Baja)	Susceptibilidad a caída de bloques y deslizamientos superficiales de tierra. (Media)	Pueden presentarse procesos de erosión laminar y en surcos por lluvias intensas. (Media)	Baja susceptibilidad a la anegabilidad, debido a la alta pendiente y permeabilidad de las formaciones.	
Z28	Comba de Anticlinal Erodada (Barco)	Paisaje formado por depresiones subsecuentes rodeadas de escarpes recortados en las capas geológicas superiores, mientras en el núcleo afloran estratos más antiguos parcialmente cubiertos por derrubios.	Se compone de cuarzoarenitas en capas gruesas a muy gruesas, con alta porosidad y tamaño de grano medio. Esta unidad se reconoce individualmente en la cordillera al occidente de San Luis de Gaceno como un nivel no cartografiable de capas gruesas de cuarzoarenita de grano grueso con gránulos color crema friable buzando al sur lo que indica la cercanía a la Falla La Paz, sin embargo en el piedemonte la formación Barco descansa directamente sobre el grupo Guadalupe, haciendo difícil su separación por lo que algunos autores sugieren llamar Grupo Palmichal a la unión del Grupo Guadalupe con la formación Barco. (Ingeominas 2001)	Rocas moderada a altamente permeables con permeabilidad primaria. (Alta)	Susceptibilidad a caída de bloques y procesos de remoción en masa (Alta)	Alta susceptibilidad a procesos de erosión en surcos y carcavas debido a lluvias intensas y suelos con poca cobertura vegetal.	Baja, no se anega durante el año debido a la alta pendiente topografica del sector	
Z29	Crestas y Crestones en Contrapendientes Estructural y pendiente estructural (GUADALUPE)	Montañas con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30°,formando cuchillas alargadas en las cuales predominan la contrapendiente estructural con cimas agudas a subagudas, las contrapendientes presentan escarpes subverticales a inclinados.	De base a tope: formación Arenisca Dura se presenta como una sucesión de capas gruesas de cuarzoarenita de grano grueso a fino intensamente bioturbadas de color blanco, con delgada interposiciones de shales grises, con niveles lenticulares de calizas lumaquéllicas con moldes de ostras hasta decimétricos. formación Plaeners se observa como una sucesión de shales negros predominando sobre las intercalaciones limolitas y cuarzoarenitas, con lentes de calizas lumaquéllicas. Formación Labor-Tierra en el tope del grupo Guadalupe se compone de una sucesión de cuarzoarenitas en capas gruesas y muy gruesas con estratificación cruzada, con granos tamaño fino a grueso. En campo un afloramiento cerca a la base grupo Guadalupe se describió en la Quebrada San Antonio, se presentan arcillolitas en paquetes gruesos de laminas gruesas, no calcáreas, con intercalaciones de cuarzoarenita de grano fino, la arcillolita pasa transicionalmente a capas gruesas de arenita muy fina gris, con láminas de materia orgánica y laminación flaser, altamente bioturbada con icnofósiles de alimentación y madrigueras, hacia el tope la secuencia grada de nuevo a arcillolitas grises en capas delgadas en estratificación ondulosa y arcillolitas laminadas con partición gruesa, con capas delgadas de arenita. La sección buza al noroccidente, pero ladisposición de los icnofósiles sugiere que las capas se encuentran invertidas. En el sector del cruce de la Qb. San Antonio con la carretera a San Luis de Gaceno se encuentran afloramientos de la parte superior del Grupo Guadalupe, con arenita de grano medio en capas gruesa a muy gruesas, poco cementada, con contenido de caolín, granos redondeados y subesféricos, formando estructuras sincinales pequeñas.	Rocas moderadamente permeables con permeabilidad secundaria a la base y primaria en el tope. (Alta)	Teniendo en cuenta las inclinaciones subverticales que se presentan en las contrapendientes, el alto diaclasamiento y fallamiento, y la baja cementación de las rocas se califica como Altamente susceptible a procesos remoción en masa como caída de bloques y deslizamiento.	Alta susceptibilidad a procesos de erosión pluvial como surcos y carcavas.	Baja susceptibilidad a anegarse en época de invierno.	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE 230 kV SUBESTACIÓN CHIVOR - CAMPO RUBIALES							CAPÍTULO 3.0	
UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	GEOFORMA	LITOLOGIA	IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	COMPORTAMIENTO GEOTECNICO			FOTOGRAFÍAS
					SUSCEPTIBILIDAD A FRM	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION	ANEGABILIDAD	
Z30	Crestas y Crestones en Pendientes Estructural-Contrapendiente estructural y Homoclinales(Cuervo)	Montañas con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30°,formando cuchillas alargadas en las cuales la erosión de las intercalaciones blandas, permite la exposición de las pendientes estructurales y las contrapendientes sin una predominancia clara de una de ellas, las cimas son agudas a subagudas, las contrapendientes presentan escarpes subverticales a inclinados.	Sucesión predominantemente lodosa con niveles de limolitas y arcillolitas de color gris verdoso a negro, presenta algunos mantos de carbón y lodolitas moteadas. En el camino que conduce a la Quebrada el Toro se observa una morfología suave constituida por shales negros.	Rocas Impermeables (Baja)	Alta susceptibilidad a procesos de reptamiento y deslizamientos superficiales. Se pueden presentar caídas de bloques en taludes en contrapendiente.	Presenta baja susceptibilidad a procesos de erosión pluvial debido a la textura de los suelos en superficie.	Se pueden presentar encharcamientos debido a la impermeabilidad de los suelos. (Media)	
Z31	Crestas y Crestones en Pendientes y Contrapendientes estructurales y Homoclinales (BARCO)	Montañas con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30°,formando cuchillas alargadas en las cuales predominan la pendiente estructural con buzamientos iguales o proximos a la pendiente de la ladera, con cimas agudas a subagudas.	Se compone de cuarzoarenitas en capas gruesas a muy gruesas, con alta porosidad y tamaño de grano medio. Esta unidad se reconoce individualmente en la cordillera al occidente de San Luis de Gaceno como un nivel no cartografiable de capas gruesas de cuarzoarenita de grano grueso con gránulos color crema friable buzando al sur lo que indica la cercanía a la Falla La Paz, sin embargo en el piedemonte la formación Barco descansa directamente sobre el grupo Guadalupe, haciendo difícil su separación por lo que algunos autores sugieren llamar Grupo Palmichal a la unión del Grupo Guadalupe con la formación Barco. (Ingeominas 2001)	Rocas moderada a altamente permeables con permeabilidad primaria. (Alta)	Pueden presentarse deslizamientos superficiales debido a la pendiente de las laderas. (Media)	Baja susceptibilidad a procesos de erosión pluvial.	Baja susceptibilidad a anegarse debido a la pendiente y la textura de los suelos en superficie.	
Z32	Llanura Aluvial de patrón Subparalelo (LLA-SubP)	Geoforma de origen agradacional-denudacional, representado por un paisaje de llanura con pendientes planas, hace parte de la zona de máxima divagación de un río, en el que se pueden presentar formas elementales del terreno como diques o albardones naturales, napas, cubetas, cauces y barras.	Está compuesta de gravas predominantemente arenoso, con lentes delgados de limos y arcillas y son producto del resultado del arrastre y depositación de materiales por parte de los ríos que bajan de la cordillera, y como acumulaciones de material depositados durante las crecientes de los ríos, formando superficies con relieves casi planos.	Sedimentos no consolidados de alta permeabilidad. Esta unidad normalmente no tiene compactación y por supuesto los granos no se encuentran cementado entre sí, los clastos muestran redondeamiento lo que produce una alta porosidad intergranular y alta permeabilidad, desarrollando acuíferos libres superficiales a semiconfinados, con agua dulce. Los acuíferos son de espesor considerable y se ubican cerca del cauce de los ríos.	Los procesos asociados a fenómenos de remoción en masa se presentan en las márgenes de los cuerpos de agua, donde la socavación lateral puede ocasionar pequeños deslizamientos. La susceptibilidad a la ocurrencia de FRM se considera media	La cobertura vegetal de la zona es de arbustos y árboles (bosque de galería). Las pendientes son planas a cóncavas. No se evidencia presencia de procesos erosivos en la zona. La susceptibilidad a la erosión se considera baja	Se trata de zonas aledañas a los ríos y cuerpos de agua con formas asociadas a valles estrechos y posibilidad de inundaciones frecuentes en especial en épocas de invierno. La susceptibilidad a inundación se considera alta.	
Z33	Llanura Aluvial de Desborde de Río Trenzado- Río Tua	Geoforma Agradacional-Denudacional. Es el área ubicada a continuación del cauce mayor del río Túa de carácter Trenzado. Presenta una topografía plana con pendientes medias entre 1-3° donde se diferencian paleoformas aluviales como: diques, islas, cubetas, surales.	Arenas, limos, arcillas, y gravas subredondeadas y tamaños que van desde guijarros hasta bloques.	Sedimentos no consolidados de alta permeabilidad	Alta susceptibilidad a deslizamientos de tierra y sedimentos por no estar consolidados.	Socavación de las margenes del cauce	Encharcamiento debido a época invernal. (Media)	

UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	GEOFORMA	LITOLOGIA	IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	COMPORTAMIENTO GEOTECNICO			FOTOGRAFÍAS
					SUSCEPTIBILIDAD A FRM	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION	ANEGABILIDAD	
Z34	Colinas y Lomas Denudadas de la Formación Guayabo	Caracterizada por presentar una topografía alargada a redondeada, en forma de colinas y lomas con longitud de pendiente corta. En la unidad se presenta una densa red de drenaje de tipo subparalelo, con cauces cortos, caracterizados por su moderada densidad, y una buena integración y uniformidad en los mismos.	Constituida por arcillolitas y limolitas con intercalaciones de areniscas arcillosa de grano fino a medio, suprayacidas por limolitas, arcillolitas y conglomerados de cantos cuarzosos en una matriz arenosa, hacia el techo los conglomerados se hacen más gruesos presentando granocrecimiento	Rocas moderadamente permeables con permeabilidad primaria y niveles impermeables. (Media)	Procesos de remoción en masa tipo flujo y deslizamiento. Susceptibilidad Alta	Con erosión ligera y moderada, como consecuencia de la escasa cobertura vegetal	Dentro de la zona se pueden tener sectores que se anegan durante la época de invierno. (Media)	
Z35	Escarpe de Borde de Mesa (Guayabo)	Caracterizado por un relieve muy escarpado, que constituyen laderas de irregular morfología donde pueden coincidir en general con zonas de pendiente;	Compuesta por areniscas con intercalaciones de lutitas y limolitas, representando unidades del Neógeno.	Rocas moderadamente permeables con permeabilidad primaria y niveles impermeables. (Media)	Susceptibilidad a movimientos en masa (deslizamientos y Caidas de bloques) sectorizados.	Susceptibilidad media a procesos de erosión en surcos.	Baja susceptibilidad, debido a la pendiente y permeabilidad de los materiales en superficie.	
Z36	Llanura Aluvial de Desborde (LLA-Db)	Geoforma de origen agradacional-denudacional, representado por un paisaje de Llanura con pendientes planas. Consideradas en esta unidad zonas amplias y planas características porque allí las corrientes hídricas han perdido su capacidad de carga llevando en suspensión sedimentos más finos, formando superficies anchas y poco profundas, ocasionando favorablemente la ocurrencia de inundaciones, cambios de curso y desbordamiento principalmente en época invernal, y consideradas del mismo modo como zonas donde los materiales sueltos como arenas y limos por la acción del viento se redistribuyen y trabajan en la superficie.	Constituida por arenas, limos, arcillas y conglomerados aluviales	Los sedimentos no consolidados de permeabilidad media - alta, que hacen parte de esta unidad presentan baja compactación y aún no se encuentran cementados, lo que hace que su porosidad intergranular sea baja, desarrollando acuíferos confinados y libres de amplia extensión, según la depositación de los sedimentos.	Por las características de bajas pendientes, drenaje, materiales y cobertura la susceptibilidad a la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa es baja.	La cobertura vegetal de la zona es de pastos y arbustos y los suelos pueden ser dispersivos. Las pendientes planas reducen la posibilidad de que se presente erosión hídrica pero puede presentarse erosión eólica con una migración de sedimentos de un sector a otro. La susceptibilidad a la erosión se considera media.	La condición estructural de esta unidad limitada por el sureste con la falla del río meta y por el noroeste con el sistema de fallas del piedemonte, genera una zona deprimida con posibilidad de presentar inundaciones por lluvias y por el desborde de los cuerpos de agua existentes, en especial en épocas de lluvia, la susceptibilidad a la anegabilidad se considera alta	
Z37	Llanura Aluvial de Desborde de río Meándrico (LLA-DB-M)	De origen deposicional que corresponde a los planos aluviales recientes de los ríos Meta, Yucao, Manacacias y Planas y caños secundarios del Casanare, que presentan un régimen meándrico con sectores rectilíneos. Presenta una topografía plana con pendientes inferiores a 3° donde se diferencian paleoformas aluviales como: diques, cauces abandonados, cubetas, meandros, surales.	Arenas gruesas, finas, limos y arcillas.	Sedimentos no consolidados de alta permeabilidad. Esta unidad normalmente no tiene compactación y por supuesto los granos no se encuentran cementados entre sí, los clastos muestran redondeamiento lo que produce una alta porosidad intergranular y alta permeabilidad, desarrollando acuíferos libres superficiales a semiconfinados, con agua dulce. Los acuíferos son de espesor considerable y se ubican cerca del cauce de los ríos.	Por tener bajas pendientes la susceptibilidad a FRM es baja	Los valles corresponden a ríos principales con cauces importantes que en época de invierno y por ser de régimen meándrico se presenta socavación lateral y de fondo. La susceptibilidad a la erosión se considera alta por socavación en las márgenes de los ríos.	Por la cercanía con los cuerpos de agua principales, estas zonas se constituyen en la llanura de inundación de los ríos. Existen cauces abandonados y niveles freáticos altos. Anegabilidad Alta	

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.93 UNIDADES GEOTÉCNICAS DEL SECTOR RÍO META – CAMPO RUBIALES

UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	GEOFORMA	LITOLOGIA	IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	COMPORTAMIENTO GEOTECNICO			FOTOGRAFÍAS
					SUSCEPTIBILIDAD A FRM	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION	ANEGABILIDAD	
Z38	Penillanura de Lomas y suaves inclinaciones	Corresponde a una geoforma de origen Estructural-Denudacional con un paisaje de altillanura, de topografía plana casi uniforme, con ligeras desnivelaciones que dan geoformas de lomas y suaves inclinaciones, cuyas pendientes son 3° - 10°. Esta morfología indica una madurez muy avanzada en su etapa de disección, en donde se reducen los niveles interfluviales y se redondean aún más las superficies. Configura un modelado de drenaje dendrítico de baja densidad.	Conformado superficialmente por niveles de arcilla arenosa con intercalaciones de arenas limoarcillosas de grano medio a fino con tonos rojos	Sedimentos no consolidados de moderada a baja permeabilidad	Por tener pendientes bajas la susceptibilidad a Fenómenos de Remoción en Masa es Baja. En el escarpe de la margen derecha del Río Meta, se presentan deslizamientos asociados a la socación lateral y de fondo del Río sobre la base de los taludes.	En zonas sin cobertura vegetal puede presentarse Escurrimiento difuso con truncamiento de suelos y en algunos sectores formación de surcos. Adicionalmente se puede presentar erosión Eólica. La susceptibilidad a erosión se considera media	Pendientes bajas, patrón de drenaje dendrítico por lo cual tendría una anegabilidad baja	
Z39	Vallecitos Coluvio-Aluviales de patrón Dendrítico	De origen deposicional, corresponde a un paisaje de valle en donde la topografía es plana con microrelieve plano-concavo y pendientes de 0°- 3°; los bordes son cóncavos y taludes inclinados, formando fajas angostas y alargadas. Configura un modelado de drenaje dendrítico.	Mezcla heterogénea de materiales constituidos superficialmente por material orgánico y en profundidad por sedimentos mixtos de texturas moderadamente gruesas a finas entre limos y arcillas.	Sedimentos no consolidados de moderada a baja permeabilidad. Susceptibilidad baja	Tienen una pendiente baja y su susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa es baja	Están asociados generalmente a cuerpos de agua con velocidad baja y por el contenido de humedad presentan bastante vegetación. La susceptibilidad a la erosión es baja.	Pendientes bajas, contituidos por materiales arcillo limosos y asociados a cuerpos de agua por lo que la anegabilidad de esta unidad es alta.	
Z40	Altillanura Disectada	De origen Estructural-Denudacional que corresponde a un paisaje de altillanura, donde la topografía es colinada con suaves ondulaciones, en muchas ocasiones concordantes, con pendientes entre 10° - 30°. Esta morfología muestra una madurez avanzada en el proceso de la denudación. Hacia el sector del río Planas se presenta una morfología más madura con valles más amplios y colinas más suavizadas. Se configuran además cerros aislados. En este caso la superficie dominante es ondulada pero se presentan algunas geoformas residuales aisladas como mesas o butes.	Constituido por Arenas arcillolimosas de grano medio a fino y Arcillas arenosas con una coraza ferruginosa con espesores de hasta 70 cm	Sedimentos no consolidados de media a alta permeabilidad. Susceptibilidad alta	La pendientes tienen un valor medio con materiales inconsolidados en los niveles superiores y en su mayoría presentan vegetación de pastos. Susceptibilidad a FRM media	Presenta escurrimiento superficial difuso con truncamiento de suelos y escurrimiento concentrado con la formación de surcos y cárcavas. Del mismo modo una profundización de los drenajes, con un arrastre de los materiales. Susceptibilidad alta.	Pendientes medias con anegabilidad baja	

UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	GEOFORMA	LITOLOGIA	IMPORTANCIA HIDROGEOLOGICA	COMPORTAMIENTO GEOTECNICO			FOTOGRAFÍAS
					SUSCEPTIBILIDAD A FRM	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION	ANEGABILIDAD	
Z41	Altillanura-Alomada	De origen Estructural Denudacional que corresponde a un paisaje de altillanura, donde hacen parte áreas con pendientes entre 30° y 45°, con una topografía alomada típica y mesa con cimas concordantes y vallecitos de fondo plano. Del mismo modo son zonas bien drenadas con cursos de agua cortos, poco profundos y de baja pendiente, configurando un modelado de drenaje dendrítico. Esta morfología indica una madurez temprana en su etapa de disección.	Constituido por Arenas arcillolimosas de grano medio a fino y Arcillas arenosas con una coraza ferruginosa con espesores de hasta 70 cm	Sedimentos no consolidados de media a alta permeabilidad. Susceptibilidad alta	Por el tipo de materiales areno limosos y pendientes altas de observan flujos de tierra superficiales y aislados. Tendría una susceptibilidad Alta por Fenómenos de remoción en Masa	Socavación lateral de los drenajes y procesos de erosión locales dando origen a surcos y cárcavas. Presentaría una susceptibilidad alta a la Erosión	Tiene altas pendientes por lo que su anegabilidad es baja.	
Z42	Borde de Altillanura Plana	De origen Estructural-Erosional. Hace parte de una extensión de altillanura que corresponde a una geoforma de cañadas o escarpes que recortan profunda y ampliamente la superficie de altillanura plana configurando un paisaje de laderas de pendientes entre los 30 y 45°.	Constituidos por materiales arcillolimosos y limosos de color gris, amarillo y rojo, cubiertas por delgadas capas de material ferruginoso- corazas ferruginosas con espesores de hasta 70 cm constituidos arenas y de tamaño grueso a granulos y gravilla producto de la fragmentación.	Sedimentos no consolidados de moderada a baja permeabilidad. Susceptibilidad baja	En esta unidad se observaron procesos de inestabilidad superficiales. La susceptibilidad a FRM es alta	Socavación lateral de los drenajes y procesos de erosión locales sobre las zonas de laderas y por las altas pendiente su susceptibilidad es alta	Pendientes altas con anegabilidad baja	
Z43	Altillanura Plana	De origen Estructural-Erosional que corresponde a un paisaje de altillanura, de topografía plana o casi plana, con pendientes de 0° a 10°. Configura un modelado de drenaje de patrón dendrítico de poca densidad.	Constituidos por materiales arcillolimosos y limosos de color gris, amarillo y rojo,	Sedimentos no consolidados de moderada a baja permeabilidad. Susceptibilidad baja.	Presenta bajas pendientes por lo que la susceptibilidad a FRM es baja	Escorrentamiento difuso con truncamiento de suelos y en algunos sectores formación de surcos. De igual forma en época de lluvias presenta un encharcamiento. Su susceptibilidad a la erosión es baja	Pendientes bajas con Anegabilidad media	

Fuente: Grupo G.I 2010

- GEOFORMAS: este aspecto caracteriza físicamente la zona teniendo en cuenta aspectos como la topografía, elementos de relieve, unidades de paisaje y su relación con la geología (génesis).
- LITOLOGÍA: busca caracterizar la zona tomando aspectos como el origen, la composición textura y estructura de la unidad.

Estos aspectos permiten establecer calificaciones y ponderaciones a las siguientes variables que evalúan el comportamiento geotécnico de las diferentes zonas resultantes:

- SUSCEPTIBILIDAD A FENÓMENOS EN REMOCIÓN EN MASA: la valoración se realizó la calificación de esta variable de acuerdo con los parámetros mencionados en la zonificación geotécnica del área indirecta.
- SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN: la valoración se realizó la calificación de esta variable de acuerdo con los parámetros mencionados en la zonificación geotécnica del área indirecta.
- ANEGABILIDAD: la valoración se realizó la calificación de esta variable de acuerdo con los parámetros mencionados en la zonificación geotécnica del área indirecta.
- PERFIL GEOTÉCNICO PROMEDIO: esta temática presenta los materiales promedio que se encuentran en cada unidad geotécnica identificada donde se plasman sus características principales. Adicionalmente se analiza la profundidad a la que se encuentra el nivel freático en las respectivas zonas.

Para determinar los diferentes perfiles, se adelantó la estratigrafía (descripción, secuencia, tanto vertical como horizontal de las unidades de suelos y rocas identificadas) de las diferentes unidades geotécnicas, a partir de los sondeos realizados en campo, los ensayos de campo y los de laboratorio, con miras a una caracterización geotécnica.

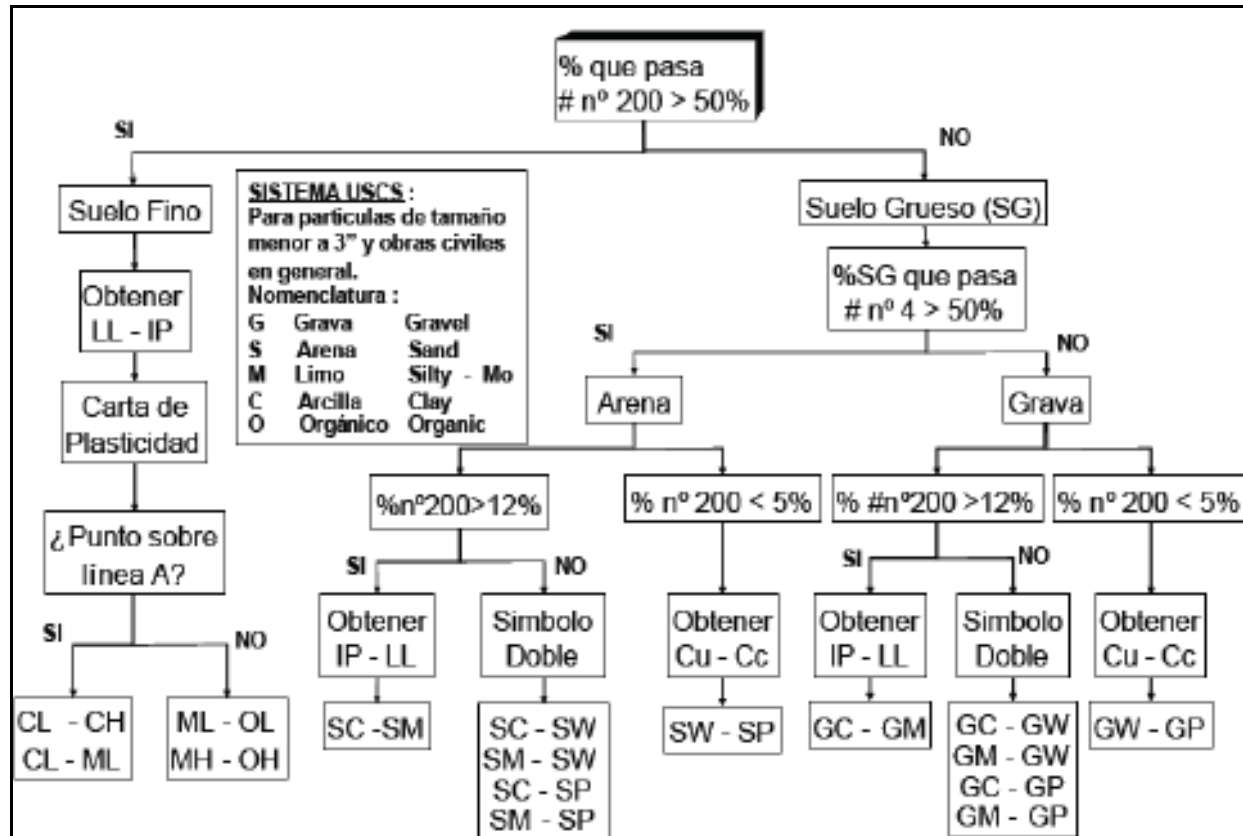
A partir de los ensayos de campo y laboratorio se analizaron los siguientes aspectos:

- **CLASIFICACIÓN USCS:** el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) deriva de un sistema desarrollado por A. Casagrande para identificar y agrupar suelos en forma rápida en obras militares durante la guerra. Este sistema divide los suelos primero en dos grandes grupos, de granos gruesos y finos. Los primeros tienen más del 50 por ciento en peso de granos mayores que 0,08 Mm.; se representan por el símbolo G si más de la mitad, en peso, de las partículas gruesas son retenidas en tamiz 5 Mm., y por el símbolo S si más de la mitad pasa por tamiz 5 mm. A la G o a la S se les agrega una segunda letra que describe la graduación: W, para buena graduación con poco o ningún fino; P, para graduación pobre, uniforme o discontinua con poco o ningún fino; M, que contiene limo o limo y arena; C, que contiene arcilla o arena y arcilla. Los suelos finos, con más del 50 por ciento bajo tamiz 0,08 Mm., se dividen en tres grupos, las arcillas (C), los limos (M) y limos o arcillas orgánicos (O). Estos símbolos están seguidos por una segunda letra que depende de la magnitud del límite líquido e indica la compresibilidad relativa: L, si el límite líquido es menor a 50 y H si es mayor. **(FIGURA 3.131).**
- **Correlaciones SPT:** este ensayo se utilizó básicamente como prueba índice para determinar cambios litológicos durante las perforaciones y además permitió estimar valores aproximados de resistencia de los materiales. Adicionalmente se logró de manera simultánea a la ejecución del ensayo, la recuperación de muestras alteradas para la clasificación del suelo.

El número de golpes de campo (N₄₅) fue normalizado para tener en cuenta el confinamiento del material y la relación de energía promedio aplicada, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$N'_i = C_N * N * \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 * \eta_4 \quad \text{EC. 1}$$

FIGURA 3.131 CLASIFICACIÓN DE SUELOS UCSC



N'i: Número de golpes corregido para un determinado nivel de transmisión de energía.

CN: Factor de ajuste para tener en cuenta el esfuerzo geostático, σ_v . Se evaluó con base en las propuestas de Peck, Seed, Meyerhoff-Ishihara, Liao-Whitman, Skempton, Seed-Idriss, Schmertmann y González, cuidando siempre que este factor no resultara mayor que 2. Para ser conservadores (particularmente con los Niveles 2 y 4) se adoptó el mínimo de estos valores.

η_1 : Factor de corrección por eficiencia de energía transmitida del martillo al varillaje y al toma-muestras. Se obtiene como la relación entre las eficiencias medias de cada país así, para Japón la eficiencia es del 72%, para USA del 60% y para Colombia del orden de 45%.

η_2 : Factor de corrección por longitud del varillaje.

η_3 : Factor de corrección por presencia de revestimiento. Debido a que no se utilizó revestimiento, el factor de corrección es 1.0.

η_4 : Factor de corrección por diámetro de la perforación. Los diámetros de las perforaciones fueron inferiores a 12 cm, por lo cual el factor de corrección es 1.0.

Los valores de ángulo de fricción equivalente, ϕ_{eq} , se establecieron a partir de las expresiones indicadas en la **TABLA 3.94** El valor seleccionado para cada uno de los ensayos correspondió al valor mínimo de acuerdo a las diferentes expresiones para en cierta manera compensar el efecto de sobreestimación de N para la pesa de 70 lb.

TABLA 3.94 EXPRESIONES EMPLEADAS PARA DETERMINAR ÁNGULOS DE FRICCIÓN

Meyerhoff	$\phi = 23,7 + 0,57 * (N)_{60} - 0,006 * (N)_{60}^2$	EC. 2
Peck Hanson	$\phi = 27.1 + 0.3 * (N)_{60} - 0,00054 (N)_{60}^2$	EC. 0
JRB	$\phi = 15 + \sqrt{15 * (N_1)_{72}}$	EC. 4
Shiou & Fukui	$\phi = 27 + 0.36 * (N_1)_{72}$	EC. 5

Fuente: Grupo G.I 2010

La resistencia al corte no drenado fue estimada teniendo en cuenta el índice de plasticidad de los materiales encontrados y a partir de las siguientes propuestas (véase **TABLA 3.95**):

TABLA 3.95 CLASIFICACIÓN DE LA PLASTICIDAD

PLASTICIDAD (IP)	CALIFICACIÓN
0	No plástica
1 – 10	Plasticidad Baja
> 10 – 20	Plasticidad Media
> 20 – 40	Plasticidad Alta
> 40	Muy Plástica

Para **Plasticidad Baja**:

Stroud (1974): $Cu = 4.4 * (N)_{60}$
 Sowers (1975): $Cu = 3.75 * (N)_{60}$

Para **Plasticidad Media**:

Terzaghi y Peck (1967): $Cu = 6.4 * (N)_{60}$
 Sowers (1954): $Cu = 7.5 * (N)_{60}$

Para **Plasticidad Alta**:

Hara et al (1971): $Cu = 29 * (N)^{0.72}_{60}$
 Sowers (1954): $Cu = 12.5 * (N)_{60}$

- Capacidad Portante: Es la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Para determinar esta variable para la línea eléctrica, el cálculo de capacidad portante para las torres se realizó a la profundidad de cimentación de 2,5 metros. Si a esta profundidad no se encontraron valores adecuados ($< 0,5 \text{ kg/cm}^2$) se realizó un chequeo a 3 metros de profundidad. Con respecto a las dimensiones de las zapatas, se consideraron cuadradas. Las dimensiones de los lados para el cálculo de la capacidad portante son: 1,75 m, 2,75 m, 3,75 m y 4,70.
- Para los análisis de capacidad portante última de la cimentación, se consideró la solución Meyerhof (1963) teniendo en cuenta los factores de corrección de forma y profundidad del cimiento, e inclinación del terreno, cimiento y carga.

$$q_u = c \cdot N_c n_{cf} n_{cd} n_{ct} n_{ci} + q \cdot N_q n_{qf} n_{qd} n_{qt} n_{qi} + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N_\gamma n_{\gamma f} n_{\gamma d} n_{\gamma t} n_{\gamma i} \quad \text{E.c 3.1}$$

- Donde q_u es la capacidad de carga última del suelo, c es la cohesión del suelo, q - esfuerzo efectivo a nivel del fondo de la cimentación, γ - peso específico del suelo, B - ancho de la cimentación, N_q , N_c , N_γ corresponden a los factores de capacidad de carga, $[nf]$ corresponden a los factores de corrección por forma y $[nd]$ profundidad del cimient, $[nt]$ factores de corrección por inclinación de la base y $[ni]$ factores de corrección por inclinación de la carga.
- Estabilidad de Taludes: teniendo en cuentas los parámetros mecánicos identificados para los suelos del área del estudio, se analizó y evaluó cualitativamente la estabilidad geotécnica de taludes por cada área geotécnica identificada.
- Potencial de Licuación: estando el área de estudio en zonas con riesgo sísmico, se analizó cualitativamente el potencial de licuación para prevenir pérdidas de soporte de suelos arenosos que se identificaron en el corredor. Para este análisis cualitativo se tuvo en cuenta la resistencia traducida de los números de golpes del ensayo SPT y la granulometría de los suelos en la zona de estudio.
- Excavabilidad: este variable se evaluó en la zonificación geotécnica para establecer el comportamiento de los diferentes materiales a esta actividad de acuerdo con los métodos, dimensiones y rendimientos en que se ejecute.

A continuación, se describen las unidades geotecnicas presentes en el Área de Influencia Directa del proyecto (ver **TABLA 3.96, TABLA 3.97 Y 3.98**):

3.2.10 PAISAJE

3.2.10.1 INTRODUCCIÓN

El estudio del paisaje se abordó desde la ecología del paisaje, que es una ciencia que se ocupa del estudio de los ecosistemas desde una perspectiva holística. Esta sugiere que los elementos de un territorio determinado deben concebirse de forma integral y no segmentada, ocupándose de las interrelaciones entre la humanidad y su paisaje, ya sea natural o transformado, analizando su forma, función y origen. Esta visión integral también considera las relaciones humanas, socioeconómicas y procesos ecológicos, ayudando a comprender de forma práctica y sofisticada las relaciones de las comunidades con sus ecosistemas (Makhzoum, 1999).

La ecología del paisaje se fundamenta en la teoría general de sistemas que establece que el todo es más que la suma de sus partes, y donde todos los componentes están integrados de forma funcional, reconociendo el rol dinámico de la sociedad como un componente central del paisaje, debido a que está transformándolo constantemente de acuerdo a la percepción cultural del territorio.

De acuerdo con la anterior, el paisaje ecológico se define como una porción de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, conformado por un conjunto de sistemas, producto de la actividad del clima, las rocas, las plantas, los animales y el hombre, y que por su fisionomía es reconocible y diferenciable de otros. Asimismo, estas unidades de tierra son evaluadas en función de su historia, su potencial y sus limitaciones, por lo que se ha constituido en una herramienta de gran importancia dentro de los estudios de tipo ambiental.

Para el caso del presente proyecto, la calidad del paisaje se abordó como escenario natural y como impacto escénico. Como escenario natural se utilizó el paisaje ecológico en donde se identificaron áreas que pueden considerarse como unidades homogéneas en función de la similitud de sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos.

TABLA 3.96 UNIDADES GEOTÉCNICAS DEL SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR – RÍO UPÍA – ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

SECTOR	TRAMO (ABSCISA)	UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	GEOFORMA	LITOLOGIA	ACIDEZ DEL SUELO	SUSCEPTIBILIDAD A FRM	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION	ANEGABILIDAD	PERFIL GEOTECNICO PROMEDIO	RESPUESTA DEL TERRENO (CAP. PORTANTE, DEFORMABILIDAD, ESTABILIDAD DE CORTES, LIQUACIÓN)	EXCAVABILIDAD	RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN	FOTO
I	K0+000 - K1+600	Z3	Crestas y Crestones en Homoclinal (Geología b2m) Lufitas de Macanal	Montañas con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30° formando cuchillas alargadas en las cuales la erosión de las intercalaciones blandas, permite la exposición de las pendientes estructurales y las contrapendientes sin una predominancia clara de una de ellas, las cimas son agudas a subagudas, las contrapendientes presentan escarpes subverticales a inclinados.	A la base se comprende de arcillolitas grises, meteoriza a crema y rojizo, en la parte media presenta sectorialmente intercalaciones de arenitas en arcillolitas, al tope aumentan las intercalaciones de arenita y limolita	No se realizó exploración del subsuelo en esta zona.	En las crestas con mayor inclinación se presenta escasa vegetación que facilita la generación de procesos de remoción en masa. Susceptibilidad media	Erosión fluvial debido a los cursos de agua consecuentes. Alta susceptibilidad a erosión pluvial en las crestas con grandes pendientes y desprovistas de cobertura vegetal.	La unidad presenta buenas características de drenaje y una alta pendiente, por lo cual no se anega en época de lluvias. (Baja)	No se tiene información suficiente para determinar el perfil geotecnico promedio y estimar características de resistencia y capacidad portante.			Se recomienda caracterizar esta zona antes de prediseñar las torres a instalar.	
I	K1+600 - K3+400	Z4	Crestas y Crestones en Homoclinal (Geología b3) Arenisca de las Juntas	Montañas con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30° formando cuchillas alargadas en las cuales predominan la pendiente estructural con buzamientos iguales o próximos a la pendiente de la ladera , con cimas agudas a subagudas.	Se conforma por dos miembros arenosos separados por un nivel lutítico intermedio. De base a tope los miembros el Volador, Lufitas Intermedias y Almeida que en general se componen de secuencias de arcillolitas grises oscuras que meteorizan a amarillo rojizos con arenitas cuarzosas de grano fino a medio con cemento silíceo. En campo, sobre la carretera que conduce de San Luis de Gaceno a Chivor, se presentan las arenitas superiores de Las Juntas con capas muy diaclasadas de arenita de grano grueso con cemento ferruginoso, granos redondeados, buena selección y porosidad, aparentemente impregnadas de bitumen.	La acidez en agua destilada es: pH=(4.2-5.6)	En las crestas con mayores pendientes se tiene una susceptibilidad media a procesos de remoción en masa.	Alta susceptibilidad a procesos de erosión pluvial.	La unidad presenta buenas características de drenaje y una alta pendiente, por lo cual no se anega en época de lluvias. (Baja)	El perfil geotécnico se determino con la información obtenida del sondeo P001. 0-15 Capa orgánica, limo orgánico con presencia de raíces, humedad baja. 0.15-1.0 Grava fina angular algo de limo arenoso de color amarillo oscuro, humedad baja 1.0-2.5 Arena arcillosa con algo de grava fina de color amarillo oscuro, humedad baja, compacidad media SPT N=(5-18), (q=26-327) 2.5-4.5 Grava fina angular con algo de arena de color amarillo oscuro, humedad baja, compacidad media a muy compacta. SPT N=(29-41) (q=30-35') 4.5- Arenisca No se encontro NF	En esta zona se pueden cimentar las torres apartir de los 2.5m, donde se tienen gravas de compacidad media a alta. La capacidad portante admisible para la relación B/L=1 con dimensiones variando en un rango de 1 a 5.1 metros es: (91.9-115, ton/m2) En las laderas se pueden presentar problemas de estabilidad en los cortes debido a que la pendiente estructural es similar a la pendiente de la ladera. Se pueden presentar fallas planares en cortes con alturas mayores de 3 metros.	Los materiales en superficie son de moderada facilidad para ser excavados a mano, debido a que se trata de gravas y arenas de compacidad media. Excavaciones mayores a 2.5m son difíciles de realizar manualmente debido a que se tienen gravas muy compactas y a los 4.5m se encontro roca.	Se recomienda instalar las torres en los sitios más altos de las montañas, seleccionando lugares en lo posible en pendiente estructural para evitar problemas por la caída de bloques y estabilidad de los cortes por el alto diaclasamiento de las roca.	
I	K4+200-K4+700	Z5	Ladera Coluval	Laderas de fuerte pendiente (25-50%) que conforman "hondanadas" o depresiones del terreno por donde normalmente fluyen cuerpos de agua, hacia las corrientes secundarias y principales del sector.	Predominan los materiales arcillosos con bloques de arenas procedentes de los afloramientos en sectores más elevados.	No se realizó exploración del subsuelo en esta zona.	Se pueden presentar reptamientos, flujos de tierra y deslizamientos. (Alta)	Susceptibilidad media a procesos de erosión laminar debido a lluvias intensas.	Susceptibilidad a sufrir encaramientos en el suelo y saturación de los mismos en época de invierno. (Media)	No se tiene información suficiente para determinar el perfil geotecnico promedio y estimar características de resistencia y capacidad portante. Las laderas coluviales que se atraviesan con el trazado propuesto deberan ser caracterizadas cada una debido a alta variabilidad de composición, perfil geotécnico promedio y dificultad para caracterizar este tipo de materiales. Los coluviones representan zonas potencialmente inestables para la instalación de torres porque corresponden a antiguos deslizamientos o zonas de reptamiento muy lento.			Se debe evitar colocar torres sobre laderas coluviales.	
I	K3+400 - K4+200 K4+700 - K5+120	Z9	Crestas y Crestones en Homoclinal (Geología b4b6f) Fomeque	Montañas con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30° formando cuchillas alargadas en las cuales la erosión de las intercalaciones blandas, permite la exposición de las pendientes estructurales y las contrapendientes sin una predominancia clara de una de ellas, las cimas son agudas a subagudas, las contrapendientes presentan escarpes subverticales a inclinados.	Se compone de arcillolitas con intercalaciones frecuentes de biomicritas y algunas arenitas y bioesparitas. En campo se observó gran parte de la formación sobre la Quebrada la Cantonera, se presenta de tope a base con arcillolitas grises, no calcáreas. Hacia la base se presentan biomicritas en capas onduladas, niveles de lodolitas café calcárea con concreciones ovoides, lodolitas carbonosas con riempo con limonita negra, silíceas en capas tabulares. Además se observan capas gruesas de calizas con conchas hasta de 4 cm.	La acidez en agua destilada es: pH=(4.55)	Teniendo en cuenta las inclinaciones subverticales que se presentan en las contrapendientes, el alto diaclasamiento y fallamiento, la baja cementación en la Formaciones y los niveles arcillosos o blandos, califica como altamente susceptible a procesos remoción en masa como caída de bloque en contra pendiente y deslizamiento en pendiente estructural	Alta susceptibilidad a procesos de erosión pluvial.	Rocas impermeables con eventual permeabilidad en laderas de pendiente media a alta. (Baja)	El perfil geotécnico se determino con la información obtenida del sondeo P002 0-0.15 Capa vegetal, limo arcilloso de color café con presencia de raíces. 0.15-1.50 Arcilla con algo de arena y poca grava fina de color gris clara, humedad baja, plasticidad alta y consistencia dura SPT N=38, (q=37') 1.50- Arcillolita No se reporto NF	El espesor del suelo residual de la roca en esta zona se encuentra entre 0 y 2 metros. De forma que la cimentación de las torres quedará sobre roca con buenas condiciones de soporte.	Los suelos son de moderada a difícilmente excavables debido a que se tratan de suelos residuales de arcillolita de consistencia dura.	Se recomienda instalar las torres en los sitios más altos de las montañas, seleccionando lugares en lo posible en pendiente estructural para evitar problemas por la caída de bloques y estabilidad de los cortes por el alto diaclasamiento de las roca. Los cortes que se realicen deben recomformarse en su totalidad para evitar inestabilización de laderas.	Detalles de litología de la Formación Fomeque quebrada Cantonera. Fotografía. Falla normal coloca en contacto segmento de shale contra capas delgadas de arenita fina.
I	K5+120-K7+600	Z10	Espinazos Erodados y Barras Erodadas (Geología b6k1u) Uhe	Los Espinazos se presentan como montañas homoclinales con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 30°-70°, formadas por estratos de diferente composición. Las laderas presentan un patrón escalonado de lajas triangulares o chevrones generados por la erosión fluvial transversal y la diferencia de resistencia de las intercalaciones blandas. Por su parte las Barras Erodadas presentan estratos con buzamientos mayores a 70°, se observan como lomas paralelas con cimas agudas separadas por depresiones generadas por la erosión fluvial obsecuente. Presenta drenaje con patrón tipo trellis.	Sucesión de capas gruesas de cuarzoarenita de grano grueso, blancas con gránulos redondeados y sobrecrecidos, bien cementadas con cemento silíceo, porosidad primaria muy baja, donde también presenta capas delgadas de carbón antracítico y capas delgadas de lodolita arenosa.(ATG 2008). En campo se observó aflorando la formación Uhe a lo largo del Río Lengupá, en el cruce de la carretera a San Luis de Gaceno con el río.	No se realizó exploración del subsuelo en esta zona.	Los espinazos son susceptibles a procesos de erosión laminar por la caída de bloques y desprendimientos de suelo. Y en las laderas de mayor pendiente se presentan procesos de reptación. (Alta)	La unidad es susceptible a procesos de erosión en surcos. (Media)	Rocas impermeables con eventual permeabilidad en laderas de pendiente media a alta. Los suelos en superficie son arenosos en época de invierno se pueden presentar encaramientos. (Media)	No se tiene información de exploración del subsuelo en esta zona, por lo cual no se estiman las características de resistencia y capacidad portante.			Se recomienda instalar las torres en los sitios más altos de las montañas, seleccionando lugares en lo posible en pendiente estructural para evitar problemas por la caída de bloques y estabilidad de los cortes por el alto diaclasamiento de las roca. Se recomienda recomformar en su totalidad las laderas que se intervengan para evitar generar problemas de estabilidad debido a filtraciones de agua y meteorización de la roca expuesta.	
I	K7+600-K8+080	Z11	Espinazos Erodados y Barras Erodadas (Geología k1k4c) Chipaque	Los Espinazos se presentan como montañas homoclinales con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 30°-70°, formadas por estratos de diferente composición. Las laderas presentan un patrón escalonado de lajas triangulares o chevrones generados por la erosión fluvial transversal y la diferencia de resistencia de las intercalaciones blandas. Por su parte las Barras Erodadas presentan estratos con buzamientos mayores a 70°, se observan como lomas paralelas con cimas agudas separadas por depresiones generadas por la erosión fluvial obsecuente. Presenta drenaje con patrón tipo trellis.	En general la Formación se conforma de arcillolitas y lodolitas fisilides color gris oscuro a negro ricas en materia orgánica con intercalaciones de cuarzoarenitas de grano medio a grueso. En campo se observó un afloramiento de la unidad en la Quebrada el Toro.	No se realizó exploración del subsuelo en esta zona.	Las rocas son muy meteorizables cuando se encuentran expuestas en superficie presentandose deslizamientos de tierra (Alta)	Se pueden presentar procesos de erosión en surcos por lluvias moderadas a intensas, en áreas desprovistas de cobertura vegetal (Media)	Presenta baja susceptibilidad a anegarse a lo largo del año, debido a que se presenta en laderas de pendientes media, bien drenadas. (Baja)	No se tiene información de exploración del subsuelo en esta zona, por lo cual no se estiman las características de resistencia y capacidad portante.			Esta unidad debe caracterizarse para realizar los prediseños para estimar el espesor de los suelos residuales y sus características de resistencia.	
I	K8+080-K9+800	Z12	Espinazos Erodados y Barras Erodadas (Geología k4k6g) Guadalupe	Los Espinazos se presentan como montañas homoclinales con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 30°-70°, formadas por estratos de diferente composición. Las laderas presentan un patrón escalonado de lajas triangulares o chevrones generados por la erosión fluvial transversal y la diferencia de resistencia de las intercalaciones blandas. Por su parte las Barras Erodadas presentan estratos con buzamientos mayores a 70°, se observan como lomas paralelas con cimas agudas separadas por depresiones generadas por la erosión fluvial obsecuente. Presenta drenaje con patrón tipo trellis.	De base a tope: formación Arenisca Dura se presenta como una sucesión de capas gruesas de cuarzoarenita de grano grueso a fino intensamente bioturbadas de color blanco, con delgada interposiciones de shales grises. Formación Píscenes se obtiene como una sucesión de shales negros predominando sobre las intercalaciones limolitas y cuarzoarenitas, con lentes de calizas lumagüelicas. Formación Labor-Tierra en el tope del grupo Guadalupe se compone de una sucesión de cuarzoarenitas en capas gruesas y muy gruesas con estratificación cruzada, con granos tamaño fino a grueso. En campo un afloramiento cerca a la base del grupo Guadalupe se describió en la Quebrada San Antonio. Se presentan arcillolitas en paquetes gruesos de láminas, no calcáreas, con intercalaciones de cuarzoarenita de grano fino, la arcillolita pasa transicionalmente a capas gruesas de arenita muy fina gris, hacia el tope la secuencia grada de nuevo a arcillolitas grises con capas delgadas de arenita. La sección buza al noroccidente, pero la disposición de los ichnofósiles sugiere que las capas se encuentran invertidas. En el sector del cruce de la Qb. San Antonio con la carretera a San Luis de Gaceno se encuentran afloramientos de la parte superior del Grupo Guadalupe, con arenita de grano medio en capas gruesas a muy gruesas, poco cementada, con contenido de caolín, granos redondeados y subesféricos, formando estructuras sinclinales pequeñas.	No se realizó exploración del subsuelo en esta zona.	Eventualmente se pueden presentar procesos de remoción en masa en laderas con poca cobertura vegetal y en época de invierno. (Media)	Presenta una alta susceptibilidad a desarrollar procesos de erosión en surcos. (Alta)	La susceptibilidad es baja debido a que son rocas moderadamente permeables y la pendiente de las laderas es media a alta.	No se tiene información de exploración del subsuelo en esta zona, por lo cual no se estiman las características de resistencia y capacidad portante.			Esta unidad debe caracterizarse para realizar los prediseños para estimar el espesor de los suelos residuales y sus características de resistencia.	
I	K8+800-K9+300	Z13	Espinazos Erodados y Barras Erodadas (Geología E1c) Cuenos	Los Espinazos se presentan como montañas homoclinales con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 30°-70°, formadas por estratos de diferente composición. Las laderas presentan un patrón escalonado de lajas triangulares o chevrones generados por la erosión fluvial transversal y la diferencia de resistencia de las intercalaciones blandas. Por su parte las Barras Erodadas presentan estratos con buzamientos mayores a 70°, se observan como lomas paralelas con cimas agudas separadas por depresiones generadas por la erosión fluvial obsecuente. Presenta drenaje con patrón tipo trellis.	Sucesión predominantemente lodosa con niveles de limolitas y arcillolitas de color gris verdoso a negro, presenta algunos mantos de carbón y lodolitas moteadas. En el camino que conduce a la Quebrada el Toro se observa una morfología suave constituida por shales negros.	La acidez en agua destilada es: pH=(5-11)	Eventualmente se pueden presentar deslizamientos por degradación de las arcillolitas y limolitas, debido a cambios en la cobertura del suelo y taludes expuestos. (Media)	Presenta baja susceptibilidad a procesos de erosión pluvial debido a la textura de los suelos en superficie.	Los suelos se saturan durante época de invierno, se aprecian encaramientos. (Media)	0-0.15 Capa vegetal 0.15-1.50 Arcilla con poca arena con rastros de arena de color amarillo oscuro, humedad baja, plasticidad, consistencia muy firme. SPT N=(9-20), Cu=(2.5-6.7 ton/m2) 1.50-2.50 Arcilla arenosa de color amarilla oscura, humedad baja, plasticidad alta, consistencia dura SPT N=(44), Cu=(21.1 ton/m2). Se ha adoptado el perfil obtenido de la perforación P11 realizada en la zona homogenea Z27 por tratarse de la misma formación geológica.	Las torres se pueden cimentar sobre la arcilla limosa de color amarillo oscuro, humedad baja, plasticidad, consistencia muy firme. SPT N=(9-20), Cu=(2.5-6.7 ton/m2) para un desplante de 2.0 a 2.5m. Para estas condiciones la capacidad portante admisible para la relación B/L=1 es de: (11.6-14.8, ton/m2) para un desplante de 2.0, para un desplante de 2.5m (49.5-67.1 ton/m2). A partir de los 2.5m se tiene una arcillolita de buenas características de resistencia.	Hasta los 1.5 me de profundidad la excavación se puede realizar a mano con moderada facilidad. A partir de los 2m la consistencia del suelo residual es bastante firme y dificulta la excavación.	Se recomienda instalar las torres en los sitios más altos de las montañas, seleccionando lugares en lo posible en pendiente estructural para evitar problemas por la caída de bloques y estabilidad de los cortes por el alto diaclasamiento de la roca. Se recomienda cimentar las torres en el nivel de la roca.	

SECTOR	TRAMO (ABSCISA)	UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	GEOFORMA	LITOLOGIA	ACIDEZ DEL SUELO	SUSCEPTIBILIDAD A FRM	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION	ANEGABILIDAD	PERFIL GEOTECNICO PROMEDIO	RESPUESTA DEL TERRENO (CAP. PORTANTE, DEFORMABILIDAD, ESTABILIDAD DE CORTES, LUCUACIÓN)	EXCAVABILIDAD	RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN	FOTO
I	K9+300-K9+700	Z14	Espinazos Erodados y Barras Erodadas (Geología E2m) Mirador	Los Espinazos se presentan como montañas homoclinales con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 30°-70°, formados por estratos de diferente composición. Las laderas presentan un patrón escalonado de lajas triangulares o chevrones generados por la erosión fluvial transversal y la diferencia de resistencia de las intercalaciones blandas. Por su parte las Barras Erodadas presentan estratos con buzamientos mayores a 70°, se observan como lomas paralelas con cimas agudas separadas por depresiones generadas por la erosión fluvial obsecuente. Presenta drenaje con patrón tipo trellis.	Se expone en el flanco occidental del Sinclinal de Nazareth y del Anticlinal del Silbadero, en general se conforma de cuarzoarenitas de grano medio a muy gruesas de color blanco, con gránulos redondeados de cuarzo lechoso, y buena porosidad, y capas de arenita fina bioturbadas y cementadas. En campo se observaron afloramientos en la Cuchilla Monserrate, donde se presenta capas muy gruesas con estratificación cruzada de cuarzoarenitas de grano medio, limpias, con granos redondeados y esféricos, blancas a crema, muy friables, con madrigueras horizontales y verticales. Hacia la base se observa arenita conglomerática con guijos de cuarzo lechoso.	La acidez en agua destilada es: pH=(3.5-4.7)	Presenta una susceptibilidad a procesos de remoción en masa. Media debido a la pendiente estructural y pendiente de las geofomas. (Media)	Se pueden presentar procesos de erosión laminar. (Media)	Los suelos son permeables por lo cual drenan el agua lluvia ayudados por las pendientes medias a altas que se presentan. (Baja)	El perfil geotécnico se determino con la información obtenida del sondeo P003 0.0-1.5 Capa orgánica 0.15-3.8 Arcilla algo arenosa de color amarilla oscura con oxidaciones, humedad baja, consistencia firme, alta plasticidad. SPT N=(9-13) Cu=(4.3-6.2 ton/m2) 3.8- Arcilla con algo de lutita, gris oscura y vetas de óxido. SPT N=38, Cu=(18.2 ton/m2)	Las torres se pueden cimentar sobre la arcilla limosa que se tiene en superficie, haciendo un desplante de 1.5m a 2.5m. Para estas condiciones la capacidad portante admisible para la relación B/L=1 es de: (14-18 ton/m2) para un desplante de 2m, para un desplante de 2.5m (14.7-19.9ton/m2), para 3m de desplante (16.3-24.6 ton/m2). A partir de los 3.5m se tiene una arcillolita de buenas características de resistencia. Características de la roca in situ: Espaciamiento: 600mm-2m Abertura:1.5mm Resistencia:<5_MPa Roca algo meteorizada	Los suelos residuales, en esta zona tienen un espesor entre 2 y 4 m, por lo cual es moderadamente difícil su excavación pues presentan una consistencia firme. No se esperan problemas de estabilidad de las paredes de la excavación por tratarse de suelos con un grado de consistencia y características de resistencia semejantes a una roca blanda.	Se recomienda reconfigurar en su totalidad las laderas que se intervengan para evitar generar problemas de estabilidad debido a filtraciones de agua y meteorización de la roca expuesta.	Escarpe en pendiente estructural de la Formación Mirador en el Cerro Monserrate
I	K9+700-K12+700 K13+900-K14+650	Z15	Colinas y lomas denudadas (Geología E3N1c) Carbonera	Paisaje con relieve suave, conformado con elevaciones de terreno menores a 300m, cuyas laderas tienen inclinaciones entre 3°-10, en el caso de las colinas las laderas divergen en todas las direcciones con cimas redondeadas, en tanto las lomas presentan cimas alargadas .	Aflora en el núcleo del Sinclinal de Nazareth, y flanco occidental del Anticlinal de Silbadero, se conforma de alternancias de lodolitas y arenitas. En campo se observaron varios niveles. Por el Caño Grande se observan niveles gruesos de lodolitas negras con laminas de arenita de grano muy finos en laminación ondulosa, en el camino que conduce a la Quebrada La Mona, se observa un afloramiento con arcillolita gris moteada a rojo en la base, suprayacida por capas gruesas con estrato decrecimiento a capas delgadas de arenita cuarzosa y lítica, color gris, de grano fino, con laminación paralela y cruzada planar, niveles de carbón en capas delgadas con pirita, en el Caño Hondo se observan capas gruesas que gradan a muy gruesas de arenita friable de grano medio y materia orgánica, los segmentos superiores de Carbonera se pueden observar en Caño Arenoso y la Quebrada La Colorada, donde se presentan arcillolitas y limolitas arenosas, grises con moteamiento rojizo, en capas medias cuneiformes, con capas medias de arenita de grano fino a medio, ligeramente friable, color gris rojizo.	La acidez en agua destilada es: pH=(3.8-4.9)	En los taludes con roca expuesta, o con escasa cobertura vegetal se pueden presentar deslizamientos u reptamientos. (Media)	Baja susceptibilidad a procesos de erosión pluvial debido a las bajas pendientes de la topografía en este sector.	En época de invierno se presentan encharcamientos en el suelo. (Media)	El perfil geotécnico se determino con la información obtenida del sondeo P004 y P010 por pertenecer los dos a la misma unidad geológica 0.0-0.15 Capa orgánica 0.15-2.5 Arena arcillo limosa de color café oscuro, humedad muy alta, densidad media. SPT N= (9-15), (f=27-29°) 2.5-3.5 Grava arenosa con poca arcilla de color amarillo oscuro, humedad baja, densidad media SPT N=(15-46), (f=29°-35°) No se reporto el NF	Se recomienda cimentar las torres después de los 2.5m, retirando la capa de arena arcillo limosa de humedad alta. La capacidad portante admisible a los 2.5 m es de (40.5- 47.0 ton/m2), para la relación B/L=1 y dimensiones entre 1.5 y 5.1 metros. Para las mismas condiciones pero a una profundidad de 3m la capacidad portante es de: (113-129 ton/m2) Características roca in situ: Espaciamiento: 600mm-2m Abertura:1.5mm Resistencia: 12-5-60 MPa Roca algo meteorizada	Los suelos en superficie son de moderada facilidad para ser excavados, llegando al nivel de la arenisca (2 a 3m) se dificulta la excavación.	Se recomienda instalar las torres en los sitios más altos de las montañas, seleccionando lugares en lo posible en pendiente estructural para evitar problemas por la caída de bloques y estabilidad de los cortes por el alto diaclasamiento de las roca. Los cortes que se realicen deben reconfigurarse en su totalidad para evitar inestabilización de laderas.	Quebrada Sardina
I	K24+300-K25+560	Z17	Terrazas Aluviales Subcienientes Medias (Q11)	Superficie plana a levemente ondulada.	Depósitos de Terrazas subcienientes: Sobresalen por estar topográficamente encima de la unidad Cuaternaria de Depósitos Aluviales Recientes (Q2). Están compuestos principalmente por clasto heterométricos y heterogéneos, heterogéneos, subredondeados y subalargados, clastocortados. Son depósitos que se originaron en llanuras aluviales, que han sido levantadas tectónicamente con respecto al nivel actual del cauce, y geomorfológicamente conforman unidades de terraza, se observan en cercanías al río Upiá	La acidez en agua destilada es: pH=(4.2-4.9)	Alta susceptibilidad a caída de bloques y deslizamientos debido a la baja compactación de los depósitos.	Erosión fluvial con disección formación de cárcavas y surcos, erosión pluvial	Puede presentarse encharcamientos en época de invierno debido a las geofomas depřrimidas cercanas a cauces. (Media)	El perfil geotécnico se determino con la información obtenida del sondeo P009 0.0-1.5 Capa vegetal. 0.15-1.0 Arena arcillo limosa de color café oscuro, humedad muy alta, densidad media. SPT N= (9-15), 1.0-2.5 Grava fina arenosa con algo de arcilla de color café oscuro, humedad baja, compactación densa. SPT N=(30-38) (f=27-36°)	En esta zona se pueden cimentar torres en la parte más alta que se encuentre para evitar problemas de inundaciones. A partir de 1m de excavación las torres se pueden cimentar sobre las gravas arenosas que se encontraron. La capacidad portante para la relación B/L=1 para dimensiones entre 1.5 y 5.1 m es: (46-47.8 ton/m2), para un desplante de 2m (62.0-87.5 ton/m2) y para 2.5m (79-99 ton/m2)	Hasta el primer metro de profundidad los materiales son fácilmente excavables manualmente, después de esta profundidad se dificulta la excavación por tratarse de suelos bastante compactos.	Se recomienda reconfigurar en su totalidad las laderas que se intervengan para evitar generar problemas de estabilidad debido a filtraciones de agua y meteorización de la roca expuesta. Se recomienda cimentar las torres a nivel de la roca, retirando el suelo residual y reconfigurando de nuevo en su totalidad y realizar obras para el manejo del drenaje superficial.	
I	K12+700-K13+900 K17+440-K19+400 K22+50-K23+150 K23+500-K24+300	Z19	Crestas y Crestones en Pendientes Estructural (Geología E3N1c) Carbonera	Montañas con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30° formando cuchillas alargadas en las cuales predominan la pendiente estructural con buzamientos iguales o próximos a la pendiente de la ladera , con cimas agudas a subagudas, frecuentemente las laderas que sobrepasan los 25° se presentan con escasa vegetación.	Aflora en el núcleo del Sinclinal de Nazareth, y flanco occidental del Anticlinal de Silbadero, se conforma de alternancias de lodolitas y arenitas. En campo se observaron varios niveles. Por el Caño Grande se observan niveles gruesos de lodolitas negras con laminas de arenita de grano muy finos en laminación ondulosa, en el camino que conduce a la Quebrada La Mona, se observa un afloramiento con arcillolita gris moteada a rojo en la base, suprayacida por capas gruesas con estrato decrecimiento a capas delgadas de arenita cuarzosa y lítica, color gris, de grano fino, con laminación paralela y cruzada planar, niveles de carbón en capas delgadas con pirita, en el Caño Hondo se observan capas gruesas que gradan a muy gruesas de arenita friable de grano medio y materia orgánica, los segmentos superiores de Carbonera se pueden observar en Caño Arenoso y la Quebrada La Colorada, donde se presentan arcillolitas y limolitas arenosas, grises con moteamiento rojizo, en capas medias cuneiformes, con capas medias de arenita de grano fino a medio, ligeramente friable, color gris rojizo.	La acidez en agua destilada es: pH=(4.13)	Susceptibilidad a fallas planares en taludes de roca expuestos. Y de flujo de tierras en sectores donde se tenga escasa cobertura vegetal. (Alta)	No se evidencian procesos de erosión pluvial. (Baja)	Baja susceptibilidad a presentar suelos saturados en superficie o laminas de agua, debido a las pendientes medias a altas de las laderas y la permeabilidad de los suelos. (Baja)	El perfil geotécnico se determino con la información obtenida del sondeo P016 0.0-0.15 Capa orgánica 0.15-2.5 Arena arcillo limosa de color café oscuro, humedad muy alta, densidad media (f=27-29°) 2.5-3.5 Grava arenosa con poca arcilla de color amarillo oscuro, humedad baja, densidad media (f=29°-35°) No se reporto el NF	Se recomienda cimentar las torres después de los 2.5m, retirando la capa de arena arcillo limosa de humedad alta. La capacidad portante admisible a los 2.5 m es de (40.5- 47.0 ton/m2), para la relación B/L=1 y dimensiones entre 1.5 y 5.1 metros. Para las mismas condiciones pero a una profundidad de 3m la capacidad portante es de: (113-129 ton/m2)	Los suelos en superficie son de moderada facilidad para ser excavados, llegando al nivel de la arenisca (2 a 3m) Se dificulta la excavación.	Se recomienda reconfigurar la ladera que se intervenga para evitar filtraciones de agua y posibles caídas de bloques	
I	K17+040-K17+440 K19+400-K22+050 K23+150-K23+500 K23+000-K24+300	Z20	Crestas y Crestones en Contrapendientes Estructural (Carbonera)	Montañas con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30° formando cuchillas alargadas en las cuales predominan la contrapendiente estructural con cimas agudas a subagudas, las contrapendientes presentan escarpes subverticales a inclinados.	Aflora en el núcleo del Sinclinal de Nazareth, y flanco occidental del Anticlinal de Silbadero, se conforma de alternancias de lodolitas y arenitas. En campo se observaron varios niveles. Por el Caño Grande se observan niveles gruesos de lodolitas negras con laminas de arenita de grano muy finos en laminación ondulosa, en el camino que conduce a la Quebrada La Mona, se observa un afloramiento con arcillolita gris moteada a rojo en la base, suprayacida por capas gruesas con estrato decrecimiento a capas delgadas de arenita cuarzosa y lítica, color gris, de grano fino, con laminación paralela y cruzada planar, niveles de carbón en capas delgadas con pirita, en el Caño Hondo se observan capas gruesas que gradan a muy gruesas de arenita friable de grano medio y materia orgánica, los segmentos superiores de Carbonera se pueden observar en Caño Arenoso y la Quebrada La Colorada, donde se presentan arcillolitas y limolitas arenosas, grises con moteamiento rojizo, en capas medias cuneiformes, con capas medias de arenita de grano fino a medio, ligeramente friable, color gris rojizo.	La acidez en agua destilada es: pH=(4.5-5.5)	Susceptibilidad media a deslizamientos debido a la cobertura vegetal, permeabilidad de los suelos y pendiente de las laderas.	Alta susceptibilidad a la erosión laminar debido a las altas pendientes.	Baja susceptibilidad a anegarse durante todo el año, debido a la permeabilidad de las rocas y suelos.	El perfil geotécnico se determino con la información obtenida del sondeo P007 0.0-1.5 Capa vegetal 0.15-3.0 m Arcilla algo arenosa de color café, humedad media, consistencia media, baja compresibilidad. SPT N=(7-16), Cu=(3.4-7.5 ton/m2) 3.0-4.0 m Arcilla de color gris claro, humedad media, plasticidad alta y consistencia muy firme. SPT N=(22-40), Cu=(10.6-19.2 ton/m2)	La capacidad portante para una relación de B/L=1 y unas dimensiones entre 1.5 y 5.1m, para varias profundidades de desplante es: Df=1.5m Qadm=(13.1-15.9 ton/m2) Df=2.0m Qadm=(13.7-17.5 ton/m2) Df=3.0m Qadm=(36.6-52 ton/m2)	La excavación se puede realizar a mano hasta los 3m de profundidad donde se tiene una arcilla arenosa de consistencia media, a partir de los 3m la consistencia de la arcilla es muy firme y se pueden presentar problemas para relajar la excavación a mano. Por tratarse de arcillas es importante mantener la excavación abierta el menor tiempo posible y protegerla del agua lluvia para evitar problemas de estabilidad con las paredes de la excavación.	Se recomienda reconfigurar la ladera que se intervenga para evitar filtraciones de agua y posibles caídas de bloques Se recomienda instalar las torres en las crestas y realizar el menor corte posible. Las excavaciones deben realizarse en el menor tiempo posible y garantizarse la estabilidad de las mismas por la caída de bloques debido al diaclasamiento de la roca.	
I	K14+650-K17+040	Z22	Crestas y Crestones en Homoclinales (carbonera)	Montañas con laderas cuyos buzamientos estructurales varían entre 10-30° formando cuchillas alargadas en las cuales la erosión de las intercalaciones blandas, permite la exposición de las pendientes estructurales y las contrapendientes sin una predominancia clara de una de ellas, las cimas son agudas a subagudas, las contrapendientes presentan escarpes subverticales a inclinados.	Aflora en el núcleo del Sinclinal de Nazareth, y flanco occidental del Anticlinal de Silbadero, se conforma de alternancias de lodolitas y arenitas. En campo se observaron varios niveles. Por el Caño Grande se observan niveles gruesos de lodolitas negras con laminas de arenita de grano muy finos en laminación ondulosa, en el camino que conduce a la Quebrada La Mona, se observa un afloramiento con arcillolita gris moteada a rojo en la base, suprayacida por capas gruesas con estrato decrecimiento a capas delgadas de arenita cuarzosa y lítica, color gris, de grano fino, con laminación paralela y cruzada planar, niveles de carbón en capas delgadas con pirita, en el Caño Hondo se observan capas gruesas que gradan a muy gruesas de arenita friable de grano medio y materia orgánica, los segmentos superiores de Carbonera se pueden observar en Caño Arenoso y la Quebrada La Colorada, donde se presentan arcillolitas y limolitas arenosas, grises con moteamiento rojizo, en capas medias cuneiformes, con capas medias de arenita de grano fino a medio, ligeramente friable, color gris rojizo.	La acidez en agua destilada es: pH=(4.9-5.9)	Alta susceptibilidad a deslizamientos de tierra debido a las pendientes y en taludes expuestos se puede presentar caída de bloques o talas planares.	Alta susceptibilidad a procesos de erosión en surcos y laminar debido a la pendiente topográfica y poca cobertura vegetal.	Baja susceptibilidad	El perfil geotécnico se determino con la información obtenida del sondeo P005 0.1-50 Arcilla arenosa de color amarillo oscuro, humedad baja, plasticidad media, consistencia media, y baja compresibilidad. SPT N=(4-5), Cu=(1.9-2.4 ton/m2) 1.50-2.50 Arcilla arenosa de color gris clara con vetas de óxido, humedad baja, plasticidad media, consistencia muy firme, baja compresibilidad SPT N=(37), Cu=(17.8 ton/m2)	La capacidad portante para una relación de B/L=1 y unas dimensiones entre 1.5 y 5.1m, para varias profundidades de desplante es: Df=1.5m Qadm=(5.7-6.9 ton/m2) Df=2.0m Qadm=(41.53 ton/m2) Df=2.5m Qadm=(42-57 ton/m2)	La excavación hasta los 1.5m de profundidad se puede realizar a mano con relativa facilidad, a partir de esta profundidad la arcilla tiene una consistencia muy firme dificultando la excavación a mano. Se recomienda dejar descubierta las paredes de la excavación el menor tiempo posible para evitar problemas de estabilidad de las paredes, sobre todo después de los 2m de profundidad de la excavación.	Se recomienda instalar las torres en los sitios más altos de las montañas, seleccionando lugares en lo posible en pendiente estructural para evitar problemas por la caída de bloques y estabilidad de los cortes por el alto diaclasamiento de las roca. Los cortes que se realicen deben reconfigurarse en su totalidad para evitar inestabilización de laderas.	
I	K24+560-K26+200	Z23	Llanura Aluvial (Qal-Depositos aluviales activos) Río Upiá	Es el área ubicada a continuación del cauce mayor del Río Upiá de carácter Trenzado. Presenta una topografía plana con pendientes medias inferiores a 1° donde se diferencian paleotopografías aluviales como: alques, islas, cubetas, surales.	Arenas, limos, arcillas, y gravas redondeadas que van desde guijeros hasta bloques.	No se realizó exploración del subsuelo en esta zona.	No se presentan deslizamientos debido a la baja pendiente.	Alta susceptibilidad a procesos de socavación del cauce y márgenes del mismo.	Alta porque pueden inundarse y anegarse durante época de invierno.	No se tiene información de exploración del subsuelo para estimar en esta zona parametros de resistencia y capacidad portante.			Se recomienda instalar las torres por fuera de las llanura de inundación del río, debido a su susceptibilidad a las inundaciones y dvagación del cauce. Se debe respetar las franjas de protección de los cauces y su vegetación.	

TABLA 3.97 UNIDADES GEOTÉCNICAS DEL SECTOR RÍO UPÍA – RÍO META – ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

SECTOR	TRAMO (ABSCISA)	UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	GEOFORMA	LITOLOGIA	ACIDEZ DEL SUELO	COMPORTAMIENTO GEOTECNICO				RESPUESTA DEL TERRENO (CAP. PORTANTE, DEFORMABILIDAD, ESTABILIDAD DE CORTES, LIQUACIÓN)	EXCAVABILIDAD	RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN	FOTO
							SUSCEPTIBILIDAD A FRM	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION	ANEGABILIDAD	PERFIL GEOTECNICO PROMEDIO				
II	K40+500-K41+140 K42+420-K42+800	Z32 -A	Llanura Aluvial de patrón Subparalelo (LLA-SubP)	Geoforma de origen agradacional-denudacional, representado por un paisaje de llanura con pendientes planas, hace parte de la zona de máxima divagación de un río, en el que se pueden presentar formas elementales del terreno como diques o albardones naturales, napas, cubetas, cauces y barras.	Esta compuesta de graves predominantemente arenoso, con lentes delgados de limos y arcillas y son producto del resultado del arrastre y deposición de materiales por parte de los ríos que bajan de la cordillera, y como acumulaciones de material depositados durante las crecientes de los ríos, formando superficies con relieves casi planos.	En esta zona no se realizó exploración del subsuelo.	Los procesos asociados a fenómenos de remoción en masa se presentan en las márgenes de los cuerpos de agua, donde la socavación lateral puede ocasionar pequeños deslizamientos. La susceptibilidad a la ocurrencia de FRM se considera media	La cobertura vegetal de la zona es de arbustos y árboles (bosque de galería). Las pendientes son planas a cóncavas. No se evidencia presencia de procesos erosivos en la zona. La susceptibilidad a la erosión se considera baja	Se trata de zonas aledañas a los ríos y cuerpos de agua con formas asociadas a valles estrechos y posibilidad de inundaciones frecuentes en especial en épocas de invierno. La susceptibilidad a inundación se considera alta.	Para la caracterización geotécnica se tuvo en cuenta las perforaciones P32, P38 y P39A. El perfil geotécnico promedio se define: Nivel 1) 0.0 - 3.5 m: Arcillas de baja compresibilidad, plasticidad media y consistencia blanda, N(SPT) de 2-6 golpes/pie, Su = 17 -22 kPa, f= 25 a 27 grados. Nivel 2) 3.5 - 6.0 m: Arena limosa color habano de compacidad media, N(SPT) de 5-24 golpes/pie y f=30-32 grados. N.F. a 0.3 m desde la superficie.	La capacidad de soporte dependerá de la geometría del cimiento y la profundidad de desplante. Para zapatas cuadradas con lado (1.5-5.0 m) se espera una capacidad portante admisible de: 1) Df (2.0 m): 0.50 a 0.58 kg/cm2. 2) Df (2.5 m): 0.52 a 0.63 kg/cm2. 3) Df (3.0 m): 0.55 a 0.68 kg/cm2. La resistencia al corte no drenada presenta valores muy bajos y el N.F. es alto, luego pueden presentarse problemas de estabilidad al realizar las excavaciones. Las arenas del nivel 2 presentan valores de SPT de 5 a 20 golpes/pie con contenidos de finos entre el 9 a 35% y N.F. en superficie, por lo que puede presentarse licuación del estrato arenoso. Para cálculos de fuerzas a tracción el cono de arranque se considera en (f/2 = 12 -14 grados) con la vertical.	Para excavaciones de 2 a 3 m de profundidad se pueden realizar excavaciones manuales o mecánicas.	-) No construir torres a una distancia menor de 30 m desde la orilla de los cuerpos de agua -) Realizar la construcción del proyecto en época seca. -) De ser posible se recomienda evitar cimentar torres en esta unidad por tratarse de franjas de protección de los cauces con abundante cobertura vegetal. -) Realizar las excavaciones en el menor tiempo posible y entibar los cortes mediante elementos de apoyo entre estos. -) Se recomienda cimentar las torres a una profundidad entre 2.50 - 3.00 m. -) Disponer de equipos para evacuar el agua del fondo de la excavación -) Los materiales producto de la excavación pueden ser utilizados para rellenos, debidamente compactados, previo retiro de las capas vegetales u orgánicas.	
	K45+300-K47+200	Z33	Llanura Aluvial de Desborde de Río Trenzado Río Túa	Geoforma Agradacional-Denudacional. Es el área ubicada a continuación del cauce mayor del río Túa de carácter Trenzado. Presenta una topografía plana con pendientes medias entre 1-3° donde se diferencian paleoformas aluviales como: diques, islas, cubetas, surales.	Arenas, limos, arcillas, y graves subredondeadas y tamaños que van desde guijarros hasta bloques.	No se realizó exploración del subsuelo en esta zona homogénea	Alta susceptibilidad a deslizamientos de tierra y sedimentos por no estar consolidados.	Socavación de las márgenes del cauce	Encharcamiento debido a época inermal. (Media)	No se tiene información de exploración del subsuelo para inferir un perfil promedio y características de resistencia de la llanura aluvial del río Túa				
II	K47+200-K48+440	Z34	Colinas y Lomas Denudales de la Formación Guayabo	Caracterizada por presentar una topografía alargada a redondeada, en forma de colinas y lomas con longitud de pendiente corta. En la unidad se presenta una densa red de drenaje de tipo subparalelo, con cauces cortos, caracterizados por su moderada densidad, y una buena integración y uniformidad en los mismos.	Constituida por arcilitolitas y limolitas con intercalaciones de areniscas arcillosas de grano fino a medio, suprayacidas por limolitas, arcilitolitas y conglomerados de cantos cuarciosos en una matriz arenosa, hacia el techo los conglomerados se hacen más gruesos presentando granocrecimiento	No se realizó exploración del subsuelo en esta zona homogénea	Procesos de remoción en masa tipo flujo y deslizamiento. Susceptibilidad Alta	Con erosión ligera y moderada, como consecuencia de la escasa cobertura vegetal	Dentro de la zona se pueden tener sectores que se anegan durante la época de invierno. (Media)	No se tiene información de exploración del subsuelo para estimar un perfil geotécnico promedio y capacidad portante.		Se debe caracterizar los materiales en superficie, para poder estimar la profundidad de la cimentación y características de resistencia del suelo residual y su espesor.		
	K54+300-K59+450	Z35-a	Llanura Aluvial de Desborde (LLA-Db)	Geoforma de origen agradacional-denudacional, representado por un paisaje de Llanura con pendientes planas. Consideradas en esta unidad zonas amplias y planas características porque allí las corrientes hídricas han perdido su capacidad de carga llevando en suspensión sedimentos más finos, formando superficies anchas y poco profundas, ocasionando favorablemente la ocurrencia de inundaciones, cambios de curso y desbordamiento principalmente en época inermal, y consideradas del mismo modo como zonas donde los materiales sueltos como arenas y limos por la acción del viento se redistribuyen y trabajan en la superficie.	Constituida por arenas, limos, arcillas y conglomerados aluviales	La acidez en agua destilada es: pH:(4-8.9) La acidez en cloruro de calcio: pH:(4-2.4)	Por las características de bajas pendientes, drenaje, materiales y cobertura la susceptibilidad a la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa es baja.	La cobertura vegetal de la zona es de pastos y arbustos y los suelos pueden ser dispersivos. Las pendientes planas reducen la posibilidad de que se presente erosión hídrica pero puede presentarse erosión edáfica con una migración de sedimentos de un sector a otro. La susceptibilidad a la erosión se considera media.	La condición estructural de esta unidad limitada por el sustrato con la falla del río meta y por el noroeste con el sistema de fallas del piedemonte, genera una zona depirmida con posibilidad de presentar inundaciones por lluvias y por el desborde de los cuerpos de agua existentes, en especial en épocas de lluvia. La susceptibilidad a la anegabilidad se considera alta	Para la caracterización geotécnica se tuvo en cuenta las perforaciones P20 y P21A 0.0-20 Capa vegetal 0.20-3.0/3.5m Arcilla con arena de color gris con oxidaciones, humedad media, plasticidad media a alta y consistencia blanda. SPT, N=(3-10), Cu=(1.4-2.8 ton/m2) 3.0/3.5-6.0 Arena algo limosa de color habano humedad media, compacidad media. SPT, N=(24-35), f=(24-35) NF reportado entre los 0.5 m y 1m de profundidad.	La capacidad portante para una relación de B/L=1 y dimensiones entre 1.5 y 5.1 m es: Df=2m, Qadm=(8-7.6 ton/m2) Df=2.5m, Qadm=(6-5.8 ton/m2) Df=3m, Qadm=(6-5.9 ton/m2) Se recomienda cimentar las torres después de los 2.5m, debe planearse el manejo de agua durante la excavación y mantenerse abierta el menor tiempo posible. Puede requerirse el diseño de tablasacados para garantizar la estabilidad de las paredes de la excavación durante la construcción de la cimentación.	Las excavaciones hasta los 3m de profundidad son fáciles de realizar a mano. Antes de realizarse la excavación es necesario haber diseñado el sistema de bombeo para mantener la excavación sin agua en su interior.	-) Realizar la construcción del proyecto en época seca. -) Realizar las excavaciones en el menor tiempo posible y entibar los cortes mediante elementos de apoyo entre estos. -) Se recomienda cimentar las torres a una profundidad mínima de 2.5 m. Verificar en cada caso la posibilidad de licuación. -) Disponer de equipos para evacuar el agua del fondo de las excavaciones. -) Los materiales producto de la excavación pueden ser utilizados para rellenos, debidamente compactados, previo retiro de las capas vegetales u orgánicas.	
II	K59+900-K64+100	Z36-b	Llanura Aluvial de Desborde (LLA-Db)	Geoforma de origen agradacional-denudacional, representado por un paisaje de Llanura con pendientes planas. Consideradas en esta unidad zonas amplias y planas características porque allí las corrientes hídricas han perdido su capacidad de carga, llevando en suspensión sedimentos más finos, formando superficies anchas y poco profundas, ocasionando favorablemente la ocurrencia de inundaciones, cambios de curso y desbordamiento principalmente en época inermal, y consideradas del mismo modo como zonas donde los materiales sueltos como arenas y limos por la acción del viento se redistribuyen y trabajan en la superficie.	Constituida por arenas, limos, arcillas y conglomerados aluviales	La acidez en agua destilada es: pH:(4-3.5-6) La acidez en cloruro de calcio: pH:(3.6-4.33)	Por las características de bajas pendientes, drenaje, materiales y cobertura la susceptibilidad a la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa es baja.	La cobertura vegetal de la zona es de pastos y arbustos y los suelos pueden ser dispersivos. Las pendientes planas reducen la posibilidad de que se presente erosión hídrica pero puede presentarse erosión edáfica con una migración de sedimentos de un sector a otro. La susceptibilidad a la erosión se considera media.	La condición estructural de esta unidad limitada por el sustrato con la falla del río meta y por el noroeste con el sistema de fallas del piedemonte, genera una zona depirmida con posibilidad de presentar inundaciones por lluvias y por el desborde de los cuerpos de agua existentes, en especial en épocas de lluvia. La susceptibilidad a la anegabilidad se considera alta	Para el perfil geotecnico promedio se tomaron las perforaciones: P22-P23-P24 y P25A 0.0-20 Capa vegetal 0.20-2.0m Arcilla areno limosa de color gris con oxidaciones, humedad media, plasticidad alta y consistencia blanda SPT, N=(3-10), Cu=(1.4-2.8 ton/m2) 2.0-2.5m Arcilla areno limosa de color gris con oxidaciones, humedad media, plasticidad alta y consistencia blanda SPT, N=(3-5), Cu=(1.4-2.4 ton/m2) 3.0/3.5-6.0 Arcilla de color gris oscuro con oxidaciones, humedad media, plasticidad media y consistencia blanda SPT, N=(8-30), Cu=(2.8-4.2 ton/m2) NF reportado entre los 0.5 m y 1m de profundidad.	La capacidad portante para una relación de B/L=1 y dimensiones entre 1.5 y 5.1 m es: Df=2m, Qadm=(4-5 ton/m2) Df=2.5m, Qadm=(113-115 ton/m2) Df=3m, Qadm=(113-129 ton/m2) Se recomienda cimentar las torres a una profundidad de como mínimo 2.5m. Puede requerirse el empleo de tablasacados para garantizar la estabilidad de las paredes de la excavación. Antes de excavar debe preverse la necesidad de bombeo para poder realizar la excavación debido a que el nivel freático se encuentra entre los 0.2 y 0.5 mde profundidad.	Los materiales en superficie son facilmente excavables. Debe garantizarse la estabilidad de las paredes de la excavación, diseñando un sistema de contención temporal.	-) Realizar la construcción del proyecto en época seca. -) Realizar las excavaciones en el menor tiempo posible y entibar los cortes mediante elementos de apoyo entre estos. -) Se recomienda cimentar las torres a una profundidad mínima de 2.5 m. Verificar en cada caso la posibilidad de licuación. -) Disponer de equipos para evacuar el agua del fondo de las excavaciones. -) Los materiales producto de la excavación pueden ser utilizados para rellenos, debidamente compactados, previo retiro de las capas vegetales u orgánicas.	
	K65+00-K66+00	Z36-c	Llanura Aluvial de Desborde (LLA-Db)	Geoforma de origen agradacional-denudacional, representado por un paisaje de Llanura con pendientes planas. Consideradas en esta unidad zonas amplias y planas características porque allí las corrientes hídricas han perdido su capacidad de carga, llevando en suspensión sedimentos más finos, formando superficies anchas y poco profundas, ocasionando favorablemente la ocurrencia de inundaciones, cambios de curso y desbordamiento principalmente en época inermal, y consideradas del mismo modo como zonas donde los materiales sueltos como arenas y limos por la acción del viento se redistribuyen y trabajan en la superficie.	Constituida por arenas, limos, arcillas y conglomerados aluviales	La acidez en agua destilada es: pH:(4.67-5.74) La acidez en cloruro de calcio: pH:(3.1-4.65)	Por las características de bajas pendientes, drenaje, materiales y cobertura la susceptibilidad a la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa es baja.	La cobertura vegetal de la zona es de pastos y arbustos y los suelos pueden ser dispersivos. Las pendientes planas reducen la posibilidad de que se presente erosión hídrica pero puede presentarse erosión edáfica con una migración de sedimentos de un sector a otro. La susceptibilidad a la erosión se considera media.	La condición estructural de esta unidad limitada por el sustrato con la falla del río meta y por el noroeste con el sistema de fallas del piedemonte, genera una zona depirmida con posibilidad de presentar inundaciones por lluvias y por el desborde de los cuerpos de agua existentes, en especial en épocas de lluvia. La susceptibilidad a la anegabilidad se considera alta	Para el perfil geotecnico promedio se tomaron las perforaciones: P27 y P28A 0.0-20 Capa vegetal 0.20-2.5m Arcilla areno limosa de color gris con oxidaciones, humedad media, plasticidad alta y consistencia blanda SPT, N=(3-5), Cu=(1.4-2.4 ton/m2) 3.0/3.5-6.0 Arcilla de color gris oscuro con oxidaciones, humedad media, plasticidad media y consistencia blanda SPT, N=(8-30), Cu=(2.8-4.2 ton/m2) NF reportado entre los 0.5 m y 1m de profundidad.	La capacidad portante para una relación de B/L=1 y dimensiones entre 1.5 y 5.1 m es: Df=2m, Qadm=(5.1- 6.5 ton/m2) Df=2.5m, Qadm=(5-6- 7.3 ton/m2) Df=3m, Qadm=(14-20 ton/m2) Se recomienda cimentar las torres a una profundidad de como mínimo 2.5m. Puede requerirse el empleo de tablasacados para garantizar la estabilidad de las paredes de la excavación. Antes de excavar debe preverse la necesidad de bombeo para poder realizar la excavación debido a que el nivel freático se encuentra entre los 0.2 y 1.0 m de profundidad.	Los materiales son facilmente excavables a mano. Se requiere el manejo del agua superficial para poder realizar la excavación.	-) Realizar la construcción del proyecto en época seca. -) Realizar las excavaciones en el menor tiempo posible y entibar los cortes mediante elementos de apoyo entre estos. -) Se recomienda cimentar las torres a una profundidad mínima de 2.5 m. Verificar en cada caso la posibilidad de licuación. -) Disponer de equipos para evacuar el agua del fondo de las excavaciones. -) Los materiales producto de la excavación pueden ser utilizados para rellenos, debidamente compactados, previo retiro de las capas vegetales u orgánicas.	
II	K59+450-K59+900 K64+100-K65+000 K78+900-K81+000	Z37 A	Llanura Aluvial de Desborde de río Meándrico (LLA-DB-M)- Río Guatía, Los Hoyos y Tacuya	De origen deposicional que corresponde a los planos aluviales recientes de los ríos Meta, Yuca, Manacacias y Planas y caños secundarios del Casanare, que presentan un régimen meándrico con sectores rectilíneos. Presenta una topografía plana con pendientes inferiores a 3° donde se diferencian paleoformas aluviales como: diques, cauces abandonados, cubetas, meandros, surales.	Arenas gruesas, finas, limos y arcillas.	La acidez en agua destilada es: pH:(5.0-5.26) La acidez en cloruro de calcio: pH:(3.97-4.44)	Por tener bajas pendientes la susceptibilidad a FRM es baja	Los velles corresponden a ríos principales con cauces importantes que en época de invierno y por ser de régimen meándrico se presenta socavación lateral y de fondo. La susceptibilidad a la erosión se considera alta por socavación en las márgenes de los ríos.	Por la cercanía con los cuerpos de agua principales, estas zonas se constituyen en la llanura de inundación de los ríos. Existen cauces abandonados y niveles freáticos altos. Anegabilidad Alta	Para la caracterización geotécnica se tuvo en cuenta la perforación P26 0-0.5 Capa orgánica, limo organico 0.5-2.5 Arena fina limosa de color habano con oxidaciones, humedad media y compacidad suelta. SPT N=(7-7) f=(25-27) 2.5-5.0 Arcilla de color gris oscuro con oxidaciones, humedad media, plasticidad media y consistencia blanda. SPT N=(3-11), Cu=(2.8-3.1 ton/m2) 5.0-6.0 Arcilla de color gris con oxidaciones, humedad alta y consistencia semidura. SPT N=(6-11), Cu=(2.9-5.3 ton/m2)	La capacidad portante para una relación de B/L=1 y dimensiones entre 1.5 y 5.1 m es: Df=2m, Qadm=(27.6-35.3 ton/m2) Df=2.5m, Qadm=(35.3-40.8 ton/m2) Df=3m, Qadm=(8-12.1 ton/m2) No se reportó el nivel freático durante la perforación. Se recomienda cimentar las torres después de los 2.5m, debe planearse el manejo de agua durante la excavación y mantenerse abierta el menor tiempo posible. Puede requerirse el diseño de tablasacados para garantizar la estabilidad de las paredes de la excavación durante la construcción de la cimentación.	Los materiales son facilmente excavables manualmente hasta los 5.0 metros de profundidad.	-) Realizar la construcción del proyecto en época seca. -) Realizar las excavaciones en el menor tiempo posible y entibar los cortes mediante elementos de apoyo entre estos. -) Se recomienda cimentar las torres a una profundidad mínima de 2.5 m. Verificar en cada caso la posibilidad de licuación. -) Disponer de equipos para evacuar el agua del fondo de las excavaciones. -) Los materiales producto de la excavación pueden ser utilizados para rellenos, debidamente compactados, previo retiro de las capas vegetales u orgánicas.	
	K89+650 A K90+400 K98+000 A K99+700 K100+430 A K100+520 K113+600 A K113+700 K114+900 A K115+000 K117+650 A K118+400 K119+800 A K119+920 K121+600 A K121+700 K122+480 A K122+550	LLA-SubP	Llanura Aluvial de patrón Subparalelo	Geoforma de origen agradacional-denudacional, representado por un paisaje de llanura con pendientes planas, hace parte de la zona de máxima divagación de un río, en el que se pueden presentar formas elementales del terreno como diques o albardones naturales, napas, cubetas, cauces y barras. Son resultado del arrastre y deposición de materiales por parte de los ríos que bajan de la cordillera, y como acumulaciones de material depositados durante las crecientes de los ríos, formando superficies con relieves casi planos.	Constituidas por arenas, limos, arcillas y conglomerados aluviales.	1) Acidez en agua destilada: 4.49-5.33 2)Acidez en solución de cloruro de calcio: 3.37-4.36	Los procesos asociados a fenómenos de remoción en masa se presentan en las márgenes de los cuerpos de agua, donde la socavación lateral puede ocasionar pequeños deslizamientos. La susceptibilidad a la ocurrencia de FRM se considera media	La cobertura vegetal de la zona es de arbustos y árboles (bosque de galería). Las pendientes son planas a cóncavas. No se evidencia presencia de procesos erosivos en la zona. La susceptibilidad a la erosión se considera baja	Se trata de zonas aledañas a los ríos y cuerpos de agua con formas asociadas a valles estrechos y posibilidad de inundaciones frecuentes en especial en épocas de invierno. La susceptibilidad a inundación se considera alta.	Para la caracterización geotécnica se tuvo en cuenta las perforaciones P32, P38 y P39A. El perfil geotécnico promedio se define: Nivel 1) 0.0 - 3.5 m: Arcillas de baja compresibilidad, plasticidad media y consistencia blanda, N(SPT) de 2-6 golpes/pie, Su = 17 -22 kPa, f= 25 a 27 grados. Nivel 2) 3.5 - 6.0 m: Arena limosa color habano de compacidad media, N(SPT) de 5-24 golpes/pie y f=30-32 grados. N.F. a 0.3 m desde la superficie.	La capacidad de soporte dependerá de la geometría del cimiento y la profundidad de desplante. Para zapatas cuadradas con lado (1.5-5.0 m) se espera una capacidad portante admisible de: 1) Df (2.0 m): 0.50 a 0.58 kg/cm2. 2) Df (2.5 m): 0.52 a 0.63 kg/cm2. 3) Df (3.0 m): 0.55 a 0.68 kg/cm2. La resistencia al corte no drenada presenta valores muy bajos y el N.F. es alto, luego pueden presentarse problemas de estabilidad al realizar las excavaciones. Las arenas del nivel 2 presentan valores de SPT de 5 a 20 golpes/pie con contenidos de finos entre el 9 a 35% y N.F. en superficie, por lo que puede presentarse licuación del estrato arenoso. Para cálculos de fuerzas a tracción el cono de arranque se considera en (f/2 = 12-14 grados) con la vertical.	Para excavaciones de 2 a 3 m de profundidad se pueden realizar excavaciones manuales o mecánicas.	-) No construir torres a una distancia menor de 30 m desde la orilla de los cuerpos de agua -) Realizar la construcción del proyecto en época seca. -) Realizar las excavaciones en el menor tiempo posible y entibar los cortes mediante elementos de apoyo entre estos. -) Se recomienda cimentar las torres a una profundidad entre 2.50 - 3.00 m. -) Disponer de equipos para evacuar el agua del fondo de la excavación -) Los materiales producto de la excavación pueden ser utilizados para rellenos, debidamente compactados, previo retiro de las capas vegetales u orgánicas.	

A wide river flows through a lush green landscape under a dramatic, cloudy sky. The river is the central focus, with its surface reflecting the light. The banks are covered in dense vegetation, and the sky is filled with large, white clouds. The overall scene is peaceful and scenic.

TABLA 3.98 UNIDADES GEOTÉCNICAS DEL SECTOR RÍO META – CAMPO RUBIALES – ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

SECTOR III - RÍO META - CAMPO RUBIALES														
ZONA GEOTÉCNICA	TRAMO (ABSCISA)	UNIDAD (SIMBOLO Y COLOR)	NOMBRE	GEOFORMA	LITOLOGIA	ACIDEZ	COMPORTAMIENTO GEOTECNICO			PERFIL GEOTECNICO PROMEDIO	RESPUESTA DEL TERRENO (CAP. PORTANTE, ESTABILIDAD DE CORTES, LUCUACIÓN)	EXCAVABILIDAD	RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN	FOTO
							SUSCEPTIBILIDAD A FRM	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN	ANEGABILIDAD					
Z41A	K168+500 - K173+500		Altillanura-Alomada Valles	De origen Estructural Denudacional que corresponde a un paisaje de altillanura, donde hacen parte áreas con pendientes entre 30° y 45°, con una topografía alomada típica y mesa con cimas concordantes y vallecitos de fondo plano. Del mismo modo son zonas bien drenadas con cursos de agua cortos, poco profundos y de baja pendiente, configurando un modelado de drenaje dendrítico. Esta morfología indica una madurez temprana en su etapa de disecación.	Constituido por Arenas arcilomiosas de grano medio a fino y Arcillas arenosas con una coraza ferruginosa con espesores de hasta 70 cm	1) PH en agua Destilada: 4,95-5,15 2) PH en solución de cloruro de calcio: 4,06-4,22	Por el tipo de materiales arenos limosos y pendientes altas de observen flujos de tierra superficiales y aislados. Tendría una susceptibilidad Alta por Fenómenos de remoción en Masa	Socavación lateral de los drenajes y procesos de erosión locales dando origen a surcos y cárcaves. Presentaría una susceptibilidad alta a la Erosión	Tiene altas pendientes por lo que su anegabilidad es baja.	Para la caracterización geotécnica se tuvo en cuenta la perforación P57 ubicada en la zona de valle entre las colinas de la altillanura. El perfil geotécnico promedio se define: Nivel 1) 0.0 - 6.0 m: Arena Arcillosa de color habano, plasticidad baja densidad suelta N(SPT) de 3-7 golpes/pie, Su = 8-20 kPa, ϕ = 25 grados. No se encontró N.F. en la perforación	La capacidad de soporte dependerá de la geometría del cimiento y la profundidad de desplante. Se debe tener en cuenta que la caracterización se hizo con la perforación en los valles de la altillanura, que son materiales menos consolidados que los que se presentan en las colinas. Para zapatas cuadradas con lado (1,5-5,0 m) se espera una capacidad portante admisible de: 1) Df (2.0 m): 0.42 a 0.49 kg/cm2. 2) Df (2.5 m): 0.43 a 0.53 kg/cm2. 3) Df (3.0 m): 0.46 a 0.57 kg/cm2. La capacidad portante no drenada presenta valores bajos, además por tener altos contenidos de arena y ser materiales incoherentes pueden presentar problemas de inestabilidad durante la cimentación. Se recomienda cimentar las torres a una profundidad mayor o igual a 2.50 metros Para cálculos de fuerzas a tracción el cono de arranque se considera en ($\theta/2$ = 12 grados) con la vertical.	Para excavaciones de 2 a 3 m de profundidad se pueden realizar excavaciones manuales o mecánicas. No construí torres a una distancia menor de 30 m desde la orilla de los cuerpos de agua 3) En lo posible realizar la construcción del proyecto en época seca. 3) Realizar las excavaciones en el menor tiempo posible y entibar los cortes mediante elementos de apoyo entre estos. 3) Se recomienda cimentar las torres a una profundidad entre 2.50 - 3.00 m. 3) Disponer de equipos para evacuar el agua del fondo de la excavación 3) Los materiales producto de la excavación pueden ser utilizados para rellenos, debidamente compactados, previo retiro de las capas vegetales y de la materia orgánica.		
Z41B	K168+500 - K173+500		Altillanura-Alomada Colinas	De origen Estructural Denudacional que corresponde a un paisaje de altillanura, donde hacen parte áreas con pendientes entre 30° y 45°, con una topografía alomada típica y mesa con cimas concordantes y vallecitos de fondo plano. Del mismo modo son zonas bien drenadas con cursos de agua cortos, poco profundos y de baja pendiente, configurando un modelado de drenaje dendrítico. Esta morfología indica una madurez temprana en su etapa de disecación.	Constituido por Arenas arcilomiosas de grano medio a fino y Arcillas arenosas con una coraza ferruginosa con espesores de hasta 70 cm	1) PH en agua Destilada: 4,95-5,15 2) PH en solución de cloruro de calcio: 4,06-4,22	Por el tipo de materiales arenos limosos y pendientes altas de observen flujos de tierra superficiales y aislados. Tendría una susceptibilidad Alta por Fenómenos de remoción en Masa	Socavación lateral de los drenajes y procesos de erosión locales dando origen a surcos y cárcaves. Presentaría una susceptibilidad alta a la Erosión	Tiene altas pendientes por lo que su anegabilidad es baja.	Para la caracterización geotécnica se tuvo en cuenta la perforación P56 ubicada en la cima de colinas de la altillanura. El perfil geotécnico promedio se define: Nivel 1) 0.0 - 3.0 m: Arena limosa de compacidad muy suelta a suelta N(SPT)=3-10 golpes/pie, ϕ =25-28 grados. Nivel 2) 3.0 - 5.5 m: Arcilla algo arenosa, compresibilidad baja, plasticidad media, consistencia media a dura N(SPT)=17-40 golpes/pie. Sur=82-192 kPa, ϕ =30 a 34 grados No se encontró N.F. en la perforación	La capacidad de soporte dependerá de la geometría del cimiento y la profundidad de desplante. Las zonas de las cimas de las colinas presentan mejor comportamiento geotécnico para capacidad portante que los valles. Para zapatas cuadradas con lado (1,5-5,0 m) se espera una capacidad portante admisible de: 1) Df (2.0 m): 1.9 a 2.20 kg/cm2. 2) Df (2.5 m): 1.93 a 2.30 kg/cm2. 3) Df (3.0 m): 1.98 a 2.47 kg/cm2. Se recomienda hacer la cimentación a una profundidad aproximada de 3 m o hasta alcanzar el nivel de arcilla limosa, para superar el estrato de arena limosa que presenta densidad suelta y puede presentar problemas de erosión y de estabilidad de taludes. Para cálculos de fuerzas a tracción el cono de arranque se considera en ($\theta/2$ =15 - 17 grados) con la vertical.	Para excavaciones de 2 a 3 m de profundidad se pueden realizar excavaciones manuales o mecánicas. Se debe tener especial cuidado con la disposición de los materiales producto de la excavación, para que en periodos de lluvias no se presente arrastre de sedimentos hacia las partes bajas de las colinas y buertes de agua. 3) En lo posible realizar la construcción del proyecto en época seca. 3) Realizar las excavaciones en el menor tiempo posible y entibar los cortes mediante elementos de apoyo entre estos. 3) Se recomienda cimentar las torres a una profundidad mayor o igual a 3.00 m o al superar el nivel de arenas limosas que presentan comportamiento geotécnico pobre. 3) Disponer de equipos para evacuar el agua del fondo de la excavación 3) Se recomienda obras de control de escorrentía superficial para evitar procesos erosivos que puedan generar cárcavamiento y fenómenos de remoción en masa 3) Los materiales producto de la excavación pueden ser utilizados para rellenos, debidamente compactados, previo retiro de las capas vegetales y materia orgánica. 3) Inmediatamente después de rellenar la excavación se debe proceder a reestabilizar el área intervenida para evitar focos de erosión.		
Z43B	K173+750 - K184+600		Altillanura Plana	De origen Estructural-Erosional que corresponde a un paisaje de altillanura, de topografía plana o casi plana, con pendientes de 0° a 10°. Configura un modelado de drenaje de patrón dendrítico de poca densidad.	Constituidos por materiales arcillosimos y limosos de color gris, amarillo y rojo.	1) PH en agua Destilada: 4,90-5,31 2) PH en solución de cloruro de calcio: 4,52-4,60	Presenta bajas pendientes por lo que la susceptibilidad a FRM es baja	Escorrentimiento difuso con truncamiento de suelos y en algunos sectores formación de surcos. De igual forma en época de lluvias presenta un encharcamiento. Su susceptibilidad a la erosión es baja	Pendientes bajas con Anegabilidad media	Para la caracterización geotécnica se tuvo en cuenta las perforaciones P58, P59, P60 y P61. El perfil geotécnico promedio se define como: Nivel 1) 0.0 - 6.0 m: Arcillas limosa con algo de arenas. De baja compresibilidad, plasticidad media y consistencia blanda, N(SPT) de 3-24 golpes/pie. Su = 14-120 kPa, ϕ = 25 a 30 grados. En la perforación 59 (K178+250) se presentan niveles de arena arcillosa y arena limosa con N(SPT) de 2 y 20 golpes/pie, el nivel arcilloso presenta Su=6-43 kPa, ϕ =24 a 30 grados No se detectó N.F. en las perforaciones realizadas en la unidad geotécnica.	La capacidad de soporte dependerá de la geometría del cimiento y la profundidad de desplante. Para zapatas cuadradas con lado (1,5-5,0 m) se espera una capacidad portante admisible de: 1) Df (2.0 m): 0.9 a 1.16 kg/cm2. 2) Df (2.5 m): 1.03 a 1.23 kg/cm2. 3) Df (3.0 m): 1.06 a 1.31 kg/cm2. Por el alto contenido de arenas y en el evento que se presente nivel freático se pueden presentar problemas de estabilidad al momento de hacer la excavación. Para cálculos de fuerzas a tracción el cono de arranque se considera en ($\theta/2$ = 12 a 15 grados) con la vertical.	Para excavaciones de 2 a 3 m de profundidad se pueden realizar excavaciones manuales o mecánicas. 3) En lo posible realizar la construcción del proyecto en época seca. 3) Realizar las excavaciones en el menor tiempo posible y entibar los cortes mediante elementos de apoyo entre estos. 3) Se recomienda cimentar las torres a una profundidad mayor o igual a 2.00 m. 3) Disponer de equipos para evacuar el agua del fondo de la excavación 3) Los materiales producto de la excavación pueden ser utilizados para rellenos, debidamente compactados, previo retiro de las capas vegetales y materia orgánica. 3) Inmediatamente después de rellenar la excavación se debe proceder a reestabilizar el área intervenida para evitar focos de erosión.		
Z40B	K184+600 - K197+400 K197+900 - K217+600 K231+900 - K252+700		Altillanura Disectada Valles	De origen Estructural-Denudacional que corresponde a un paisaje de altillanura, donde la topografía es colinada con suaves ondulaciones, en muchas ocasiones concordantes, con pendientes entre 10° - 30°. Esta morfología muestra una madurez avanzada en el proceso de la denudación. Hacia el sector del río Planas se presenta una morfología más madura con valles más amplios y colinas más suavizadas. Se configuran además cerros aislados. En este caso la superficie dominante es ondulada pero se presentan algunas geomorfos residuales aisladas como mesas o butes.	Constituido por Arenas arcilomiosas de grano medio a fino y Arcillas arenosas con una coraza ferruginosa con espesores de hasta 70 cm	1) PH en agua Destilada: 4,56-5,70 2) PH en solución de cloruro de calcio: 4,05-4,68	La pendientes tienen un valor medio con materiales incoherentes en los niveles superiores y en su mayoría presentan vegetación de pastos. Susceptibilidad a FRM media	Presenta escorrentimiento superficial difuso con truncamiento de suelos y escorrentimiento concentrado con la formación de surcos y cárcaves. Del mismo modo una profundización de los drenajes, con un arrastre de los materiales. Susceptibilidad alta.	Pendientes medias con anegabilidad baja	Para la caracterización geotécnica de los valles de la altillanura disectada, se tuvieron en cuenta las perforaciones P64, P65, P67, P75, P82 y P83. Los materiales de los valles están menos consolidados que los de las colinas. El perfil geotécnico promedio se define: Nivel 1) 0.0 - 3.0 m: Arenas Limo arcillosas de densidad suelta a media N(SPT) de 1 a 12 golpes por pie ϕ =23-30 grados, Su=3 y 53 kPa Nivel 2) 3.0 - 6.0 m: Arena limosa de densidad suelta a compacta, N(SPT) de 5 a 36 golpes por pie, ϕ =23-35 grados N.F. a encontrado entre una profundidad de 1 m y 4.50 m.	La capacidad de soporte dependerá de la geometría del cimiento, la profundidad de desplante y la ubicación de la cimentación si es en el valle o cima de las colinas. Para zapatas cuadradas con lado (1,5-5,0 m) se espera una capacidad portante admisible de: 1) Df (2.0 m): 0.9 a 1.12 kg/cm2. 2) Df (2.5 m): 1.18 a1.36 kg/cm2. 3) Df (3.0 m): 1.43 a 1.56 kg/cm2. Se recomienda que la profundidad de cimentación sea del orden de 2.50 metros. Alguno estratos arenosos por tener bajo contenido de finos y por presencia del nivel freático pueden presentar licuación en el momento de un evento sísmico Para cálculos de fuerzas a tracción el cono de arranque se considera en ($\theta/2$ = 12 -17 grados) con la vertical.	Para excavaciones de 2 a 3 m de profundidad se pueden realizar excavaciones manuales o mecánicas 3) No construí torres a una distancia menor de 30 m desde la orilla de los cuerpos de agua 3) Realizar la construcción del proyecto en época seca. 3) Realizar las excavaciones en el menor tiempo posible y entibar los cortes mediante elementos de apoyo entre estos. 3) Se recomienda cimentar las torres a una profundidad entre 2.50 - 3.00 m. 3) Disponer de equipos para evacuar el agua del fondo de la excavación 3) Los materiales producto de la excavación pueden ser utilizados para rellenos, debidamente compactados, previo retiro de las capas vegetales y materia orgánica.		
Z40C	K184+600 - K197+400 K197+900 - K217+600 K231+900 - K252+700		Altillanura Disectada Colinas	De origen Estructural-Denudacional que corresponde a un paisaje de altillanura, donde la topografía es colinada con suaves ondulaciones, en muchas ocasiones concordantes, con pendientes entre 10° - 30°. Esta morfología muestra una madurez avanzada en el proceso de la denudación. Hacia el sector del río Planas se presenta una morfología más madura con valles más amplios y colinas más suavizadas. Se configuran además cerros aislados. En este caso la superficie dominante es ondulada pero se presentan algunas geomorfos residuales aisladas como mesas o butes.	Constituido por Arenas arcilomiosas de grano medio a fino y Arcillas arenosas con una coraza ferruginosa con espesores de hasta 70 cm	1) PH en agua Destilada: 4,50-5,60 2) PH en solución de cloruro de calcio: 3,92-4,48	La pendientes tienen un valor medio con materiales incoherentes en los niveles superiores y en su mayoría presentan vegetación de pastos. Susceptibilidad a FRM media	Presenta escorrentimiento superficial difuso con truncamiento de suelos y escorrentimiento concentrado con la formación de surcos y cárcaves. Del mismo modo una profundización de los drenajes, con un arrastre de los materiales. Susceptibilidad alta.	Pendientes medias con anegabilidad baja	Para la caracterización geotécnica de las colinas de la altillanura disectada, se tuvieron en cuenta las perforaciones P64, P65, P68, P69, P70, P71, P72, P78, P80. Los materiales de las colinas están más consolidados que los de las valles. El perfil geotécnico promedio se define: Nivel 1) 0.0 - 6.0 m: Arcilla limosa con algo de arena, de consistencia blanda a muy firme. N(SPT) de 3 a 58 golpes/pie. Su=14 a 278 kPa. La resistencia de los materiales aumentan con la profundidad. Durante la realización de las perforaciones no se encontró nivel freático.	La capacidad de soporte dependerá de la geometría del cimiento, la profundidad de desplante y la ubicación de la cimentación si es en el valle o cima de las colinas. Para zapatas cuadradas con lado (1,5-5,0 m) se espera una capacidad portante admisible de: 1) Df (2.0 m): 0.9 a 1.16 kg/cm2. 2) Df (2.5 m): 1.18 a 1.36 kg/cm2. 3) Df (3.0 m): 1.43 a 1.56 kg/cm2. Se recomienda que la profundidad de cimentación sea del orden de 3.0 metros para evitar que la erosión y posibles fenómenos de remoción en masa afecten la cimentación. Para cálculos de fuerzas a tracción el cono de arranque se considera en ($\theta/2$ = 12 -18 grados) con la vertical.	Para excavaciones de 2 a 3 m de profundidad se pueden realizar excavaciones manuales o mecánicas 3) En lo posible realizar la construcción del proyecto en época seca. 3) Realizar las excavaciones en el menor tiempo posible y entibar los cortes mediante elementos de apoyo entre estos. 3) Se recomienda cimentar las torres a una profundidad mayor o igual a 3.00 m o al superar el nivel de arenas limosas que presentan comportamiento geotécnico pobre. 3) Disponer de equipos para evacuar el agua del fondo de la excavación 3) Se recomienda obras de control de escorrentía superficial para evitar procesos erosivos que puedan generar cárcavamiento y fenómenos de remoción en masa 3) Los materiales producto de la excavación pueden ser utilizados para rellenos, debidamente compactados, previo retiro de las capas vegetales y materia orgánica. 3) Inmediatamente después de rellenar la excavación se debe proceder a reestabilizar el área intervenida para evitar focos de erosión.		
Z38	K217+600 - K231+900		Penillanura de Lomas y suaves inclinaciones	Corresponde a una geomorfa de origen Estructural-Denudacional con un paisaje de altillanura, de topografía plana casi uniforme, con ligeras desnivelaciones que dan geomorfos de lomas y suaves inclinaciones, cuyas pendientes son 3° - 10°. Esta morfología indica una madurez muy avanzada en su etapa de disecación, en donde se reducen los niveles interfluviales y se redondean aún más las superficies. Configura un modelado de drenaje dendrítico de baja densidad.	Conformado superficialmente por niveles de arcilla arenosa con intercalaciones de arenas limo-arcillosas de grano medio a fino con tonos rojos	1) PH en agua Destilada: 5,41 2) PH en solución de cloruro de calcio: 4,14	Por tener pendientes bajas la susceptibilidad a Fenómenos de Remoción en Masa es Baja. En el escarpe de la margen derecha del Río Meta, se presentan deslizamientos asociados a la socavación lateral y de fondo del Río sobre la base de los taludes.	En zonas sin cobertura vegetal pueden presentarse Escorrentía difusa con truncamiento de suelos y en algunos sectores formación de surcos. Adicionalmente se puede presentar erosión Eólica. La susceptibilidad a erosión se considera media	Pendientes bajas, patrón de drenaje dendrítico por lo cual tendría una anegabilidad baja	Para la caracterización geotécnica se tuvo en cuenta las perforaciones P73, P74y P75. El perfil geotécnico promedio se define como: Nivel 1) 0.0 - 2.5 m: Arenas arcillosas y limosas (SM-SC) de densidad muy suelta a suelta , N(SPT) de 1 a 9 golpes/pie y ϕ =23 a 27 grados. En el sector del K219+000 se presentan un estrato de arcillas de baja compresibilidad de consistencia muy limosa a dura, N(SPT) de 16 a 42 golpes/pie y ϕ =31 grados. Sur=77-202 Nivel 2) 2.5 - 6.0 m: Arena algo limo arcillosa de grano de color habano, algo de densidad muy suelta a media, N(SPT) de 1 a 19 golpes/pie y ϕ =23 a 30 grados Durante las perforaciones no se detectó Nivel Freático	La capacidad de soporte dependerá de la geometría del cimiento y la profundidad de desplante. Para zapatas cuadradas con lado (1,5-5,0 m) se espera una capacidad portante admisible de: 1) Df (2.0 m): 1.1 a 1.36 kg/cm2. 2) Df (2.5 m): 1.33 a 1.56 kg/cm2. 3) Df (3.0 m): 1.62 a 1.79 kg/cm2. Se recomienda hacer la cimentación a una profundidad mayor o igual a 2.5 m para encontrar materiales competentes. De acuerdo con los registros la resistencia de los materiales aumenta con la profundidad. Superficialmente presentan un ablandamiento por humedecimiento de agua superficial. Es posible que por el alto contenido de arenas sea necesario utilizar entibados para garantizar al estabilidad de las excavaciones. Los estratos arenosos presentan densidad baja y pueden presentar niveles freáticos por lo que durante un evento sísmico existe la posibilidad de licuación de los estratos arenosos. Para cálculos de fuerzas a tracción el cono de arranque se considera en ($\theta/2$ = 12 -15 grados) con la vertical.	Para excavaciones de 2 a 3 m de profundidad se pueden realizar excavaciones manuales o mecánicas 3) En lo posible realizar la construcción del proyecto en época seca. 3) Realizar las excavaciones en el menor tiempo posible y entibar los cortes mediante elementos de apoyo entre estos. 3) Se recomienda cimentar las torres a una profundidad mayor o igual a 2.50 m. 3) Disponer de equipos para evacuar el agua del fondo de la excavación 3) Los materiales producto de la excavación pueden ser utilizados para rellenos, debidamente compactados, previo retiro de las capas vegetales y materia orgánica.		
Z39A	K172+400 - K172 + 640 K173+080 - K173+400 K180+800 - K190+000 Caño Sillatana K184+500 - K184+200 Caño Danubio K205+400 - K205+600 Caño Cochinita K209+600 - K209+800 K210+800 - K211+600 Caño Piri K219+500 - K220+000 Caño Cajá K222+200 - K222+500 K223+000 - K223+500 K232+600 - K232+800 K233+500 - K233+900 K238+900 - K241+200 Caño Rubiales Caños Secundarios, Menores y Morichales		Vallecitos Colado-Aluviales de patrón Dendrítico	De origen deposicional, corresponde a un paisaje de valle en donde la topografía es plana con microrelieve plano-concavo y pendientes de 0°-3°, los bordes son cóncavos y taludes inclinados, formando fajas angostas y alargadas. Configura un modelado de drenaje dendrítico.	Mezcla heterogénea de materiales constituida superficialmente por material orgánico y en profundidad por sedimentos mixtos de texturas moderadamente gruesas a finas entre limos y arcillas.	1) PH en agua Destilada: 5,61 2) PH en solución de cloruro de calcio: 3,92	Tienen una pendiente baja y su susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa es baja	Están asociados generalmente a cuerpos de agua con velocidad baja y por el contenido de humedad presentan bastante vegetación. La susceptibilidad a la erosión es baja.	Pendientes bajas, contruidos por materiales arcillo limosos y asociados a cuerpos de agua por lo que la anegabilidad de esta unidad es alta.	Para la caracterización geotécnica se tuvo en cuenta las perforaciones P62 y P76. El perfil geotécnico promedio se define: Nivel 1) 0.0 - 6.0 m: Arcillas limosa de baja compresibilidad, plasticidad alta a media media y consistencia muy blanda, N(SPT) de 1 -2 golpes/pie, Su = 8 kPa, ϕ = 23 grados. Durante las perforaciones no se detectó nivel freático. Esta unidad está asociada en su mayoría a cuerpos de agua (caños secundarios, menores y morichales) por lo que se presenta ablandamiento por humedecimiento de los materiales. Para cálculos de fuerzas a tracción el cono de arranque se considera en ($\theta/2$ = 12 grados) con la vertical.	La capacidad de soporte dependerá de la geometría del cimiento y la profundidad de desplante. Para zapatas cuadradas con lado (1,5-5,0 m) se espera una capacidad portante admisible de: 1) Df (2.0 m): 0.17 a 0.20kg/cm2. 2) Df (2.5 m): 0.19 a 0.22 kg/cm2. 3) Df (3.0 m): 0.21 a 0.25 kg/cm2. Estos materiales presentan una baja capacidad portante por el reblandecimiento de los materiales por humedecimiento. En el caso de hacer la cimentación en estas unidades, posiblemente sea necesario la utilización de cimentación profundas. Para cálculos de fuerzas a tracción el cono de arranque se considera en ($\theta/2$ = 12 grados) con la vertical.	Para excavaciones de 2 a 3 m de profundidad se pueden realizar excavaciones manuales o mecánicas 3) No construí torres a una distancia menor de 30 m desde la orilla de los cuerpos de agua 3) Realizar la construcción del proyecto en época seca. 3) Realizar las excavaciones en el menor tiempo posible y entibar los cortes mediante elementos de apoyo entre estos. 3) Se recomienda cimentar las torres a una profundidad entre 2.50 - 3.00 m. 3) Disponer de equipos para evacuar el agua del fondo de la excavación 3) Los materiales producto de la excavación pueden ser utilizados para rellenos, debidamente compactados, previo retiro de las capas vegetales y orgánicas.		
Nota 1: El absciso utilizado corresponde a la Alternativa 1 del Diseño Ambiental de Alternativas (DAA). Se harán los ajustes de las abscisas al tener el trazado final de la línea eléctrica Nota 2: Los perfiles geotécnicos y cálculos presentados en esta tabla, se obtuvieron a partir de las perforaciones realizadas cada 3 kms por Geogeneriella S.A en el mes de Julio de 2010. Por lo tanto se deben considerar como cálculos preliminares y en ningún momento se deben tomar como datos de diseño definitivo. Para lo cual se recomienda hacer una perforación en cada torre y realizar los cálculos respectivos.														

Nota 1. El abscisado utilizado corresponde a la Alternativa 1 del Diseño Ambiental de Alternativas (DAA). Se harán los ajustes de las abscisas al tener el trazado final de la línea eléctrica.
Nota 2. Los perfiles geotécnicos y cálculos presentados en esta tabla, se obtuvieron a partir de las perforaciones realizadas cada 3 kms por Georingenia S.A en el mes de Julio de 2010. Por lo tanto se deben considerar como cálculos preliminares y en ningún momento se deben tomar como datos de diseño definitivo. Para lo cual se recomienda hacer una perforación en cada torre y realizar los cálculos respectivos.

El impacto escénico se enfocó en el paisaje visual, que define la susceptibilidad del territorio ante las actividades que implican las obras del proyecto y su incidencia en las costumbres de la región. El paisaje visual se fundamenta en la calidad y la fragilidad visual, la primera, hace referencia a los valores estéticos que caracterizan un determinado territorio, se valora teniendo en consideración los siguientes aspectos: complejidad estructural y florística de la cobertura vegetal, grado de intervención asociado al uso del suelo y presencia de cursos de agua. La fragilidad visual hace referencia a la susceptibilidad del territorio ante una acción determinada que se ejerza sobre él; se considera expresión del deterioro que experimenta y se opone al concepto de capacidad de absorción visual.

3.2.10.2 METODOLOGÍA

♦ RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN TEMÁTICA EXISTENTE PARA EL ÁREA DEL PROYECTO

Se recopiló y revisó la información cartográfica y documental necesaria para la definición de las unidades de paisaje, específicamente Geomorfología y Cobertura - Uso del Suelo, que forman parte de la Línea Base Ambiental.

♦ SELECCIÓN DE VARIABLES DE IMPORTANCIA AMBIENTAL Y VISUAL

La selección de variables se determinó considerando los rasgos que confieren mayor peso, en términos de calidad y fragilidad visual, teniendo en cuenta las características específicas del área del proyecto.

♦ DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN INTEGRADA DE LAS UNIDADES DE PAISAJE ECOLÓGICO

Con base en las variables seleccionadas, se identificaron y delimitaron áreas ambientalmente homogéneas y a partir de éstas se definieron de manera sistémica, las unidades de paisaje ecológico para el área de influencia directa del proyecto.

♦ DEFINICIÓN Y VALORACIÓN DEL PAISAJE VISUAL

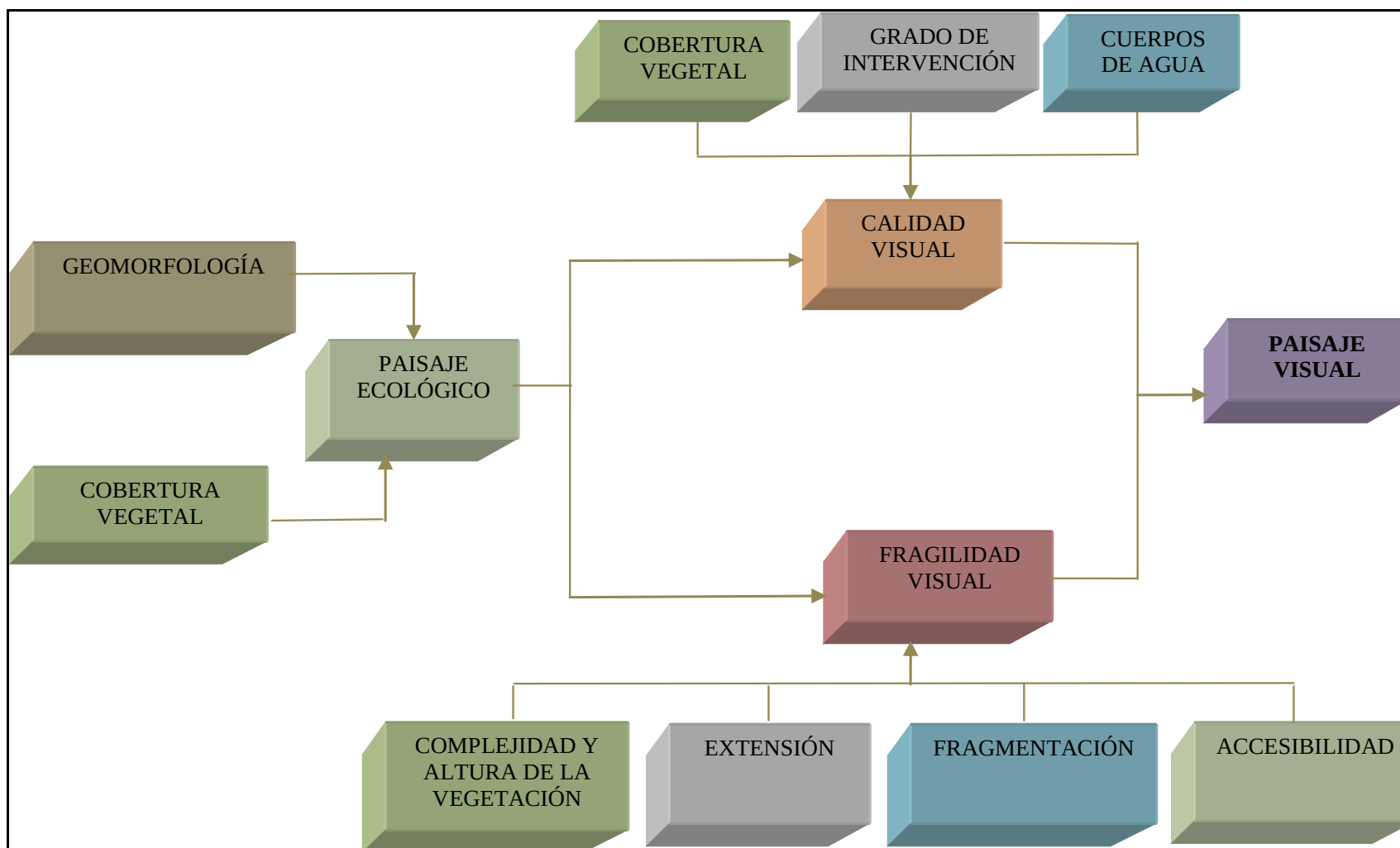
La valoración de la calidad visual se efectuó utilizando criterios de tipo ecológico y estético: complejidad estructural y florística de la vegetación, uso del suelo, grado de intervención y presencia de cursos de agua.

Las coberturas con mayor grado de estructuración y riqueza florística se incluyeron entre las de mayor calidad visual y las menos estructuradas, tuvieron la valoración más baja. La presencia de cuerpos de agua en términos de cursos principales, caños menores y áreas susceptibles a inundación, constituyó otra de las variables consideradas. El grado de intervención se valoró en relación inversa a la calidad visual.

La fragilidad se evaluó a partir de la complejidad estructural y altura de la vegetación, la extensión de la unidad paisajística, el grado de fragmentación y la accesibilidad. La altura de la vegetación se consideró en términos de la capacidad de camuflaje ante las obras del proyecto, puesto que las coberturas más estructuradas y con un componente vegetal de mayor altura presentan mayor capacidad de camuflaje que las de menor altura. Desde la perspectiva de manifestación visual, presentan mayor impacto las obras que se realizan en las unidades menos extensas y con mayor grado de fragmentación. La metodología general empleada se presenta en la **FIGURA 3.132**.

En la **FIGURA 3.133**. Se presenta el Paisaje Visual.

En la **FIGURA 3.134**. Se presenta el Paisaje Ecológico.

FIGURA 3.132 APLICACIÓN SIG PARA EL ANÁLISIS DEL PAISAJE

Fuente: Grupo de trabajo Geoingeniería S.A., 2010

FIGURA 3.133 PAISAJE VISUAL

FIGURA 3.134 PAISAJE ECOLÓGICO

3.2.10.3 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE PAISAJE POR SECTOR

◆ SECTOR SUBESTACIÓN CHIVOR –RÍO UPIÁ

PAISAJE ECOLÓGICO

En este sector se identificaron 70 unidades de paisaje ecológico correspondientes a unidades geomorfológicas de espinazos, crestas y crestones, terrazas, colinas y valles aluviales y unidades de cobertura vegetal de bosques de tierra firme y pastos limpios.

Sobre paisajes de montaña como espinazos, crestas y crestones se encuentran principalmente bosques de tierra firme (ES-PBatf, ES-PBdtf, CC-PBatf, CC-PBdtf), debido a que por su fuerte pendiente y difícil acceso estas coberturas no han sufrido los procesos de fragmentación (**FOTOGRAFÍA 3.85**). Esto ha permitido conservar estos paisajes y reconocerlos como ecosistemas estratégicos de importancia ambiental para la comunidad.



FOTOGRAFÍA 3.85
UNIDAD DE PAISAJE ES-PBATF. SAN LUIS DE GACENO

Fuente: Grupo G.I 2010.

Sin embargo, sobre estos paisajes de montaña, también se encuentran coberturas de pastos y mosaicos con espacios naturales que evidencian los efectos que ha producido el cambio de cobertura vegetal sobre el suelo.

Sobre las colinas y escarpes, que tienen pendientes menos fuertes, se presentan coberturas de pastos limpios y mosaicos (CLD-CPI, CLD-CMsce, EB-TPI), las cuales son destinadas principalmente para ganadería. También se presentan coberturas de bosques y vegetación secundaria, pero en menor proporción y corresponden a pequeños fragmentos que quedan después de los procesos colonizadores (**FOTOGRAFÍA 3.86**).

Sobre las terrazas y valles aluviales de las principales quebradas y ríos, la comunidad ha aprovechado las bajas pendientes y cierta fertilidad de los suelos para establecer coberturas de pastos limpios destinados a la ganadería (TASPI, VAPI).

PAISAJE VISUAL

Se establecieron cuatro categorías de calidad visual y cuatro categorías de fragilidad visual, (muy alta, alta, media, baja), cuya valoración se expresa en la **TABLA 3.99**. A partir de estas categorías, se definieron 16 unidades de paisaje visual (Figura 3.132 de Paisaje Visual).



FOTOGRAFÍA 3.86
UNIDAD DE PAISAJE CLD-CPL. SAN LUIS DE GACENO
Fuente: Grupo G.I 2010.

TABLA 3.99 UNIDADES DE PAISAJE VISUAL

CALIDAD VISUAL	FRAGILIDAD VISUAL			
	Muy Alta	Alta	Media	Baja
MUY ALTA	PC1F1	PC1F2	PC1F3	PC1F4
	EBT-SBdtf ESP-PBdtf	CC-PBdtf CC-HBdtf LDB-CBdtf CC-CPBdtf		
ALTA	PC2F1	PC2F2	PC2F3	PC2F4
	LDBatf TAS-MBatf CLD-CBatf EBT-SBatf EBT-SVS	CC-PBatf CC-HBatf TAS-MVs CLD-CVs CC-CPBatf CTVs EBCVs ESP-PBatf ESP-PVs EE-BEBatf EE-BEVs	CC-PVs CC-HVs VABatf VAVs LDVs TARBatf TAS-ABatf CC-CPVs LLA-DB-TVs	TARVs TAS-AVs
MEDIA	PC3F1	PC3F2	PC3F3	PC3F4
	EBT-SMscpe	TARMscpe TAS-AMscpe TAS-MMscpe CLD-CMscpe CC-CPMscpe ESP-PMscpe	CC-PMscpe CC-HMscpe VAMscpe LDMscpe EE-BEMscpe	VAR LLA-DB-TR
BAJA	PC4F1	PC4F2	PC4F3	P43F4
		CC-PPe EBT-SPI	CC-PPI CC-PZu CC-HPe CC-HZi LDPI TARPI CLD-CPI CTPI EBCPI ESP-PPI LLA-DB-TPI	CC-HPI VAPI EBT-RPI TAS-API TAS-BPI TAS-MPI CC-CPPI EE-BEPI

Fuente: Grupo G.I 2010

En términos generales, las unidades que presentan mayor calidad visual están relacionadas con coberturas boscosas, en donde la complejidad ecológica es mayor, el grado de intervención es baja y están asociadas a cuerpos de agua como quebradas, como son los bosques de tierra firme y vegetación secundaria que se ubican sobre valles crestas, espinazos, terrazas y colinas (EBT-SBdtf, CC-HBdtf, TAS-MVs), y unidades ecológicas ubicadas sobre terrazas aluviales y colinas con coberturas de mosaicos de espacios naturales (TARMscpe, VAMscpe), tienen una calidad visual media porque tienden a estar muy intervenidas, su complejidad ecológica es media y su asociación con cuerpos de agua es baja. Las unidades ecológicas con menor calidad visual son las que están asociadas a pastos limpios (CC-PPI), ya que la actividad de ganadería ha transformado completamente el paisaje, principalmente en los ecosistemas andinos, reduciendo su complejidad ecológica por la alta intervención.

Con respecto a la fragilidad visual, las unidades paisajísticas con mayor grado de susceptibilidad (Fragilidad visual muy alta y alta), se presentan en terrazas aluviales, laderas y crestas con coberturas de bosques y mosaicos, que presentan una alta accesibilidad y baja extensión.

En las unidades paisajísticas con fragilidad visual media se encuentra aquellas que tienen una media fragmentación y una accesibilidad media, representadas en coberturas de bosques abiertas y vegetación secundaria sobre crestas y terrazas. La fragilidad visual baja está representada por aquellas unidades que tienen una baja complejidad estructural como pastos limpios que se desarrollan sobre crestones y espinazos.

3.2.10.4 VALORACIÓN SOCIAL DEL PAISAJE

Adicionalmente al paisaje ecológico y visual, se buscó relacionar los tipos de asociaciones de paisaje e identificar cuáles eran los puntos críticos desde la visión de la comunidad en cuanto a la relación entre la transformación del paisaje, el uso de los recursos naturales y los modelos de sustento económico desarrollados en estas zonas.

La valoración social del paisaje visual en términos temporales, ofrece una visión histórica del paisaje y permite identificar aquellas áreas con un valor futuro alto, el cual está relacionado con la importancia ecoturística principalmente, debido a que son áreas que por su potencial biótico y paisajístico ofrecen oportunidades de turismo.

A través de métodos participativos, la comunidad estableció un valor de uso cualitativo de la importancia histórica, un valor de uso presente y un valor de uso futuro del paisaje visual. Se trabajó con mapas parlantes, mapas sociales, encuestas y entrevistas semi-estructuradas, los cuales brindaron la posibilidad de intercambiar la información necesaria con la comunidad para la obtención de la información (**FOTOGRAFÍA 3.87**).

VALOR DE USO HISTÓRICO

El valor de uso histórico está relacionado con la historia de la ocupación del territorio, en donde sobresalen aquellos paisajes boscosos que han sido conservados con el tiempo, presentando un alto valor para la comunidad por su importancia ambiental en la conservación y protección de recursos biológicos. Valores altos de uso histórico están representados por paisajes visuales con una calidad visual alta y una fragilidad alta con coberturas de bosques de tierra firme sobre crestones y espinazos (PC1F2, PC2F2, PC2F3, PC4F2).

VALOR DE USO PRESENTE

El valor de uso presente está relacionado con uso actual del paisaje, el cual consideró la percepción actual que la comunidad tiene sobre estos, principalmente por las posibilidades de trabajo o de tránsito que ofrecen y por el alto valor de conservación que representan algunas coberturas de bosque denso y paisajes de río, principalmente del Lengupá y Upía (PC3F4, PC1F2).



FOTOGRAFÍA 3.87

TALLER DE VALORACIÓN DE PAISAJES VISUAL SAN LUIS DE GACENO,
BOYACA

Fuente: Grupo G.I 2010

VALOR DE USO FUTURO

El valor de uso futuro relaciona la percepción que tiene la comunidad, especialmente las generaciones futuras, sobre el uso que quieren dar en un largo plazo a su territorio. Esta se enfoca principalmente al aprovechamiento de la oferta ambiental de los paisajes para generar y potencializar actividades turísticas en la región (ver **PLANO EIA LECH-RU 19**).

En este sentido, valores altos de uso futuro están en aquellas unidades de paisaje con coberturas de bosque o vegetación secundaria, con un alto grado de conservación, con una alta calidad visual y alta fragilidad, las cuales la comunidad considera que pueden desarrollarse actividades ecoturísticas gracias la amplia diversidad de flora y fauna, especialmente cerca a las fuentes de agua (PC2F2, PC2F3, PC1F2, PC4F3).

Valores de uso medio o bajo se encuentran en unidades de paisaje con una calidad visual y fragilidad baja como son las coberturas de mosaicos, pastos limpios o bosques con alto grado de intervención, en las cuales la comunidad considera que tienen un alto valor paisajístico pero que están destinadas a actividades productivas por lo que no podrían desarrollarse actividades ecoturísticas (PC3F3, PC4F2, PC4F4).

RESUMEN VALORACIÓN DE USO POR VEREDA

En las **TABLAS 3.100 A 3.113** se sintetiza la valoración de uso por tipo de paisaje visual y paisaje ecológico en las veredas Calichana, Arrayanes Alto, Arrayanes Bajo, De Planadas, San Agustín, El Carmen, La Dorada, El Cairo, San Rafael, San José del Chuy: sector El Tesoro, San José del Chuy, Guichirales, Piñuela y La Colonia (**ANEXO D-3**).

TABLA 3.100 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA CALICHANA

Paisaje ecológico	Paisaje visual	Valoración social		
		Histórica	Presente	Futura
CC-PBdtf CC-HBdtf	PC1F2	La percepción de la comunidad de esta zona, indica que la cantidad de área boscosa era significativamente más alta. Los principales usos eran la extracción de madera fina para, cercas, vigas y totalones o simplemente para su comercialización, entre estas especies maderables estaban: el cedro, amarillo, moino y aceituno (Simarouba amara). Con respecto a los animales había en mayor cantidad y diversidad. Se tenía mayor conocimiento acerca de los usos tradicionales de las plantas. Debido a lo anterior la comunidad le dio un valor de uso alto a esta cobertura, viéndose esto confirmado por el punto azul que se refiere a alta importancia ecológica y de trabajo.	El tránsito por esta zona se realiza generalmente porque es un paso obligado para poder asistir al trabajo e ir de una vereda a otra, debido a esto se le dio un valor de uso medio. El bosque sigue presente pero en menor cantidad, se presentan animales como: Guagua aunque este es dañino porque se come sementeras (yuca y fruta), puercoespín, erizo, armadillos, faras (también conocido como chucha y rapipelao) estos son para consumo humano. Hay Zorro pero se comen las gallinas al igual que los guivos. Abunda la culebra y los micos, se encuentran muchos pajaritos como canario, azulejo, pavas, tucanes, águilas, chulos, garrapateros, Garzas (estas le quitan las garrapatas al ganado), mariposas especialmente en verano, también hay arrendajos, se trata de cuidar mucho estas especies de aves.	Hay un potencial turístico alto en la zona, gracias a la amplia diversidad de flora y fauna, especialmente cerca a las fuentes de agua. Son comunidades con alto grado de conciencia con respecto a lo que representa el cuidado de sus recursos, especialmente el agua y el suelo para evitar la erosión, por lo que se le da una valoración alta a la conservación del paisaje.
CC-HVs	PC2F3	La transformación del paisaje se debió principalmente a procesos antrópicos como tala y quema del bosque para abrir potrero y sembrar diversos cultivos. Los bosques de galería se conservaron un poco más, gracias a su cercanía con los cuerpos de agua. Los suelos eran más fértiles y con mayor cantidad de nutrientes. La historia de este paisaje le da un valor de uso histórico alto siendo esto representado en el mapa parlante por la comunidad.	La frecuencia con la que la comunidad transita por su vereda en este paisaje es media, en algunos casos se realiza por caminos reales, pero generalmente es para descanso cerca a la quebrada. Se han tratado de dejar reservas de bosque en fincas privadas para cuidar nacedores de agua. Se cocina con leña que trae el río aunque los cursos de agua han disminuido por la tala. La población joven esta emigrando a otras zonas del país, los pobladores se están trasladando del monte a la vía.	Se ha generado una conciencia colectiva por la conservación de los bosques, especialmente por el agua y para evitar deslizamientos y derrumbes en las laderas. Esto le da una valoración alta, pues la comunidad quiere proteger sus propios recursos para hacer uso de ellos en un futuro.
CC-HMscape	PC3F3	Los mosaicos que conforman este paisaje se componen principalmente de herbazales que se regeneran naturalmente después de talas y quemas para abrir potreros para el ganado, también conforman estos mosaicos arboles aislados y áreas pequeñas pastos limpios. La comunidad pondero para esta zona un valor de uso histórico medio	En las áreas pequeñas de pastos limpios y herbazales se tiene ganado de doble propósito (Leche y carne), en las cuales también se dejan algunos árboles para sombrío. Debido a que es una cobertura destinada para la economía local la frecuencia de transito es valorada como alta, la comunidad accede a la zona netamente por asuntos de trabajo.	Desarrollar mejores estrategias de manejo de suelos, para optimizar sus características físicas y químicas que se han visto paliadas por años consecutivos de mal uso, un ejemplo de esto es el aumento de la plaga del pasto llamada Mion que ha desmejorado la calidad del mismo. No existe un potencial turístico para esta zona.
VAR	PC3F4	La comunidad le procuro un valor de uso histórico medio a este paisaje que se genero por procesos naturales, pues dependiendo de las crecientes en invierno y las sequías en verano se modifica el cauce. La vegetación circundante a este paisaje son herbazales y zonas de pastoreo, utilizadas para recreación; especialmente las orillas y para ganado en los pastos y herbazales.	La frecuencia de transito que la comunidad dio a este paisaje es media, generalmente es zona de descanso (en verano) y ciertas personas cocinan con leña que trae el río, aunque los cursos de agua han disminuido por la tala.	Hay un potencial turístico alto en la zona, gracias a un proyecto de canotaje en el río Lengupá, está proyectado como un sitio eco-turístico para comer y disfrutar en las orillas de este afluente, lo cual motivaría a la población para que no emigre a otros sitios
TARPI	PC4F3	El cambio visual y ecológico de este paisaje se debió principalmente a la tala del bosque para abrir potrero y sembrar cultivos, el ganado desgasto el suelo por sobrepastoreo, lo cual genero un valor de uso histórico medio para esta cobertura.	La frecuencia de transito por este sitio es alta debido a que es una zona de alto desarrollo económico, por lo que la comunidad se moviliza debido únicamente al trabajo Se tienen zootecnia de pollos, peces, cerdos y lapa, esta ultima en la escuela. Se producen productos derivados de la leche como queso y chicharronas de cuajada, que se distribuyen en los pueblos vecinos de Monterrey, Santa María y San Luis de Gaceno	El potencial turístico de este paisaje es nulo, debido a que no posee atractivos visuales. Se espera Tener buena producción y distribuir en más lugares los productos obtenidos, así mismo se quiere desarrollar medidas de manejo para aumentar la productividad del suelo. Hay preocupación por el rompimiento del cable y quema de pastos.
CC-HPI	PC4F4	Toda la comunidad coincide en afirmar que anteriormente no había tanto pasto ni cultivos sino mas área boscosa, el suelo era más fértil, por lo tanto los pastos y cultivos eran de mejor calidad. A pesar de los malos manejos los pobladores calificaron el uso histórico de esta zona como alto, ya que el uso es netamente comercial y genera ingresos.	Como es una zona de trabajo la frecuencia de paso es alta, los cultivos predominantes son los de plátano, yuca y maíz. Se encuentran también cítricos como la mandarina. Debido a las inadecuadas estrategias de manejo de los suelos, los pasto tienen una plaga llamada Mion y las heladas afectan la productividad del ganado.	La comunidad no encontró ningún potencial turístico en esta zona, dedicada específicamente a la producción de bienes. Se espera tener amplios cultivos de cacao porque hay una asociación para cultivar este fruto. Por lo cual se dio una importancia alta a la conservación y mejoramiento de los suelos de esta zona.

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.101 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA ARRAYANES ALTO

Paisaje ecológico	Paisaje visual	Valoración social		
		Histórica	Presente	Futura
EE-BEVs EE-BEBatf	PC2F2	La mayoría de los pobladores coinciden en afirmar que en un principio se encontraba mucho mas bosque, pero debido a actividades agrícolas los pobladores talaron para desarrollar tal actividad económica, el suelo se uso para este fin por cierto tiempo hasta que se dejo en descanso, desarrollándose nuevamente vegetación boscosa. Sumándole a lo anterior se han presentado varios incendios forestales naturales, inducidos por el cambio climático y los fuertes veranos. Debido a lo anteriormente expuesto la comunidad le dio un valor de uso histórico alto.	Esta zona es paso obligado de la población, la movilización se desarrolla por caminos reales o veredales y se le dio un valor de uso medio. El bosque ha aumentado porque hay control por parte de las autoridades competentes lo cual es importante por el agua y para que sostenga la tierra, pues en zona de peñascos se derrumbaría y erosionaría. Se encuentran maderas finas como cedro, aceituno (Simarouba amara), cucharo, oloroso, bálsamo y diomate (para minas) aunque la mayoría son escasos. Los animales más comunes son la lapa, venados y cachicamos.	La conservación del paisaje juega un papel importante en la comunidad de esta vereda, especialmente en el paisaje de bosque y vegetación secundaria, esto debido a los múltiples nacimientos de agua y a la protección del suelo y subsuelo que los arboles brindan. El potencial turístico es bajo, debido a la falta de vías de acceso, lo que impide un fluido desarrollo de esta actividad.
EE-BEMscoe	PC3F3	La transformación de este paisaje ha ocurrido debido a la tala del bosque en ciertos sectores, en los cuales después por regeneración natural se formaron herbazales y matorrales. Se ha abierto potrero para ganado y han ocurrido incendios forestales naturales, lo cual compone un sector muy heterogéneo y altamente intervenido. La comunidad valoro este sector como de medio valor histórico de uso.	El tránsito por esta zona es debido principalmente al trabajo, dándosele una valoración alta. Uno de los usos actuales predominantes es el dendroenergetico, pues la mayoría de la comunidad cocina con leña, una de las especies más usadas para este fin es el yopo (Anadenanthera peregrina), que también es usado para vigas y botalones, las especies usadas para aumentar fertilidad del suelo y cuidar el agua son; nogal cafetero, higuieron y guadua.	El Potencial turístico de esta zona es bajo, pues debido a su alta intervención no tiene una calidad visual alta. En cuanto a la red eléctrica se tiene miedo por tala y disminución de fuentes de agua, también disminución de fauna. El grado de conservación de este paisaje para un futuro fue alto, especialmente en lo referido a los suelos y su fertilidad, además de la protección de los cursos de agua que lo componen.
VAR	PC3F4	Fue una unidad de paisaje que no tuvo mucha intervención, se formo de manera natural, modificándose de acuerdo al caudal del rio, lo cual está directamente relacionado con la época del año (época de lluvias o verano). Su uso histórico se relaciona con riegos y las zonas circundantes para recreación y ocasionalmente ganadería, debido a lo anterior obtuvo un alto valor.	La frecuencia de transito en media y se debe básicamente a descanso y ocasionalmente para acceder al trabajo. Actualmente sus principales usos son el recreativo y ocasionalmente la pesca, de sus aguas se riegan pastos y cultivos, la vegetación circundante no es muy exuberante, generalmente son herbazales y arbustos.	El potencial turístico de este paisaje es medio, pues aunque hay quebradas muy bonitas en la vereda no hay un fácil acceso a ellas. La conservación del paisaje es alta, pues el recurso hídrico es muy apreciado, en especial porque se está viendo su disminución.
EE-BEPI	PC4F4	La transformación de este paisaje se genero por intervenciones antrópicas como tala y quema del bosque para abrir potreros y cultivar. La comunidad en respuesta a lo anterior le dio un valor de uso histórico medio.	Es una zona netamente de desarrollo económico por lo cual el motivo del tránsito en esta parte por parte de la comunidad es para acceder al trabajo y la frecuencia es alta. Los cultivos predominantes son maíz y yuca. Con respecto a los pastos se han visto desmejorados por las heladas el Mion y la Salidilla, lo cual ha disminuido la producción del ganado que es de doble propósito. Hay sobrepastoreo en potreros y baja calidad del suelo.	La percepción que posee la comunidad acerca de los pastos limpios y zonas de cultivos, es una percepción netamente económica, debido a lo anterior se manifestó una preocupación alta por implementar buenas estrategias de manejo para el mejoramiento, recuperación y conservación de estos suelos.

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.102 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA ARRAYANES BAJO

Paisaje ecológico	Paisaje visual	Valoración social		
		Histórica	Presente	Futura
CLD-CBatf	PC2F1	Coincidiendo con otras comunidades del sector, los pobladores de esta vereda también afirman que la extensión de bosque era mayor antes y que ciertas especies de árboles ya no existen como lo son el anisillo y Diomate, con respecto a los animales se podía observar loros. Debido a lo anterior el valor de uso del paisaje es alto. La fragmentación del bosque se debió básicamente al advenimiento de la actividad ganadera como casi el único sustento económico de las familias de la zona, por lo que la comunidad comenzó a talar mucho bosque para abrir potrero.	La frecuencia de tránsito por esta zona fue alto, y el motivo general fue por descanso especialmente en épocas de verano. Esta zona es considerada por los pobladores como una cuenca hídrica, de la cual se saca mucha agua, los propietarios poseen reservas de bosques para proteger nacederos. Se protegen árboles nativos como el moino, cedro, pavo amarillo, arrayan.	Hay un alto potencial turístico por la gran cantidad de quebradas, fauna y flora. Es una zona con alta conciencia ecológica y de protección del paisaje, ven a los bosques como un ecosistema vulnerable y a la vez como uno de los ecosistemas que ofrece más servicios ambientales como la liberación de oxígeno para la capa de ozono, y la regulación del ciclo hidrológico.
EE-BEVs CLD-CVs	PC2F2	Los bosques secundarios se han formado por regeneración natural, han sido paisajes con alta intervención antrópica, especialmente para desarrollar actividades económicas como la ganadería. Los bosques de galería se conservaron un poco más para proteger cursos de agua. Uno de los principales usos del paisaje era y es la extracción de madera fina. Debido a los anteriores usos se le dio una valoración alta a los usos históricos del paisaje.	La frecuencia de tránsito por parte de la comunidad en esta zona fue medio, esto es debido principalmente a que son zonas de difícil acceso. Se usan especies como el yopo (Anadenanthera peregrina), pomaroso y moino para el uso dendroenergético (leña). Todavía se encuentran especies de animales como los micos, ardillas, osos perezosos, lapa, cachicamo y pava montañera. Existen plantaciones de pino, eucalipto y guamo.	El potencial turístico es alto, debido a que existe una gran cantidad de fauna, flora y quebradas cristalinas. En el transcurso de los talleres se pudo observar una gran cantidad de inquietudes acerca de los cambios en el paisaje que generaría el proyecto, entre los más sobresalientes están; la tala de bosques, disminución de agua, deslizamientos de tierras, alejamiento o traslado de animales silvestres. Con esto se pudo observar que la importancia que le da la comunidad a la conservación del paisaje en un futuro es alta.
TAS-ABatf	PC2F3	Aunque el área de esta unidad de paisaje es mínima en la vereda, su transformación está estrechamente relacionada a procesos antrópicos como tala y quema para extracción de madera y creación de potreros, la vegetación subsiguiente fue causa de regeneración natural. El uso del paisaje que le dio la población fue alto.	Debido a que la cobertura del paisaje es bosque secundario y de galería, se le dio un valor de frecuencia medio y el principal motivo para acceder a él es por descanso en épocas de verano y ocasionalmente trabajo, cuando se saca leña y madera.	Su potencial turístico es medio debido a la baja extensión del paisaje y a su difícil acceso. Se busca conservar, pues este paisaje alberga gran cantidad de fauna y flora, además de la regulación del ciclo hídrico.
CLD-CMsce	PC3F2	Estos mosaicos que se encuentran en colinas fueron altamente intervenidos, y su heterogeneidad corresponde a herbazales que se regeneraron naturalmente después de abrir parches de pastos para ganado con rocerías y quemas del bosque. A pesar del mal manejo la comunidad le dio un alto valor de uso histórico.	La frecuencia de tránsito que la comunidad le concedió a esta zona fue alta y se debe a que es paso obligado, pues por ella atraviesa un carretable.	El potencial turístico es bajo, pues no posee atractivos naturales ni patrimoniales. La conservación de este paisaje fue señalada por la comunidad como media, debido a que es una zona de desarrollo económico que ha desmejorado su calidad ecológica.
EBT-SPI	PC4F2	Esta es una cobertura de baja calidad ecológica, resultado de malas estrategias de manejo que terminaron en pastos enmalezados sin mucha productividad. La transformación se debió a la tala y quema del bosque para extracción de madera y creación de potreros para ganado y cultivos. Se le dio una valoración de alta para el uso del paisaje debido a que representa ingresos.	La frecuencia de tránsito es media y se debe principalmente a que caminos veredales y reales son usados para acceder a las zonas de trabajo.	Hay pisoteo por parte de personal lo cual agota los pastos; contaminación visual porque desmejora la calidad del paisaje. Las torres atraen electricidad y puede haber accidentes por rayos o descargas eléctricas. Puede haber contaminación auditiva por el cable y paso de electricidad.
TAS-API	PC4F4	Este paisaje se formó por repetidas intervenciones antrópicas como rocerías y quemas para abrir potrero para ganadería y cultivos. Uno de los cultivos más predominantes era el guanábano pero este ya no se da por enfermedades y falta de mantenimiento de la tierra. La valoración de uso histórico fue Alta, ya que es una zona netamente productiva y representa para ellos ingresos diarios.	La frecuencia de paso dado por la comunidad fue medio y el principal motivo es que es un paso obligado para acceder al trabajo. El pasto es muy importante económicamente por los ingresos que se obtienen de la ganadería, también hay cultivos relevantes como mandarina, naranja, yuca, plátano, arazá, coco y papaya. Los pastos han desmejorado su calidad, por aplicar estrategias de manejo inadecuadas (monocultivos y falta de rotación).	El potencial turístico es nulo, pues la calidad visual de esta cobertura no brinda atractivos para poder desarrollar esta actividad. El interés por la conservación de este paisaje es medio y la preocupación se concentra en los cambios que va a ocasionar la construcción de la línea eléctrica.

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.103 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA PLANADAS

Paisaje ecológico	Paisaje visual	Valoración social		
		Histórica	Presente	Futura
CC-HBdtf LDBdtf	PC1F2	El relato de la comunidad nos conduce a paisajes con exuberante fauna y flora, pero debido a una incorrecta intervención antrópica (talas y quemas no controladas) se disminuyó su proporción, específicamente hace dos años se presentaron quemas inducidas continuas para dejar crecer pastos para el ganado. El uso del paisaje que le dio la población fue alto.	La frecuencia de uso en esta cobertura fue valorada por la comunidad como alta y el motivo es descanso especialmente en verano, por caminos veredales. Hay parches de monte al lado de los ríos y nacimientos, estos se mantienen para la conservación del agua. Existen especies maderables como el amarillo y cedro cebollo pero en menor proporción. Uno de los animales más comunes es la lapa.	El potencial turístico es alto debido a las fuentes de agua y la alta biodiversidad. Existe una preocupación general por la red eléctrica pues en la etapa de construcción puede haber una afectación al suelo por movimientos de tierra, que provocarían posibles derrumbes que pueden afectar también los aljibes de agua. La importancia de la conservación futura del paisaje es alta, pues para ellos el bosque es el que regula el agua y brinda protección a los suelos.
LDVs CC-HVs	PC2F3	Esta cobertura compuesta por bosques secundarios y de galería, fue en un principio bosque primario, el cual albergaba especies maderables de alta comercialización como el cedro quebracha. La transformación se debió a la tala del bosque para cultivar, la cual tiempo después y por falta de uso se regeneró naturalmente. Se le dio un valor de uso histórico alto debido a lo anteriormente expuesto.	La frecuencia de tránsito está relacionada directamente con el uso actual, como es una zona de difícil acceso esta frecuencia tiene una valoración media, y se debe principalmente a descanso y trabajo.	El potencial turístico es alto debido a que esta cobertura está cerca al río y alberga fauna y flora nativa. Son de vital importancia para los pobladores de esta vereda las fuentes de agua, por lo que conservar los bosques que circundan ríos y quebradas es de fundamental, dándole a esta zona un valor de uso futuro alto.
CC-HMscape LDMscape	PC3F3	La transformación de este paisaje ha ocurrido debido a la tala del bosque en ciertos sectores, en los cuales después por regeneración natural se formaron herbazales y matorrales. Se usa ocasionalmente para que el ganado se alimente, aunque la calidad de los suelos ya no es la misma por el sobrepastoreo, La comunidad valoró este sector como de medio valor histórico de uso.	La frecuencia de uso en esta cobertura fue valorada por la comunidad como alta y el motivo principal es trabajo especialmente cuando se cambia al ganado de lugar o se ordeñan las vacas.	El potencial turístico de este paisaje fue valorado como medio, y la importancia que los pobladores le dan a conservar es alta debido a que es una zona destinada al ganado y se está viendo la disminución en la calidad de los suelos, actualmente se han tomado medidas como la reducción de las quemas pues estas desmejoran los suelos y lleva 5 años su recuperación.
VAR	PC3F4	La comunidad le dio un valor de uso histórico alto a este paisaje que se generó naturalmente, pues dependiendo de las crecientes en invierno y las sequías en verano se modifica el cauce. La vegetación circundante a este paisaje son herbazales y zonas de pastoreo, utilizadas para recreación; especialmente las orillas y para ganado en los pastos y herbazales.	La frecuencia de paso es alta en esta zona, y la comunidad lo hace generalmente por descanso y recreación especialmente en las orillas de los ríos, también se transita por trabajo pues se saca agua para riegos de cultivos y pastos cercanos.	Hay un potencial turístico alto, existe un festival llamado El Festival de la Playa, este se celebra en verano e inicio el año pasado (2009), las comunidades del municipio de Santa María acampan y realizan asados, además de disfrutar del río haciendo rafting con neumáticos. La importancia en el futuro para la conservación del paisaje es alta.
CC-HPI	PC4F4	Desde que esta zona era bosque primario se comenzó a rozar y quemar la cobertura vegetal, estas prácticas se efectuaron porque los pobladores sacaban madera y abrían potreros para pastos y cultivos, como un modelo económico local. La comunidad valoró este sector como alto debido al uso histórico que se le ha dado a este paisaje.	La frecuencia de tránsito es alta, se realiza por caminos veredales o pasos obligados y generalmente es para acceder a las zonas de trabajo. Los pastos sufren por el hiello y existe una plaga que mata la cepa y debilita esta cobertura. La leña se saca de los potreros de las fincas, comúnmente es el yopo (<i>Anadenanthera peregrina</i>). Existen cultivos de plátano, yuca, maíz, caña y ahuyama, son cultivos de pancoger; existen pequeñas plantaciones de cacao.	El potencial que los pobladores le dieron a esta zona es bajo, por ser netamente productiva. Con respecto a la importancia de la conservación del paisaje la comunidad adjudicó un valor Alto, pues se necesita calidad de suelos y aguas para obtener una buena producción.

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.104 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA SAN AGUSTÍN

Paisaje ecológico	Paisaje visual	Valoración social		
		Histórica	Presente	Futura
LDBdtf CC-HBdtf	PC1F2	Las comunidades asignaron a esta unidad de paisaje un valor de uso histórico alto debido a que las coberturas boscosas primarias aparte de proteger los nacimientos de agua proveían de madera y leña a la población. Existían especies de árboles maderables como el moino, el cedro quebracha, amarillo oloroso, aceituno (<i>Simarouba amara</i>), diomate y olivo. Las áreas de bosque empezaron a disminuir cuando se abrieron potreros para cultivos y ganadería.	La frecuencia de tránsito en esta zona es alta y se da por pasos obligados, como caminos reales o trochas que se abren en zonas de difícil acceso y de alta importancia por el destino final. Actualmente el suelo es más estéril por malos manejos como quemaduras y rocerías. El clima ha cambiado pues ahora es más frío, esto se debe a la reserva de Chivor, actualmente no crecen especies que antes sí, como el aguacate. El agua ha disminuido.	El potencial turístico es alto, debido a que existe una gran cantidad de fauna, flora y quebradas cristalinas. Con respecto al proyecto de la red eléctrica hay una preocupación general pues pasa por reservas privadas, lo cual generaría tala y afectación a aljibes y nacimientos de agua, en la fase de construcción puede haber contaminación y disminución de agua y animales. Hay una alta conciencia de conservación.
LDBatf	PC2F1	La transformación y disminución de esta unidad de paisaje se debe principalmente a procesos naturales como incendios forestales y apertura de potreros para ganadería y agricultura. También se taló el bosque para sacar madera fina, cercas, botalones y vigas.	La frecuencia de tránsito en esta zona así como en la anterior es alta y se da por pasos obligados, como caminos reales o trochas que se abren en zonas de difícil acceso y de alta importancia por el destino final.	El potencial turístico es alto debido a la gran variedad de plantas y animales silvestres que se encuentran en la vereda. La importancia de conservar en un futuro el paisaje es altamente valorado, actualmente se tienen áreas de bosque en propiedades privadas, para proteger nacimientos de agua.
CC-HBatf EE- BEBatf EE-BEVs	PC2F2	Los bosques secundarios se han formado por regeneración natural, han sido paisajes con alta intervención antrópica, especialmente para desarrollar actividades económicas como la ganadería. Los bosques de galería se conservaron un poco más para proteger cursos de agua. Debido a los anteriores usos se le dio una valoración alta a los usos históricos del paisaje.	Debido a que son coberturas que se volvieron a desarrollar el acceso es difícil, estas se encuentran cercanas a los ríos por lo que el acceso se hace para descanso, ocasionalmente se pasa por uno de los caminos veredales que atraviesa esta área.	El potencial turístico es alto por la cercanía de estos bosques a fuentes de agua y zonas de recreo. La importancia de conservar en un futuro el paisaje es Alta, prueba de ello es que la alcaldía compró un lote de reserva forestal al norte de la vereda para protección de nacimientos y aljibes de agua. Se tiene proyectado comprar otros lotes para proteger la quebrada Agua Fría y Cantonera que nacen cerca a Bosques intervenidos pero con un buen grado de sucesión.
CC-HVs LDVs	PC2F3	Una de las coberturas más representativas de esta unidad son los bosques de galería, que se han visto diezmados debido a la tala de árboles para comercialización de madera y apertura de potreros para el ganado. El valor de uso histórico de este paisaje fue valorado como Alto por la comunidad.	La frecuencia de tránsito por estas zonas es alto debido a que existen varios pasos obligados que la comunidad debe tomar para llegar a sus destinos finales, ocasionalmente se usa para acceder al trabajo.	Debido a los malos manejos y la disminución de recursos vitales como agua, y la fertilidad de la tierra, la gente empezó a tomar conciencia acerca de la importancia de proteger sus paisajes, para poder disfrutarlos en un futuro, lo que le da un valor Alto a la conservación de esta unidad.
LDMscpe CC- HMscape	PC3F3	La transformación de este paisaje está estrechamente relacionada con procesos antrópicos como tala y quema para extracción de madera y creación de potreros para ganado, la vegetación subsiguiente fue causa de regeneración natural. El uso del paisaje que le dio la población fue medio.	Estos mosaicos albergan ganado de doble propósito (Leche y carne), en los cuales también se dejan algunos árboles para sombrío. Debido a que es una cobertura destinada para la economía local la frecuencia de tránsito es valorada como alta, la comunidad accede a la zona netamente por asuntos de trabajo.	El potencial turístico es bajo. Se plantea como una cuestión de alta importancia, la conservación de esta unidad de paisaje, especialmente porque provee el sustento económico de la comunidad.
VAR	PC3F4	Este es un paisaje que se modifica continuamente, está directamente asociado a la pluviosidad, pues dependiendo de la época de lluvias el río aumenta o disminuye su caudal. La vegetación se caracteriza por ser herbácea o arbustiva. La comunidad le dio un valor de uso histórico alto, por los servicios ambientales que presta el río.	La frecuencia de paso es alta en esta zona, y la comunidad lo hace generalmente por descanso y recreación especialmente en las orillas de los ríos, también se transita por trabajo pues se saca agua para riegos de cultivos y pastos cercanos.	El potencial turístico es alto, existe un lugar llamado Charco e baño, que era una piscina natural que se tapó por un derrumbe a causa del invierno. Debido a la estrecha relación de este paisaje con el agua, se considera muy importante la conservación del mismo.
LDPI CC-HPe	PC4F3	La transformación de este paisaje se debió principalmente a la tala del bosque para abrir potrero y sembrar cultivos, el ganado desgastó el suelo por sobrepastoreo, lo cual generó un valor de uso histórico medio para esta cobertura.	La frecuencia de tránsito por este sitio es alta debido a que es una zona de alto desarrollo económico, por lo que la comunidad se moviliza por caminos veredales o reales para ir a trabajar.	El potencial turístico es nulo. Debido a que existen graves problemas por deslizamientos de tierra que afectan vías y caminos reales, se ha tomado conciencia de la importancia de conservar e incorporar buenas estrategias de manejo para los suelos y el agua.

Paisaje ecológico	Paisaje visual	Valoración social		
		Histórica	Presente	Futura
CC-HPI TAS-API EE-BEPI	PC4F4	Este paisaje se formo por continuas intervenciones antrópicas como rocerías y quemas para abrir potrero para ganadería y cultivos. La mayoría de cultivos eran de pancoger la principal actividad económica era la ganadería.	Son zonas muy transitadas y frágiles, el motivo principal de la movilización es el trabajo y en algunos casos pasos obligados. Existen amplios potreros que alimentan ganado de doble propósito (leche y carne), aunque ahora ha disminuido la cantidad y calidad de los productos específicamente la leche, estos se debe a que los pastos se hielan, para la leña se usa el yopo (Anadenanthera peregrina) que crece en el potrero de manera natural, aunque esta especie esteriliza y enferma otros árboles que crecen alrededor. Son zonas muy transitadas, son frágiles por terrenos sueltos y deslizamientos. Se está sembrado cacao y café.	El potencial turístico es bajo. Con respecto a la red eléctrica se presenta una gran preocupación por el magnetismo y la radioactividad, que no deja estar a los animales bajo el área de influencia. Puede haber rompimiento de cables y peligro de muerte de reces por chispas y quemas.

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.105 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA EL CARMEN

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
EE-BEBatf EE-BEVs	PC2F2	La percepción de la comunidad con respecto a esta unidad y su uso valor de uso histórico es alta y la mayoría de los asistentes coincidieron en que el bosque disminuyo y se fragmento por la tala y deslizamientos naturales y se convirtió en un paisaje más frágil y de menor calidad visual. Existían especies maderables como el moino, cedro quebracha, choapo y anisillo.	La frecuencia de transito en esta cobertura fue valorada por la comunidad como alta y el motivo principal es que varios caminos reales y veredales atraviesan la vereda. A pesar de la fuerte intervención y malos manejos todavía se conservan especies de animales como las lapas, armadillos, osos perezosos, cinquillos (monos nocturnos), picures, garzas, arrendajos, periquillos y diversa variedad de pájaros.	El potencial turístico es alto por la gran variedad de fauna y flora, hay cascadas muy bonitas, que permiten realizar ecoturismo y senderismo especialmente en época de verano. Hay dos zonas de reserva compradas por el municipio, para la protección de la quebrada la Sardinata y Agua Fria en donde hay varias bocatomas para el acueducto. Esto es un ejemplo de la importancia que da la comunidad a la conservación presente y futura del paisaje.
CC-HVs	PC2F3	Esta unidad de paisaje se transformo por la tala excesiva del bosque, para la abertura de grandes parches de solo pastos. En algunos lugares los bancos de semillas germinaron cuando se dejaron de laborar los suelos, generando vegetación secundaria. Anteriormente se encontraban animales tales como el oso, faras y zorros. Así mismo disminuyo el agua, cambio el clima y se genero mucha erosión La comunidad le dio un valor de uso histórico alto a esta unidad de paisaje.	La frecuencia de paso en esta unidad de paisaje fue valorada por la comunidad como alta y el motivo principal es que varios caminos reales y veredales atraviesan la vereda.	El potencial turístico es alto. Con respecto a la red eléctrica, hay una preocupación general por qué se va a talar mucho el bosque, debido a lo cual lo cual disminuiría la fauna, donde es ladera y se descapote podría haber deslizamientos, cambiaría la fertilidad del suelo y se secarían los aljibes de agua. La conservación del paisaje es un asunto de peso para esta comunidad, se le dio un valor alto pues se considera a la vereda como un reservorio de agua.
EE-BEPI	PC4F4	La transformación de este paisaje se genero por intervenciones antrópicas como tala y quema del bosque para abrir potreros para ganado y cultivar. La comunidad en respuesta a lo anterior le dio un valor de uso histórico alto por los servicios que prestó el paisaje en términos de producción.	La comunidad le dio un valor medio a la frecuencia de transito, por motivos exclusivamente de trabajo y labores cotidianas. Es una zona muy importante por la economía, se ha desmejorado, las semillas se acaban y la rotación del pasto ya es suficiente para recuperar la fertilidad de los suelos. Las quemas afectan el suelo. Hay cultivos de cítricos y piscicultura.	Potencial turístico nulo. En la zona de herbazales, pastos limpios y cultivos podría haber radiación, la red eléctrica puede causar quemas por chispas si hay alguna tormenta eléctrica, lo que podría causar accidentes relacionados con el ganado como muerte de reces, además de los anterior podrían llegar más plagas que afectan el pasto como el Mion. Es importante para la comunidad conservar los suelos y tratar de impedir la completa erosión e infertilidad de los mismos

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.106 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA LA DORADA

Paisaje ecológico	Paisaje visual	Valoración social		
		Histórica	Presente	Futura
CLD-CBdtf CC-PBdtf	PC1F2	El saber comunitario reveló que en sus inicios la vereda presentaba mucho más bosque, se podían encontrar especies de árboles de madera fina como el tomillo y el anisillo. La transformación del paisaje se debió principalmente a la tala y quema de bosque para abrir potreros, lo cual condujo a la desprotección de los nacimientos de agua y animales silvestres. A pesar de los malos manejos la comunidad le dio un valor de uso histórico alto	El tránsito por esta zona es debido principalmente al descanso, dándosele una valoración en la frecuencia de paso de media. En cada finca hay una reserva para la regulación del recurso hídrico y liberación de oxígeno. Especies maderables como el cañafisto (Cassia moschata) existen pero en menor proporción, han disminuido gran variedad de animales silvestres.	El potencial turístico es alto gracias a cuerpos de agua con excelente calidad visual como la quebrada San Agustina que atrae muchos turistas por su agua cristalina y por su cercanía a la vía central. La importancia en el futuro de la conservación del paisaje es alta.
CLD-CBdtf EBT-SVs	PC2F1	Compuestos por bosques de tierra firme este paisaje fue altamente fragmentado por procesos antrópicos como tala y quema para abrir potreros para cultivos y ganadería, además de esto se extraía madera para construcción y leña, por lo que la comunidad le dio un valor de uso histórico alto.	La frecuencia de tránsito en este paisaje es media y el motivo por el que se pasa por este sitio es descanso, específicamente cerca a quebradas y fuentes de agua.	El potencial turístico es alto debido a la amplia gama de especies animales y vegetales presentes. La conservación del paisaje es un tema de peso para la comunidad, pues se espera mantener el bosque para que siga cumpliendo con sus funciones ecológicas.
CLD-CVs CC-PBdtf EE-BEBdtf	PC2F2	Estos bosques se han formado por regeneración natural, han sido paisajes con alta intervención antrópica, especialmente para desarrollar actividades económicas como la ganadería y agricultura. Los bosques de galería se conservaron un poco más para proteger las fuentes de agua. Debido a los anteriores usos se le dio una valoración alta a los usos históricos del paisaje.	La comunidad le dio un valor medio a la frecuencia de tránsito, por motivos recreativos y de dispersión, especialmente en verano	El potencial turístico es alto. Con respecto a la red eléctrica, hay cierta prevención por parte de la comunidad con respecto a la tala de árboles, por lo que hará falta protección a los nacimientos de agua y animales. Hay una preocupación especial en esta vereda porque la red pasa por el nacimiento del señor Darío Martínez
CC-PVs	PC2F3	La transformación de este paisaje estrechamente relacionada a procesos antrópicos como tala y quema para extracción de madera y creación de potreros, la vegetación que surgió luego del tiempo de receso de labores fue causa de regeneración natural. El uso del paisaje que le dio la población fue alto.	La frecuencia de paso por esta unidad de paisaje es media y se realiza generalmente por descanso, o sombrero.	El potencial turístico es alto debido a que en esta zona pasan varias fuentes de agua, con buenas características visuales y ecológicas. La importancia del cuidado y conservación de la zona es indiscutiblemente un factor importante para la comunidad, para garantizar un buen futuro a las próximas generaciones.
CLD-CMsce	PC3F2	Esta zona compuesta por mosaicos se generó por una fuerte intervención antrópica que resultó en la degradación del suelo y por consiguiente una pobre regeneración natural. Estas zonas se usaron para alimentar ganado y sacar leña de árboles aislados como el yopo (Anadenanthera peregrina). La valoración de uso de la comunidad es alta.	La frecuencia de tránsito es media y se desarrolla generalmente en caminos de herradura, trochas o carretables para acceder a las zonas de trabajo.	El potencial turístico es medio a bajo. La conservación es importante porque esta zona ya que es la que da el sustento diario a las familias residentes, se necesita aplicar mejores medidas de manejo a los suelos.
CC-PMsce	PC3F3	Compuesta por herbazales, arbustales y zonas de pastos, se encuentra esta unidad de paisaje. El valor de uso histórico que se le dio es medio debido a la alta degradación sufrida por malos manejos como quemar y rocerías para abrir potrero.	Se transita por esta zona básicamente para poder llegar a los potreros donde se tiene al ganado, por lo cual el motivo es estrictamente de trabajo, la frecuencia de paso es media.	El potencial turístico que la población le concede a esta zona es de medio abajo. La importancia de la conservación es media pues son zonas con alto grado de aridez.

Paisaje ecológico	Paisaje visual	Valoración social		
		Histórica	Presente	Futura
VAR	PC3F4	La comunidad le dio un valor de uso histórico alto a este paisaje que se formó de manera natural, pues dependiendo de las crecientes se modificó el cauce. La vegetación circundante a este paisaje son herbazales y zonas de pastos, utilizadas ganadería y algunas orillas se usan como lugares de esparcimiento.	La frecuencia de tránsito es alta y el motivo principal es para descanso, aunque se usa ocasionalmente para riegos de cultivos o para dar de beber al ganado por lo que otro motivo sería trabajo.	El potencial turístico sería alto gracias al río Lengupá y sus orillas usadas para recreación y esparcimiento.
CC-PPe EBT-SPI	PC4F2	Esta es un paisaje de baja calidad visual, resultado de pésimas estrategias de manejo que terminaron formando pastos enmalezados sin mucha productividad. La transformación se debió a la tala y quema del bosque para extracción de madera y creación de potreros para ganado y cultivos.	La frecuencia de tránsito en esta zona es media y se da por pasos obligados, como caminos reales o trochas que se abren en zonas de difícil acceso y de alta importancia por el destino final.	El potencial de turismo es medio. Debido a los graves problemas de aridez y falta de nutrientes en los suelos, se ha tomado conciencia de la importancia de conservar e incorporar buenas estrategias de manejo.
CLD-CPI CC-PPI	PC4F3	La transformación de este paisaje se debió principalmente a la tala del bosque para abrir potrero y sembrar cultivos, el ganado desgasta el suelo por sobrepastoreo, lo cual genera un valor de uso histórico medio para esta cobertura.	La frecuencia de paso en esta zona es alta y se presenta porque la comunidad para llegar a ciertos destinos debe pasar estrictamente por allí, según sea el caso por trochas o caminos reales o de herradura.	El potencial turístico es bajo La conservación es un tema de gran importancia pues se debe recuperar y mejorar los suelos destinados a actividades económicas que se han visto afectados por malos manejos.
TAS-BPI CC-PPI	PC4F4	Esta cobertura se transformó debido a continuas intervenciones antrópicas como rocerías y quemadas para abrir potrero para ganadería y cultivos. Algunos árboles se dejan para sombra como el yopo (Anadenanthera peregrina) que también usan como dendroenergético (leña) La valoración de uso histórico fue Alta, ya que es una zona netamente productiva y representa para ellos ingresos diarios.	La frecuencia de tránsito es media y el motivo varía, pues se necesita acceder a la zona para trabajar y esto se hace mediante caminos y pasos obligados. Los pastos se están afectando, así mismo ha desmejorado la cantidad de leche y la calidad de la carne, los cultivos predominantes son maíz y yuca.	No hay potencial turístico en esta zona. Acercas del proyecto, en la zona de pastos se podría dar el rompimiento del cable de energía, lo cual podría matar a una res u ocasionar descargas eléctricas Con respecto a la conservación ya hay conciencia por parte de propietarios para aplicar buenas estrategias de manejo en el potrero, pues es la zona que les da el sustento diarios a los pobladores y sus familias.

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.107 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA EL CAIRO

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
CLD-CBatf EBT-SVs	PC2F1	Según los pobladores se encontraba mucho más bosque y se presentaban especies maderables como el alma negra, el moino, aceituno (Simarouba amara) y cedro quebracha. Se taló mucho el bosque para abrir potreros para ganado y desarrollar proyectos alternativos como cultivos, piscicultura y zootecnia. La comunidad valoró este sector como alto debido al uso histórico que se le ha dado a este paisaje.	La frecuencia de tránsito para esta cobertura es alta debido principalmente a que los pasos obligados están La vereda sigue siendo un gran reservorio de agua pues hay bocatomas para el acueducto municipal en la quebrada La Varsoviana. Hay gran variedad de aves como toches y tinajos, se encuentran también micos y ardillas, se controla la caza de armadillo por lo que ha aumentado su población.	El potencial turístico de la vereda es alto, actualmente se está realizando un proyecto turístico a nivel municipal por parte del SENA, el problema para desarrollarlo a plenitud son las malas vías de acceso.

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
EE-BEBatf EE-BEVs CLD-CVs	PC2F2	Los bosques secundarios se formaron por regeneración natural, después de haber sido fuertemente intervenidos para desarrollar actividades económicas como la ganadería y agricultura. Los bosques de galería se conservaron un poco más para proteger cursos de agua. Debido a los anteriores usos se le dio una valoración alta a los usos históricos de este paisaje. Con respecto a la fauna se encontraban animales tales como el oso perezoso y gran variedad de animales silvestres.	La frecuencia de tránsito por esta cobertura es alta y el motivo principal es descanso, realizado en zonas de dispersión o recreativas como las orillas de los ríos, especialmente en épocas de verano.	El potencial turístico es alto, gracias a la biodiversidad y riqueza faunística y florística además de sitios estratégicos para realizar senderismo o caminatas ecológicas. Con respecto a la red eléctrica existe un miedo por tala de árboles nativos, disminución de fuentes de agua, los animales se trasladaron y disminuye la fertilidad del suelo, ya no habría agarre en las laderas lo que causaría erosión y derrumbes.
EBT-SPI	PC4F2	Esta es una cobertura de baja calidad visual, resultado de la implementación de malas estrategias de uso que terminaron por degradar el suelo y permitir únicamente el crecimiento de malezas y pastos débiles. La transformación se debió a la tala y quema del bosque para extracción de madera y creación de potreros para ganado y cultivos. A pesar de lo anterior la comunidad valoró el uso histórico de este paisaje como alto.	La frecuencia de tránsito en esta zona es media y se da por pasos obligados, como caminos reales o trochas que se abren en zonas de difícil acceso y de alta importancia por el destino final, que en este caso es la zona de labor.	El potencial turístico es medio. Debido a que el precio del ganado ha disminuido por que bajo la calidad, se está presentando una preocupación general por conservar el suelo que es de donde proviene el sustento de esta actividad económica.
CLD-CPI TARPI	PC4F3	Aunque antes existían potreros estos se presentaban en menor cantidad y los pastos que lo componían eran de la especie Garagoa ahora solo existe Brachiaria como monocultivo. Debido a lo anterior la comunidad valoró el uso histórico de este paisaje como medio.	La frecuencia de tránsito en esta zona es media y el motivo principal es el de poder acceder a las zonas de trabajo. Los pastos se han desgastado, el monocultivo del pasto Brachiaria disminuye la fertilidad, no hay mucha rotación, y hay mucha contaminación. La lluvia ayuda al lavado de los nutrientes del suelo, debido a lo anterior el precio del ganado ha disminuido por la baja de su calidad. Existe un gran abandono por parte del gobierno.	El potencial turístico es de medio a bajo pues no existen atractivos y la calidad visual de esta cobertura no es muy buena.
EE-BEPI TAS-MPI	PC4F4	La comunidad coincide en afirmar que anteriormente no había tanto pasto ni cultivos sino más área boscosa, el suelo era más fértil, por lo tanto los pastos y cultivos eran de mejor calidad. A pesar de los malos manejos los pobladores calificaron el uso histórico de esta zona como alto, ya que el uso es netamente comercial y genera ingresos.	La frecuencia de tránsito por esta cobertura es baja debido a que el área es pequeña en relación con el tamaño de la vereda, y la motivación principal es llegar a las zonas de trabajo. Existen cultivos de pancoger como yuca y maíz, pero la actividad económica principal es la ganadería.	El potencial turístico es bajo Existe una preocupación general por el cambio visual del paisaje. Además de lo anterior la línea de alta potencia puede crear un campo magnético lo cual le causa impresión a la población. Se puede dañar el pasto en la etapa de construcción por pisoteo o paso de mulas, y se ocasionaría contaminación visual.

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.108 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA SAN RAFAEL

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
CC-PBdtf CC-HBdtf	PC1F2	Los cambios en los bosques de esta vereda aunque son significativos son menores que en otras veredas, se trato de mantener un poco más la vegetación arbórea y la sucesión ecológica. Se taló bosque para la construcción de vías, extracción de madera y apertura de potreros para ganado. Debido a lo anterior la comunidad valoró el uso histórico de este paisaje como medio.	La frecuencia de tránsito para esta cobertura es alta debido principalmente a que los pasos obligados están ligados a las zonas de trabajo o descanso.	El potencial turístico es alto por la gran cantidad de bellos paisajes, compuestos por exuberante flora y fauna El recurso hídrico es muy importante para esta comunidad, por lo que se destinaron reservas de bosques privadas para mantener los nacimientos. El clima ha cambiado un poco por el embalse de Chivor, que creó un microclima más húmedo y frío. Lo anterior revela la alta importancia que la comunidad le da a la conservación del paisaje.

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
CC-PBatf	PC2F2	Existía una menor proporción de bosque, lo que nos indica cuan fragmentado esta la unidad de paisaje, las zonas disturbadas fueron aprovechadas y dejadas en reposo hasta que la vegetación volvió a regenerarse.	La frecuencia de transito en esta cobertura fue valorada por la comunidad como alta y el motivo principal es que existen caminos obligados que atraviesan la vereda.	La pobladores reconocen el alto potencial turístico de la vereda, dado por características fuentes de agua rodeadas de exuberante vegetación y quebradas como la Cristalina, La Almendra baja y La Almendra alta, lo que convierte a esta zona como un lugar perfecto para el senderismo, aunque hay inconvenientes de acceso por falta de vías.
CC-HVs	PC2F3	El área que representa esta unidad de paisaje es mínima, es un bosque de galería que protege una quebrada, aunque está rodeado por potreros, situación que lo deja en un grado de vulnerabilidad alto, pues puede ser talado para seguir abriendo potreros.	La frecuencia de transito que la comunidad le concedió a esta zona fue alta y el motivo principal es que es una zona con variados espacios para el descanso, ocasionalmente puede ser usada acceder a zonas de trabajo.	El potencial turístico es alto, por ser un bosque de galería ofrece una gama de servicios y bienes ambientales amplios. Un inconveniente es la falta de apropiadas vías de acceso. Con respecto a la red eléctrica hay una preocupación general por la tala de árboles, disminución de afluentes de agua y disminución de la fertilidad de los suelos.
CC-HMsce	PC3F3	Es una unidad formada por mosaicos de herbazales, arbustales, zonas de pastos y cultivos. El valor de uso histórico que se le dio es medio debido a la alta degradación sufrida por malos manejos como quemas y rocerías para abrir potrero, manejos que ya no permiten una adecuada regeneración de flora ni producción de sementeras de calidad.	La relación de la comunidad con este paisaje es neutra debido a que la productividad es casi nula, por lo que su uso más frecuente es el de transito o desplazamiento de la comunidad, que fue dado como medio y el motivo principal fue para acceder a zonas de trabajo.	El potencial turístico es de medio a bajo ya que no posee elementos atrayentes. Así mismo la importancia de la conservación es media, por lo que se puede decir que esta zona no es muy importante para la comunidad.
VAR	PC3F4	El río era más caudaloso, pero actualmente debido al cambio climático se ha secado demasiado en verano y en invierno las crecientes son más fuertes.	La vegetación está relacionada con la calidad de sedimentos que llegan a las orillas traídos por el río. Actualmente algunos de los usos de este paisaje son el riego y la pesca ocasional, aunque ya no dejan subir el pescado las comunidades que viven río abajo.	Tiene un potencial turístico alto, debido a que las orillas del río atraen a la comunidad para desarrollar su ámbito recreativo.
CC-PPI CC-PZu	PC4F3	La transformación se genero por la deforestación del bosque para construcción de vías, debido a lo anterior se creó una falla que genera deslizamientos continuos cerca de la vía principal que atraviesa la vereda llamada falla de Caño seco, se sugirió reforestación en guadua, pero esta no se realizo, lo que convierte a esta zona en un punto vulnerable. La falla se genero principalmente por una infiltración de la represa de Chivor. Se le dio un valor de uso histórico medio, por la vasta intervención antrópica sufrida.	Actualmente los pastos están sufriendo desmejoras debido a las heladas causadas por el cambio climático, tala y mal manejo como sobrepastoreo, aunque actualmente la gente es mas consiente de los problemas ambientales y conocen conceptos ecológicos y de protección. La frecuencia de paso por esta cobertura es alta y se genera por un paso obligado.	La comunidad no se manifestó positivamente acerca de la probabilidad de un potencial turístico en este paisaje.
CC-HPI	PC4F4	Es una zona de desarrollo de actividades económicas, desde hace muchos años, situación que ha empobrecido los suelos y bajado la productividad de la zona a un punto preocupante.	Se presentan cultivos de yuca, plátano, maíz, frijol y cacao, este ultimo cuenta con asociación. El ganado es de doble propósito (leche y carne).	El potencial turístico es bajo. En la etapa de construcción de la red eléctrica se podrían ver afectados los pastos por pisoteo de personal y contaminación, el campo magnético podría traer muerte de reces por cortos eléctricos. Habría un impacto cultural pues los trabajadores que vienen de otros lugares se llevan a las mujeres jóvenes o las dejan embarazadas.

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.109 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA SAN JOSÉ DEL CHUY, EL TESORO

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
CC-PBatf CC-CPBatf	PC2F2	La comunidad afirma que prácticamente toda la vereda estaba cubierta de bosque, existían animales tales como monos grandes y zainos, especies maderables como el anisillo y el cedro quebracha. La transformación de esta cobertura se debió principalmente a la tala y quema del bosque para abrir cultivos para ganadería y agricultura, debido a estos usos históricos la comunidad valoro como alto a este paisaje.	La frecuencia de tránsito es media y el motivo varía, pues se necesita acceder a la zona para trabajar y esto se hace mediante caminos y pasos obligados. La comunidad posee amplio conocimiento de los recursos faunísticos y florísticos a pesar de la disminución del paisaje de bosque, actualmente se puede encontrar animales tales como: zorros, perros salvajes, faras, erizos, puercoespín, guivo perdicero, garzas migratorias, arrendajos, periquillos mochileros, águilas, garrapatero carpintero, loros migratorios.	El grado de concientización por conservar los recursos renovables y no renovables en la vereda es alto, debido a que los pobladores de esta zona ya se están viendo afectados por las consecuencias negativas de las malas estrategias de manejo, como lo son la escasez de agua en verano y el debilitamiento de las características propias del suelo.
CC-PVs CC-CPVs	PC2F3	La transformación de este paisaje se dio por la tala y quema de árboles para abrir potrero y sembrar cultivos, todo lo anterior sin aplicar adecuadas técnicas de manejo.	La frecuencia de tránsito es media y se desarrolla generalmente en caminos de herradura, trochas, carreteables o pasos obligados para acceder a las zonas de trabajo. Existe solo 1 oso palmero en la vereda, es la mascota de la comunidad y lo protegen. También se ven micos migratorios que destruyen cultivos de maíz, ardillas y venados.	El potencial turístico es alto debido al patrimonio cultural, ya que se encuentran restos de pueblos indígenas. Con respecto a la red eléctrica hay una pronunciada zozobra por la tala de árboles, actividad que generaría erosión especialmente en zona de ladera, disminuiría la capacidad de regulación de el recurso hídrico, se trasladarían animales disminuyendo su población.
CC-PPI	PC4F3	Aunque existían potreros, estos se presentaban en menor cantidad, debido al mal manejo la calidad de estos suelos disminuyó y se procedió a abrir más potrero para el ganado, talando y quemando más bosque. Debido al uso histórico enfocado a la economía local esta unidad de paisaje recibió un valor alto.	La frecuencia de tránsito en esta zona es media y se da por pasos obligados, como caminos reales o trochas que se abren en zonas de difícil acceso y de alta importancia por el destino final. Existen animales que han aumentado su población como las garzas, los Jaquecos los morichaleros, los chancas que se comen las frutas, esto es porque dichos animales están asociados al potrero o a cultivos, que son los paisajes predominantes.	El potencial turístico es alto debido al patrimonio cultural ya que se encuentran restos de pueblos indígenas, esto ocurre en varias zonas de la vereda. Es importante para esta comunidad conservar este paisaje debido a que representa su sustento económico.
CC-CPPI	PC4F4	Este paisaje se modificó por continuas estrategias de uso rocerías y quemadas para abrir potrero para ganadería y cultivos. Uno de los cultivos mas predominantes era el guanábano pero este ya no se da por enfermedades y falta de mantenimiento de la tierra. La valoración de uso histórico fue Alta, ya que es una zona netamente productiva y representa para ellos ingresos diarios.	La frecuencia de tránsito es media y el motivo varía, pues se necesita acceder a la zona para trabajar y esto se hace mediante caminos y pasos obligados. Existen cultivos como plátano, el resto de los potreros son usados para pastos, estos se han degradado por sobrepastoreo, cambio de clima y por la plaga llamada Mion y Palomilla, además de las heladas. Algunas fincas tienen ganado de doble propósito, aunque este año la plaga destruyó totalmente los pastos; debido a esto la gente vendió el ganado y se presentó una grave crisis económica, actualmente el pasto se está recuperando progresivamente; no hay asociación de lecheros, esta la venden en el acopio de San Luis pero no hay un precio equitativo. Se usa el yopo (<i>Anadenanthera peregrina</i>) para leña y botalones.	El potencial turístico es bajo. En la etapa de construcción el suelo se dañaría por sobrepastoreo, las cercas se destruirían por uso inadecuado, además de que el paso de la corriente puede afectar a las aves y las descargas eléctricas pueden perturbar al ganado.

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.110 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA SAN JOSÉ DEL CHUY

Paisaje ecológico	Paisaje visual	Valoración social		
		Histórica	Presente	Futura
CC-CPBdtf	PC1F2	La transformación de los Paisajes de la vereda ha sido paulatina, en la memoria de los habitantes más antiguos permanece la imagen "Montañosa" de solo bosque nativo.	La relación que se tiene con estos parches de paisajes boscosos es armónica pues se establecieron prácticas de conservación, entendiendo su importancia ecológica en relación a la producción de recursos naturales como el agua, vegetación nativa y animales silvestres.	La población infantil habla mucho del cuidado de los bosques porque en ellos es donde se produce el agua, y realizan actividades en la escuela de cuidado del medio ambiente.
CC-PBdtf CC-CPBdtf	PC2F2	La presencia de animales silvestres como loros, guacamayas, zainos es resaltada como una característica del pasado, "había agua en abundancia" es una de las afirmaciones que la mayoría comenta durante las conversaciones acerca de la pregunta como era antes la vereda	Hoy en día en estos paisajes cambiaron en diversidad y abundancia de especies forestales, no hay casi bosque, el agua esta escasa, se presentan deslizamientos, y los animales poco se ven. Todavía hay explotación de madera para cercas y otras actividades domesticas.	También piensan que el turismo puede ser una actividad que a futuro se dé en la región, pues son consientes de que aun poseen recursos naturales que en otros lugares desaparecieron y que el bosque les ofrece diferentes bienes y servicios aun no explorados.
CC-CPVs LLA-DB-TVS CC-PVs	PC2F3	Grandes poblaciones de arboles maderables como cedro (<i>Cedrela odorata</i>), el caoba, aceituno (<i>Simarouba amara</i>) (<i>Simarouba amara</i>), anicillo, yopo (<i>Anadenanthera peregrina</i>) cumaro, y algarrobo hacían parte de la vegetación arbórea de estos paisajes que fueron objeto de aprovechamiento indiscriminado para beneficio económico. Por eso se considera que el valor de uso histórico es alto.	Para estos otros paisajes su relación fue definida como conflictiva debido al manejo inadecuado que se le ha dado y que trae como consecuencia problemas ambientales, sociales y económicos.	
CC-PPI CC-CPPI LLA-DB-TPI	PC4F3	Estos paisajes son el resultado histórico del proceso de transformación para darle paso a los pastos, necesarios para la actividad económica de la ganadería. Fueron calificados con valor de uso histórico Alto	Este paisaje presente en la vereda es el resultado de la tala y quema del bosque a través de los años para la agricultura y la ganadería, que son las actividades económicas de la comunidad. Sostiene una relación de uso Alto porque son los paisajes en los que más se trabaja la ganadería.	"Solo pasto para ganadería", si no se controla la desaparición del bosque, es la visión que expresan los habitantes de la vereda, esperan desarrollar proyectos sostenibles que les permitan tener otras actividades económicas más amigables con los ecosistemas.
	PC4F4			

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.111 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA EL CARMEN

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
CC-HBdtf CC-CPBdtf	PC1F2	Históricamente esta es una zona montañosa, con una gran diversidad en flora y fauna, el agua era un recurso abundante. Tenía potencial turístico porque había pozos hondos donde la gente se bañaba y hacían actividades recreativas. Esta región era considerada diversa en especies maderables como el cedro (<i>Cedrela odorata</i>), y animales silvestres como los chigüiros y cachicamos estaban incluidos en la dieta de la familia. Por los cambios y los impactos que han fragmentado este paisaje se considera que tiene un valor de uso histórico Alto.	Varios de los paisajes hoy en día son susceptibles a disturbios. Los causas de caños han sufrido cambios en la estabilidad de las márgenes hídricas, provocando avalanchas, todas las casas cuentan con un nacedero, esto ha evitado el desabastecimiento de agua. Arboles maderables como el moino, guadua y cedro crecen al borde de los caños. Su valor de uso histórico es medio.	Las poblaciones de animales silvestres presentes hoy en día y mencionadas por la población infantil son: lapa, picure y erizo. Es de resaltar que los niños que están en la escuela tiene gran sentido de responsabilidad en relación al cuidado del medio ambiente, saben que ellos son el futuro pero deben informar a sus padres de la importancia de la conservación para que generaciones venideras tengan la oportunidad de disfrutar de los recursos y paisajes naturales que hay en la vereda.
EBT-SVs	PC2F1	Tiene una historia de transformación por extracción de maderas para suplir las necesidades domesticas. Su valor de uso histórico es Alto porque ha provisto a lo largo de los años a la comunidad de diversos servicios ambiental.	No se identifica que exista contaminación de agua, ni erosión. La relación con coberturas vegetales boscosas y de mosaicos es armónica porque reconocen su valor ecológico.	Tienen especial preocupación por el manejo de los residuos sólidos por que se manejan con quemas y enterrándolos, por eso están iniciando con el aprendizaje de la manera en que se deben separar y luego manejar.

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
ESP-PVs CLD-CVs CC-HBatf	PC2F2	Transformado en razón de la actividad agrícola tradicional de la vereda, valor de uso histórico Alto.	La intervención del hombre en el paisaje genero cambios en el uso de los suelos e impactos sobre recursos naturales que se están deteriorando con el paso del tiempo.	
CC-HVs CC-CPVs	PC2F3			
CLD-CMscpe CC-CPMscpe	PC3F2	Paisaje resultado de un cambio de bosque a rastrojos que se diferencian por su geoforma y la intensidad de uso, con un valor de uso histórico alto.	Uso de Agricultura y ganadería en pequeña escala.	La comunidad tiene la percepción de que su potencial turístico es Alto, les inquieta la desaparición de los pozos por las avalanchas.
CC-HMscpe	PC3F3			
EBT-SPI	PC4F2	Por la deforestación para conformación de coberturas de pastos, el paisaje se fue transfigurando, y los problemas ambientales se iniciaron en pequeña escala, por ejemplo avalanchas y pérdida de potencial hídrico. Valor de uso histórico Alto.	Son claros en señalar que su relación con los pastos limpios y de algunos mosaicos es conflictiva debido a que son "para vivir" pero han fragmentado notoriamente las coberturas vegetales naturales de la zona.	"Conservar para el futuro todos los paisajes porque son importantes de una u otra forma para nuestra forma de vida"
ESP-PPI CLD-CPI	PC4F3		En este paisaje se da una relación conflictiva debido a la necesidad de usarlo pero al mismo tiempo le situación de estar impactando recursos naturales y comunidades ecológicas importantes para la preservación de las condiciones naturales.	
CC-HPI CC-CPPI TAS-API	PC4F4			

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.112 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA LA PIÑUELA

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
EBT-SVs	PC2F1	En los bosques nativos de esta vereda en el pasado habitaban poblaciones significativas de animales silvestres como: cachicamo, lapa, zaino, chigüiro, armadillo, guacamaya, loros, pericos y pavas. Se encontraban arboles maderables como: aceituno (Simarouba amara), quicullo, amarillo (<i>Tabebuia sp</i>), guarataro (<i>Vitex orinocensis</i>), cañofisto (<i>Cassia moschata</i>) (<i>Cassia moschata</i>), cedro (<i>Cedrela odorata</i>), Los caños tenían todo el año buen caudal de agua.	La relación con este paisaje es armoniosa, en el presente se cuidan las coberturas vegetales boscosas y el valor de uso es bajo.	La conservación de los paisajes boscosos tiene la visión de preservar el recurso agua, los recursos forestales maderables y las poblaciones de animales aun presentes en la zona.
CC-CPBatf CC-PBatf CTVs EBCVs TAS-MVs	PC2F2		De las poblaciones silvestres de animales sobrevive la lapa, el armadillo, y aves como el arrendajo, mirilas, pavas, carpinteros, loros (cascabelitos); de todas hay poco en la actualidad. Aun se toma el agua de Caño Seco, este no se seca en ninguna época del año pero si disminuye su caudal en verano.	MEDIA Refirieron preocupación por la fragmentación que traería la construcción de la línea eléctrica a los pocos paisajes boscosos que les quedan, las implicaciones para la comunidad y los animales silvestres por descargas eléctricas y el estado en que quedaran los suelos después de desproveerlos de cobertura vegetal para las labores de construcción de la Línea.
CC-CPVs CC-PVs	PC2F3		Las diversas intervenciones que sufrieron los paisajes de la vereda en 35 - 40 años, han dado como resultado la disminución de coberturas vegetales boscosas, y especies de importancia forestal como el cañofisto (<i>Cassia moschata</i>) (<i>Cassia moschata</i>) y cedro (<i>Cedrela odorata</i>) se tienen que cultivar. El valor de uso es medio porque no es frecuente que se use este paisaje pero es necesario transitar por este para realizar actividades de subsistencia y desplazamientos.	
CC-CPMscpe	PC3F2	Había más agricultura y menos ganadería, por eso su uso histórico es medio.	Hoy en día se tomo conciencia, no se quema y lo que queda se conserva.	MEDIA Se considera que el buen manejo de los paisajes de pastos y mosaicos es fundamental para el futuro, son identificados como prestadores de un servicio económico para la región pero conocen las limitaciones ambientales que estos tienen en relación a los impactos sobre los recursos naturales.
CC-PMscpe	PC3F3	Al inicio de la transformación se quemaron coberturas vegetales para ganadería, afectando de manera impactante recursos como la vegetación, los suelos y el agua.	La cobertura vegetal más representativa en la actualidad, son los pasto, pero también hay cultivo de maíz, yuca, plátano, frijol, y de frutales tales como el mango, la naranja, la mandarina y arazá; especie introducida proveniente de la amazonia la cual se ha adaptado satisfactoriamente a las condiciones ambientales de esta región.	

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
EBT-SPI	PC4F2	El impulso de la ganadería sembró la idea que "para tener vacas se necesita pasto y el pasto no crece en la selva"; pero los animales se retiraron por falta de bosque y la deforestación provocó cambios significativos en la producción de agua y cambios en la composición, abundancia y diversidad de las comunidades naturales.	El manejo de los pastos sigue dando como resultado ampliación de la frontera ganadera, problemas de inestabilidad de los suelos y deterioro de los recursos naturales. Todavía no se identifican impactos como la contaminación de aguas, porque la comunidad señala que se tiene precauciones con el ganado y se protegen los nacaderos o/ aljibes.	MEDIA El tema turístico no es muy considerado en la vereda creen que su potencial es bajo por los problemas de accesibilidad que tiene la vereda en la Actualidad.
CTPI	PC4F3			
CC-PPI EBCPI	PC4F4			

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.113 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA LA COLONIA

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
TAS-MBatf EBT-SVs	PC2F1	Paisajes que antes tenían extensas formaciones boscosas nativas, buena producción y flujo hidrico, y poblaciones significativas de animales silvestres como lapa, picure, venados, chucha y diversas especies de aves se fragmentaron y fueron desapareciendo.	En la actualidad el paisaje difiere notoriamente al de hace 60 años atrás, las coberturas boscosas están fragmentadas, ya casi no quedan poblaciones de árboles maderables, se presentan deslizamientos, hay menos fauna, los animales se han ido por la deforestación o porque han sido sometidos a la presión de la actividad de caza y las quemas. Dicen que no tienen ninguna relación de uso para bosques de tierra firme porque su grado de fragmentación y fragilidad; son escasos y tiene una correlación muy importante con la dinámica de producción del recurso hídrico.	A futuro creen que la población crecerá por que mas familias llegaran a la vereda, debido a las oportunidades de aprovechamiento económico de los recursos que ofrece el paisaje. Piensan que es necesario conservar para que las generaciones futuras (hijos y nietos) puedan tener acceso a los servicios ambientales que estos ofrecen, por ejemplo el turismo contemplativo el cual fue señalado como posible a mediano plazo.
CC-CPBatf CC-PBatf TAS-MVs	PC2F2		Con los bosques de vegetación secundaria tienen una relación armónica porque ya no se altera su estructura, y su manejo esta dado hacia la conservación, pues son paisajes susceptibles a disturbios que tienen una importancia ecológica significativa.	
CC-CPVs CC-PVs LLA-DB-TV's	PC2F3	La extracción de madera se limitaba a los requerimientos de las casas, pero con la actividad ganadera fue necesario el aprovechamiento forestal selectivo de especies maderables valiosas que hoy en día son escasas.	Los pastos y mosaicos son considerados como paisajes con los que tienen una relación conflictiva debido al uso que se le da y los impactos sobre los recursos naturales.	
LLA-DEB-TR	PC3F4	Paisaje transito del cambio de cobertura vegetal boscosa a pastos, aprovechamientos selectivos y manejo agrícola.		
EBT-SPI	PC4F2	Esta vereda ha sufrido un cambio drástico en la composición de sus coberturas vegetales debido al cambio de uso del suelo; anteriormente se dedicaban a la agricultura pero cuando entro la ganadería se dio inicio a la deforestación y a la práctica de quemas para darle paso a los pastos.	El agua ha disminuido y se presentan problemas de contaminación por el ganado, la usan para la agricultura y pastos. La actividad económica predominate es la ganadería de leche y carne, y la producción de derivados.	La población infantil reconoce las diferencias entre los ecosistemas de montaña y de sabana y puede identificar que animales pertenecen a estos paisajes. También hablan y hacen referencia a la importancia de los árboles para la producción de oxigeno y de los bosques para que el agua no se agote.
CC-PPI	PC4F3			
LLA-DB-TPI CC-CPPI TAS-MPI	PC4F4			

Fuente: Grupo G.I 2010

SECTOR RÍO UPÍA – RÍO META

PAISAJE ECOLÓGICO

En este sector se identificaron 100 unidades de paisaje ecológico correspondientes a unidades geomorfológicas de espinazos, crestas y crestones, terrazas, colinas y unidades de cobertura vegetal de bosques de tierra firme y pastos limpios dentro del bioma de piedemonte entre el municipio de Sabanalarga y Monterrey, Casanare, y unidades geomorfológicas de valles aluviales y llanuras de

inundación y coberturas de bosques inundables y herbazales dentro del bioma de la sabana del municipio de Tauramena. (**FIGURA 3.134 PAISAJE ECOLÓGICO**).

Sobre paisajes de montaña como espinazos, crestas y crestones se encuentran principalmente bosques de tierra firme (ES-PBatf, ES-PBdtf, CC-PBatf, CC-PBdtf), debido a que por su fuerte pendiente y difícil acceso estas coberturas no han sufrido los procesos de fragmentación (**FOTOGRAFÍA 3.88**). Esto ha permitido conservar estos paisajes y reconocerlos como ecosistemas estratégicos de importancia ambiental para la comunidad.



FOTOGRAFÍA 3.88
UNIDAD DE PAISAJE ES-PBATF. SABANALARGA, CASANARE

Fuente: Grupo G.I 2010.

Sin embargo, sobre estos paisajes de montaña, también se encuentran coberturas de pastos y mosaicos con espacios naturales que evidencian los efectos que ha producido el cambio de cobertura vegetal sobre el suelo.

Sobre las colinas y escarpes, que tienen pendientes menos fuertes, se presentan coberturas de pastos limpios y mosaicos (CLD-CPI, CLD-CMsce, EB-TPI), las cuales son destinadas principalmente para ganadería. También se presentan coberturas de bosques y vegetación secundaria, pero en menor proporción y corresponden a pequeños fragmentos que quedan después de los procesos colonizadores (**FOTOGRAFÍA 3.89**).



FOTOGRAFÍA 3.89
UNIDAD DE PAISAJE CLD-CPL. MONTERREY, CASANARE

Fuente: Grupo G.I 2010

Dentro del bioma de sabana, el paisaje predominante es LLA-DbHdi, constituido por herbazales densos inundables que se desarrollan sobre llanuras aluviales, los cuales han sido utilizados principalmente para ganadería y cultivos tecnificados de arroz, pero en los últimos años han sido modificados para establecer cultivos de palma africana (**FOTOGRAFÍA 3.90**).



FOTOGRAFÍA 3.90

UNIDAD DE PAISAJE LLA-DHDTF, TAURAMENA, CASANARE

Fuente: Grupo G.I 2010.

De igual forma se encuentran paisajes con coberturas de bosques de galería e inundables que también se desarrollan sobre llanuras aluviales de desborde (LLA-DBBg, LLA-DBBan), y presentan alto grado de conservación a pesar de la constante intervención por aprovechamiento doméstico de árboles para madera y reducción de su área por cambio de uso del suelo y mantenimiento de herbazales (**FOTOGRAFÍA 3.91**).



FOTOGRAFÍA 3.91

UNIDAD DE PAISAJE LLA-DBBg, QUEBRADA MATEPALMA, TAURAMENA, CASANARE

Fuente: Grupo G.I 2010.

PAISAJE VISUAL

Se establecieron cuatro categorías de calidad visual y cuatro categorías de fragilidad visual, (muy alta, alta, media, baja), cuya valoración se expresa en la **TABLA 3.114**. A partir de estas categorías, se definieron 16 unidades de paisaje visual (**FIGURA 3.133**).

TABLA 3.114 UNIDADES DE PAISAJE VISUAL

CALIDAD VISUAL	FRAGILIDAD VISUAL			
	Muy Alta	Alta	Media	Baja
MUY ALTA	PC1F1	PC1F2	PC1F3	PC1F4
	CLD-CBdtf CC-CPBdtf CC-PBdtf CC-HBdtf TARBan	LLA-DbBan LLA-DB-MBan TAS-BBdtf		
ALTA	PC2F1	PC2F2	PC2F3	PC2F4
	CLD-CBatf CC-CPBatf CC-HBatf CTBatf EBT-RBatf EBT-SBatf TARBatf TAS-ABatf	CLD-CVs CLD-GBatf CLD-GBg CLD-GVs CAnt-EBatf CAnt-EVs CC-CPVs CC-PBatf CC-PVs CTVs EBMBatf EBT-RVs EBT-SVs LLA-DB-MBg LLA-DB-TBatf LLA-DB-TBg LLA-DB-TVs LLA-SubPBatf TARBg TAS-AVs TAS-BBg TAS-BVs TAS-MBatf	EBMBg EBMVb LLA-DbBg LLA-DbEs LLA-DbVs LLA-DB-MEs LLA-DB-MVs LLA-SubPBg LLA-SubPEs LLA-SubPVs TARVs TAS-MVs	
MEDIA	PC3F1	PC3F2	PC3F3	PC3F4
		CLD-CMscpe CAnt-EMscpe CC-PMscpe CTMscpe EBT-RMscpe TARMscpe TAS-BHdtf	CLD-GHdtf LLA-DbR LLA-DB-THdtf LLA-DB-TMscpe TARHdtf	EBMHdtf LLA-DbArr LLA-DbHdi LLA-DbHdtf LLA-DB-MArr LLA-DB-MHdi LLA-DB-MHdtf LLA-DB-MR LLA-DB-TR LLA-SubPHdi LLA-SubPHdtf
BAJA	PC4F1	PC4F2	PC4F3	P43F4
			CC-HPI CTPI EBT-RPI EBT-SPI LLA-DbPe LLA-DB-MCp TAS-AZu VAPI	CLD-CPI CAnt-EPI CC-CPPI CC-PPI LLA-DbCp LLA-DbPI LLA-DbPlat LLA-DB-MPI LLA-DB-TPe LLA-DB-TPI LLA-SubPCp LLA-SubPPI LLA-SubPPIat TARCP TARPI TAS-API TAS-BPI TAS-MPI

Fuente: Grupo G.I 2010

En términos generales, las unidades que presentan mayor calidad visual están relacionadas con coberturas boscosas, en donde la complejidad ecológica es mayor, el grado de intervención es baja y están asociadas a cuerpos de agua como quebradas y ríos, como son los bosques de tierra firme y vegetación secundaria que se ubican sobre valles crestas, espinazos, terrazas y colinas (EBT-SBdtf, CC-HBdtf, TAS-MVs), y bosques de galería e inundables sobre llanuras de aluvial de desborde (LLA-DBBg, LLA-DBBan).

Unidades ecológicas ubicadas sobre terrazas aluviales y colinas con coberturas de mosaicos de espacios naturales (TARMsco, VAMsco), tienen una calidad visual media porque tienden a estar muy intervenidas, su complejidad ecológica es media y su asociación con cuerpos de agua es baja. Las unidades ecológicas con menor calidad visual son las que están asociadas a pastos limpios (CC-PPI), ya que la actividad de ganadería ha transformado completamente el paisaje, principalmente en los ecosistemas andinos, reduciendo su complejidad ecológica por la alta intervención.

De igual forma sucede con las unidades de paisaje de herbazales densos de tierra firme e inundable que se desarrollan sobre llanuras aluviales de desborde (LLA-DbHdi), que por su complejidad ecológica media poseen una calidad visual media.

Con respecto a la fragilidad visual, las unidades paisajísticas con mayor grado de susceptibilidad (Fragilidad visual muy alta y alta), se presentan en terrazas aluviales, laderas, crestas y llanura aluvial con coberturas de bosques y mosaicos, que presentan una alta accesibilidad y baja extensión.

En las unidades paisajísticas con fragilidad visual media se encuentra aquellas que tienen una media fragmentación y una accesibilidad media, representadas en coberturas de mosaicos, herbazales y vegetación secundaria. La fragilidad visual baja está representada por aquellas unidades que tienen una baja complejidad estructural como pastos limpios que se desarrollan sobre crestones y espinazos, y cultivos de arroz y palma africana sobre llanuras aluviales.

3.2.11 VALORACIÓN SOCIAL DEL PAISAJE

Adicionalmente al paisaje ecológico y visual, se buscó relacionar los tipos de asociaciones de paisaje e identificar cuáles eran los puntos críticos desde la visión de la comunidad en cuanto a la relación entre la transformación del paisaje, el uso de los recursos naturales y los modelos de sustento económico desarrollados en estas zonas.

La valoración social del paisaje visual en términos temporales, ofrece una visión histórica del paisaje y permite identificar áreas con un valor futuro alto, el cual está relacionado con la importancia ecoturística principalmente, debido a que son áreas que por su potencial biótico y paisajístico, ofrecen oportunidades de turismo.

A través de métodos participativos, la comunidad estableció un valor cualitativo para el uso histórico, un valor de uso presente y un valor de uso futuro del paisaje visual. Se trabajó con mapas parlantes, mapas sociales, encuestas y entrevistas semi-estructuradas, los cuales brindaron la posibilidad de intercambiar la información necesaria con la comunidad para la obtención de los valores (**FOTOGRAFÍA 3.92**).

◆ VALOR DE USO HISTÓRICO

El valor de uso histórico está relacionado con la historia de la ocupación del territorio, en donde sobresalen aquellos paisajes boscosos que han sido conservados con el tiempo, presentando un alto valor para la comunidad por su importancia ambiental en la conservación y protección de recursos biológicos y aquellas coberturas de pastos y cultivos que han ofrecido posibilidades de trabajo. Valores altos de uso histórico están representados por paisajes visuales con una calidad visual alta y una fragilidad alta con coberturas de bosques de tierra firme sobre crestones y espinazos (PC1F2, PC2F2, PC2F3, PC4F2, PC4F4).



FOTOGRAFÍA 3.92

TALLER DE VALORACIÓN DE PAISAJES VISUAL. VEREDA SAN ANTONIO,
SABANALARGA CASANARE

Fuente: Grupo G.I 2010

♦ VALOR DE USO PRESENTE

El valor de uso presente está relacionado con uso actual del paisaje, el cual consideró la percepción actual que la comunidad tiene sobre estos, principalmente por las posibilidades de trabajo o de tránsito que ofrecen y por el alto valor de conservación que representan algunas coberturas de bosque. En este caso, los valores son medios porque aún no se han establecido medidas de manejo que eviten el continuo deterioro de los ecosistemas.

♦ VALOR DE USO FUTURO

El valor de uso futuro relaciona la percepción que tiene la comunidad, especialmente las generaciones futuras, sobre el uso que quieren dar en un largo plazo a su territorio. Esta se enfoca principalmente al uso de la oferta ambiental de los paisajes para generar y potencializar actividades turísticas en la región (ver **PLANO EIA LECH-RU 19**).

En este sentido, valores altos de uso futuro están en aquellas unidades de paisaje con coberturas de bosque o vegetación secundaria, con un alto grado de conservación, con una alta calidad visual y alta fragilidad, las cuales la comunidad considera que pueden desarrollarse actividades ecoturísticas gracias la amplia diversidad de flora y fauna, especialmente cerca a las fuentes de agua (PC2F2, PC2F3, PC1F2). También aparecen algunos paisajes de pastos limpios con una calidad y fragilidad baja (PC4F4), que la comunidad considera con alta importancia futura por sus posibilidades de trabajo.

Valores de uso medio o bajo se encuentran en unidades de paisaje con una calidad visual y fragilidad baja como son las coberturas de mosaicos, pastos limpios o bosques con alto grado de intervención, en las cuales la comunidad considera que tienen un alto valor paisajístico pero que están destinadas a actividades productivas por lo que no podrían desarrollarse actividades ecoturísticas (PC3F3, PC4F2, PC4F4).

♦ RESUMEN VALORACIÓN DE USO POR VEREDA

A continuación en las **TABLAS 3.115 A 3.127** se sintetiza la valoración de uso por tipo de paisaje visual y paisaje ecológico en las veredas San Antonio, Monserrate, El Carmen, Botijera Alta, Gileña, Iguaro,

Barbasco, Brisas del Llano, Puente Guira, Vigía – Trompillos, Carupana, Palmira y Palo Negro (ANEXO D-3).

TABLA 3.115 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA SAN ANTONIO

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
CLD-CBatf TARPI CTBatf	PC2F1	BAJA Espacio natural que contaba con grandes extensiones de bosque y abundantes fuentes de agua, también gran diversidad de fauna entre los que se mencionaron: cachicamos, venados, chigüiros, lapas, iguanas, cachirre, tigrillos, osos palmeros, micos, picure, nutrias, oso hormiguero; especies que fueron sometidas a prácticas de caza para suplir la necesidad proteica de la familia.	MEDIA En relación a las poblaciones de animales silvestres todavía se encuentra lapa, cachicamo, cachirres, iguana, osos, jaras, casi no se practica la caza en la actualidad pero si hay actividad esporádica en relación a esa práctica.	ALTA Las relaciones que identifico la comunidad con el paisaje están estrechamente relacionadas al valor ecológico, es armónica para coberturas vegetales boscosas que deben ser conservadas y su manejo estará sujeto a usos que no afecten el equilibrio de los procesos que se dan en cada una de las comunidades que componen estos paisajes.
LLA-DB-TBatf CLD-CVs CC-PBatf	PC2F2	MEDIA Las coberturas vegetales boscosa típicas estaban compuestas por poblaciones de cedro, aceituno (Simarouba amara), cañofisto (Cassia moschata), armarillo (, granadillo, entre las más destacadas especies maderables de la zona de las cuales se hacía uso para cubrir necesidades de mantenimiento y labores de las fincas.	MEDIA Por la explotación indiscriminada de maderables especies como el cedro es escaso, y el aceituno (Simarouba amara) debe buscarse en el bosque porque en lo limpio no progresa.	La separación de residuos sólidos es una práctica que se debe extender a toda la vereda. Teniendo en cuenta que su importancia turística fue señalada como alta, pues tiene visitantes continuamente para turismo deportivo, recreativo y contemplativo.
TARVs	PC2F3		MEDIA Algunos habitantes que están sobre la vía, hacen un manejo de los residuos sólidos separan y venden los materiales reciclables, pero es una práctica que algunos desconocían y no todos realizan.	
CLD-CMscpe TARMscpe	PC3F2	MEDIA Con la llegada de la actividad económica de la ganadería las transformaciones fueron significativa, sobre todo a nivel de coberturas vegetal, por eso la configuración de los paisajes fue cambiando y su intensidad de uso también	MEDIA Se deforesto laderas y nacederos de las fuentes de los drenajes superficiales para la actividad ganadera, como consecuencia de esa transformación se presentan deslizamientos y avalanchas que han afectaron viviendas, y que provocaron la merma del pescado, en la Algarrobera el agua sufrió un proceso de acidificación y en verano esa es el agua que se consume.	ALTA Las relaciones conflictivas de este paisajes se deben empezar a solucionar con el manejo adecuado para coberturas de pastos, por eso proyectan a futuro capacitarse para hacer una actividad económica sostenible menos impactante para suelos, agua y coberturas vegetales.
CTPI	PC4F3	ALTA	MEDIA	
CLD-CPI TAS-API TARPI CC-PPI	PC4F4	Los pastos limpios, vegetación escasa en la zona entraron después de la tala y quema de rastrojos que antes fueron usados para actividades agrícolas.	Hoy en día hay escasez de agua, para surtirse cada familia tiene que llevarla en burro desde donde la recogen, caños la Piñalera y la Algarrobera, hasta los hogares.	

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.116 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA MONSERRATE

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
CLD-CBatf CTBatf CC-CPBatf EBT-SBatf	PC2F1	ALTA Estos bosques con vegetación nativa albergaban especies forestales como anísillo, cañofisto (Cassia moschata), bálsamo y aceituno (Simarouba amara) y animales silvestres como tinajo, picure, nutria, cachicamo, babillas; cuyas poblaciones se encuentran amenazadas por la pérdida de hábitat y por presiones como la actividad de caza, el agua era un recurso abundante pues esta zona cuenta con un buen número de drenajes con flujos de agua considerables.	MEDIA La relación de los habitantes de la vereda con los paisajes boscosos que hoy en día permanecen es armoniosa pues son espacios de conservación de recursos naturales y se han convertido en la zona de protección del municipio por el servicio ambiental que se le viene prestando al surtir con agua el acueducto de Sabana larga. Por el contrario los paisajes que son usados para la ganadería tienen una relación conflictiva porque aun no se han establecido medidas de manejo que eviten el continuo deterioro de los ecosistemas.	ALTA Dentro de las expectativas de la comunidad está la de conservación del recurso hídrico y del bosque, porque son los recursos naturales esenciales para sobrevivir.
CLD-CVs CTVs CAnt-EBatf CC-PBatf	PC2F2	ALTA La vereda tenía grandes extensiones de coberturas vegetales boscosas naturales que se fueron reduciendo para darle paso a los paisajes de vegetación secundaria, mosaicos y pastos limpios.	MEDIA Como actividad complementaria a la ganadería se cultivan productos de pancoger como el maíz, plátano y yuca, esta actividad la desarrollan en paisajes de coberturas secundarias que fueron intervenidas anteriormente.	ALTA En relación al manejo de los residuos sólidos mencionan que se queman y se entierran (latas, vidrio) pero son consentes que este manejo a futuro se convertirá en un gran problema ambiental.
CLD-CMscpe CTMscpe CAnt-EMscpe	PC3F2	ALTA La vereda tenía grandes extensiones de coberturas vegetales boscosas naturales que se fueron reduciendo para darle paso a los paisajes de vegetación secundaria, mosaicos y pastos limpios.	MEDIA En el presente la ganadería aumenta cada día, las especies maderables son escasas y toca adquirir la madera en Boyacá, todavía se practica la actividad de caza por parte de habitantes foráneos que ingresan a la vereda.	ALTA Les preocupa que a futuro la construcción y el paso de la línea eléctrica traiga consigo el aumento de la fragmentación de paisajes boscosos y restricciones de uso de sus predios, así como accidentes con los animales domésticos y silvestres, y aumento de problemáticas ambientales como los incendios, erosión por remoción de capa vegetal y la disminución del agua por la intervención de las coberturas vegetales y de caños.
CTPI EBT-SPI	PC4F3	ALTA La necesidad de tener mayores extensiones de tierra para la actividad ganadera, que se inicio por lo menos hace 70 años, intensifico la deforestación y la práctica de quemas para generar vegetación de pastos, estos procesos deterioraron suelos y afecto el caudal de los caños que cruzan y nacen en la vereda.	MEDIA Además de los impactos mencionados los caudales de agua han disminuido porque el acueducto del municipio de Sabanalarga toma el agua del caño la Quinchalera, los incendios provocados en verano han tenido repercusiones ambientales, sociales y económicas, muchas veces no se pueden controlar y se llevaba los cultivos, casa y animales que hay a su paso, en contraste se presentan deslizamientos en diferentes lugares deteriorando los causes de los drenajes y las márgenes de estos.	ALTA Debido a la actividad turística en la vereda se presentan problemas porque los visitantes no recogen los residuos que producen convirtiéndose en un foco de contaminación
TAS-API CLD-CPI CC-PPI CAnt-EPI CC-CPPI	PC4F4			

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.117 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA EL CARMEN

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
CLD-CBatf	PC2F1	BAJA Había más paisajes con bosque, la presencia de animales silvestres como la lapa, zaino, venado era comunes, las especies maderables más representativas eran el cedro, aceituno (Simarouba amara) y cañofisto (Cassia moschata), el agua abundaba, los ríos eran caudalosos	MEDIA Al calificar su relación con los diferentes paisajes de la vereda establecieron que los bosques sufrieron y sufren presiones devastadoras, por eso la vegetación natural esta casi extinta en la zona. Ahora todavía se continúa realizando cambios en la disponibilidad de hábitats y en la disponibilidad del recurso hídrico, cazan cachicamo y lapa, de los arboles maderable usados en el pasado solo hay granadillo, igua y algunos cedros, desde hace cinco años el agua escasea, y la ampliación de la frontera ganadera sigue adelante.	MEDIA Dentro de las perspectivas futuras tiene claro que hay que conservar las coberturas boscosas presentes en la zona porque los rastrojos y el agua se agotan día a día y con esto las posibilidades de desarrollo de la vereda pues sin estos elementos naturales no sería posible continuar viviendo en sus predios.
CC-PBatf CAnt-EVs CAnt-EBatf CC-PVs CLD-CVs	PC2F2	MEDIA La agricultura que se practicaba era la principal forma de sustento y como especies típicas de la zona se cultivaba la taberna y el ñame	MEDIA Practican la agricultura de pancoger siembran: yuca, maíz, plátano y algunos frutales. Las coberturas de vegetación secundaria las están conservando porque son las únicas que les proveen servicios ambientales necesarios para la vida y su actividad económica.	
VAPI	PC4F3	MEDIA La cobertura vegetal de pastos no era extensa, ni representativa de la vereda.	MEDIA No realizan manejo de basuras, se quema el plástico y las latas se amontonan, esto contribuye a la contaminación del agua, a esto se le suma el impacto de la ganadería, “el estiércol cuando llueve va a los caños y los contamina”, y también hay cocheras sin pozo séptico, esta situación ha sido denunciada a las autoridades pero la junta de acción comunal no ha recibido respuesta	MEDIA El turismo es una posibilidad que no se ha explorado pero que se puede dar, destacan como principal atractivo la tranquilidad que se vive en su vereda llamativa para muchos viajeros.
CAnt-EPI CC-PPI CLD-CPI	PC4F4	MEDIA La ganadería entro quemando y aserrando; con los impactos de estas actividades los paisajes fueron fragmentándose y deteriorándose y los problemas sociales y ambientales se convirtieron en algo común que no se saben manejar ni mitigar.	MEDIA Los pastos son los paisajes más extensos pero la relación es conflictiva debido a que al tener problemas de manejo se han convertido en la fuente de los impactos ambientales de la vereda.	

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.118 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA BOTIJERA ALTA

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
CC-CPBdtf CC-PBdtf CC-HBdtf	PC1F1	ALTA Hasta hace 50 años la cobertura vegetal predominante en la vereda era bosques primarios, en los que especies maderables como anisillo, balsamo, alfandoque, cedro, cañofisto (Cassia moschata), diomate, dinde, amarillo eran extraídos para suplir las necesidades de madera en la zona.	MEDIA Según la percepción de la comunidad hoy en día ya no quedan casi poblaciones de arboles maderables, sobreviven individuos aislados de anisillo y comino, consideran que todavía son afortunados porque hay suficiente agua, de las especies de animales silvestres que aun se observan mencionaron la lapa, el armadillo, el venado, y algunos micos, se practica la actividad caza, y ya no sube el pescado porque abajo lo capturan con métodos de pesca no selectivos que deterioran las poblaciones y afectan los ciclos de reproducción de las mismas.	MEDIA Por poseer todavía un paisaje tan importante, con una muy alta fragilidad y calidad visual, como es el de bosques densos poco intervenidos, que hace parte de la única franja de este bosque que queda en la zona, consideran que su potencial ecológico debe ser protegido y no ser intervenido por ningún tipo de proyecto, incluido el de la línea eléctrica.
CC-HBatf CLD-CBatf CC-CPBatf	PC2F1	BAJA El recurso agua era abundante y permanencia según la época del año, la destrucción del ecosistema trajo como consecuencias problemas ambientales de erosión, desestabilización del suelos y fragmentación de coberturas vegetales naturales.	MEDIA Esta vereda tiene dos ecosistemas representativos el montañoso con todavía coberturas de bosques continuas con los que tienen una relación armónica hoy en día, después de comprender su valor ecológico y el potencial en servicios ambientales; y el de sabana en el que los pastos limpios se han convertido en su principal cobertura vegetal para desarrollar la actividad económica de la zona teniendo una relación conflictiva pero necesaria, la cual no pueden manejar debido a que no son los propietarios de las grandes extensiones dedicadas a esta actividad.	ALTA Frecuentemente el paisaje de valles y riveras de caños es visitado por familias y grupos de personas que realizan actividades recreativas y de esparcimiento, lo que les indica que su potencial turístico es alto y se puede seguir desarrollando a través de buenas prácticas de manejo como alternativa para la conservación de las fuentes hídricas y otros recursos naturales de la vereda.
CLD-CVs CC-PBatf	PC2F2	MEDIA Animales silvestres como el venado, el zaino, cafuche, lapa, armadillo, danta y serpientes disminuyeron y algunos dejaron de ser parte de los paisajes que también sufrieron cambios a nivel de coberturas vegetales.	Entierran o quema los residuos sólidos pero no identifican que este manejo afecta el medio ambiente, afirman que no hay contaminación de agua, la erosión por deforestación y la actividad de sísmica deterioro notablemente el suelo y el agua, el lodo tapo los nacaderos. "Se están viniendo las montañas o se hunde la tierra".	
CC-HPI VAPI	PC4F3	ALTA Cuando se empezó con los pastos, por colonizadores boyacenses, se inicio una transformación de los paisajes ecológicos.		
CC-CPPI CLD-CPI	PC4F4			

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.119 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA LA GILEÑA

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
CC-CPBdtf	PC1F1	BAJA Con la destrucción de humedales y bosque hace algunos años los animales migraron a las zonas que todavía hoy son bosques nativos y que son conservados por los habitantes que tienen pequeñas fincas pero que han decidido preservar su más grande patrimonio los recursos naturales.	ALTA Parte de la comunidad es consciente de la necesidad y el privilegio que tienen al tener todavía una extensión de bosque nativo en su vereda por eso procuran su conservación.	MEDIA Les incomoda la idea que para la construcción de la Línea Eléctrica tendrán que aceptar aprovechamientos forestales en paisajes frágiles y de alta calidad, que no serán compensados con reforestaciones en los predios afectados. Reclaman atención y seguimiento a las medidas de manejo de los impactos del proyecto pues por experiencias pasadas saben que los impactos requieren de inversión y tiempo para ser mitigados y restaurados los daños.

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
CC-CPBdtf	PC1F2		ALTA Hoy en día el caudal de las quebradas se ha disminuido en un 50% y son la fuente de agua de la zona, otros tienen acueducto pero no es potable, los humedales desaparecieron, existen muy pocas poblaciones de animales, se trasladaron a la parte alta de la montaña o bosque conservados, quedan árboles maderables valiosos pero en fincas pequeñas que están procurando no hacer uso de ellos.	MEDIA Se preguntan ¿qué repercusiones tendrá el funcionamiento de la red para las poblaciones de animales silvestres que aun están en los bosques y sabanas? pues piensan que este flujo de energía los alejara y los seguirá haciendo migrar. Como propuesta resulta la idea de convertir varias de las fincas que tiene bosque nativo en reservas de la sociedad civil y así los propietarios verán compensados su esfuerzos por preservar estos paisajes de gran importancia ecológica.
TAS-BBg TAS-BVs	PC2F2	ALTA Anteriormente era común pescar especies como bocachico y bagre, y cazar Chigüiro, venado, y armadillo, el árbol maderable más usado era el alfandoque, seguido del cañofisto (Cassia moschata) y el igua; el agua la tomaban de las quebradas que eran abundantes y limpias, ahí se encontraba babillas mencionan algunos de los habitantes de la vereda.	MEDIA Con las coberturas vegetales secundarias boscosas tratan de tener una relación armónica en la que su uso no deteriore el paisaje y proveen de algunos servicios ambientales que estas prestan.	MEDIA La importancia turística de la vereda es una inquietud que viene trabajándose, tiene espacios donde es posible la observación de animales silvestres, la contemplación de hermosos paisajes y el aprovechamiento de bienes y servicios ambientales como el aire puro.
TAS-BPI CC-CPPI	PC4F4	ALTA La descripción histórica de esta vereda es toda una paradoja ambiental, anteriormente existían extensas coberturas vegetales de bosque nativo pero los propietarios de las grandes extensiones decidieron acabarlas para los pastos y los monocultivos, a su paso esta transformación se llevo por delante humedales grandes que fueron canalizados y entonces empezaron los desequilibrios ecológicos que dieron como resultado la desaparición de fauna y flora típica de la región.	MEDIA Los focos de contaminación identificados son los viajeros, las cocheras y gente que bota basura en los caños. Como actividades complementarias a la ganadería esta la piscicultura y la agricultura. Todavía hay quemaz provocadas aunque se reconoce que no es una buena práctica. La relación conflictiva que han tenido con las grandes extensiones de pastos empieza a cambiar pues ya conocen que es posible un manejo que beneficie la parte económica sin deteriorar el medio ambiente, claro está que eso no depende en gran medida solo de ellos sino de algunos propietarios de grandes predios que no participan de la intención de cuidar los recursos naturales, solo los requieren para explotarlos.	MEDIA El manejo de la basura que se basaba en la quema y entierro, está siendo modificado pues en la zona urbana más cercana, Agua Clara, se está implementando la separación de residuos.

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.120 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA IGUARO

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
TAS-BBg TAS-BVs LLA-DB-TVs TARBg	PC2F2	La transformación del paisaje en la vereda ha ocurrido por procesos de tala, quema, desde hace mas de 30 años, con el fin de sembrar pastos y cultivos, para el sustento de las familias que habitan es esas zonas; estas coberturas han sido objeto de aprovechamientos forestales selectivos para la obtención de leña, productos para cercas. Las coberturas como bosques de galería y vegetación secundaria eran coberturas más abundantes a las encontradas actualmente, albergaban una mayor diversidad en flora y fauna, especies como la guadua (<i>Guadua paniculata</i>) ¹⁹ , la caña brava (<i>Gynerium sagittatum</i>), el flor amarillo (<i>Tabebuia sp.</i>), el iguá (<i>Pseudosamanea guachapele</i>), el cañofisto (<i>Cassia moschata</i>) (<i>Cassia moschata</i>), el higuierón (<i>Ficus insipida</i>) entre otras.	La frecuencia con que transita la comunidad por estos sitios es alta debido principalmente a ser paso obligado para asistir a sus trabajos. También hay confluencia en época de verano para la recreación y el descanso de la comunidad. Actualmente la población tiene el servicio de acueducto de las fuentes hídricas de la vereda, especialmente de la quebrada La Melera, que es un componente importante de este paisaje, por tal motivo la valoración es alta.	La importancia de la conservación del paisaje por la vereda es alta, debido principalmente a las fuentes hídricas, expresando su preocupación por el futuro de este recurso, pues los habitantes obtienen el servicio de acueducto directamente de las quebradas que atraviesan esta vereda; para lo cual la vereda está mirando la posibilidad de reforestar las cuencas hídricas con un buffer de 50m. Actualmente se contemplan proyectos para incentivar el turismo en la vereda, a nivel general aprovechando los paisajes peculiares de la zona. Esta importancia también es reflejada por los niños que reconocen la magnitud de la conservación de los bosques, los cuales son reguladores del recurso hídrico, albergan los animales, son fuentes de oxígeno y mitigan el calentamiento global.
LLA-SubPBg TARVs	PC2F3	El uso de este paisaje ha estado caracterizado principalmente en la obtención de bienes para el abastecimiento domestico de las familias de la vereda. La transformación es producto de la intervención antrópica.	El tránsito por esta unidad de paisaje es medio por ser, en algunos casos, paso obligado para asistir al trabajo.	Alta valoración a la conservación del paisaje de la zona y gran valor a la importancia turística.
TAS-BPI LLASubPPI	PC4F4	Las sabanas naturales eran muy extensas, pero fueron intervenidas para introducir cultivos, pastos mejorados, ganado, por medio de la tala y las quemadas. No se observaba vegetación con rastrojos, eran terrenos limpios.	El tránsito por esta zona es muy alto, debido principalmente a ser paso obligado y por labores de trabajo. El uso de este paisaje actualmente está encaminado a la producción de pastos para engorde, la cual es una actividad económica muy importante.	La conservación de las coberturas de pastos limpios es importante por las actividades económicas de la comunidad, para cuidar el sustento económico. Posee una baja importancia turística.

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.121 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA BARBASCO

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
CLD-GBatf TASBHdtf CLD-GBg LL-DB-TR LLA-DB-TVs	PC2F2	El cambio del paisaje se ha generado principalmente por los cambio en los títulos de propiedad de las fincas que poseen los bosques de galería y los bosques abiertos de tierra firme, pues al tener dueño, quedan en la libertad de transformar el paisaje para usos como la agricultura y ganadería. El paisaje se caracterizaba por su abundancia en flora y fauna, con especies que actualmente se encuentran disipadas, como el granadillo (<i>Hieronyma duckei</i>), Cañofisto (<i>Cassia moschata</i>) (<i>Cassia moschata</i>), chaparro de agua (<i>Coccoloba sp.</i>), laurel morruco (<i>Aniba sp.</i>), cedro (<i>Cedrela odorata</i>), yopo (<i>Anadenanthera peregrina</i>) (<i>Anadenanthera peregrina</i>), Brasil (<i>Swartzia sp.</i>), alfondoque (<i>Terminalia amazonia</i>), alcornoque (<i>Bowdichia virgilioides</i>) entre otras.	El valor de uso es de medio a bajo, debido al tránsito irrisorio por parte de la comunidad en estos paisajes. Pues al existir restricción al acceso por ser propiedad privada no pueden circular por estos paisajes. Existen zonas que son de importancia recreativa, pero se frecuentan rara vez, en especial en verano.	La conservación del paisaje tiene una alta valoración, por la conciencia de cuidar el recurso hídrico. No se reconocen paisajes con importancia turística dentro de la vereda, por lo que la percepción futura del paisaje es media. La población infantil le da una valoración alta a la conservación de los bosques, por la percepción que esta comunidad tiene del cuidado del medio ambiente, del agua, de los animales y plantas.
EBMVs	PC2F3	La transformación del paisaje se provoco por la intervención antrópica, con una baja utilización de esta cobertura por la comunidad. Los usos que se le dieron fueron de obtención de madera para leña principalmente.	El tránsito por esta unidad de paisaje es mínimo, en algunos casos por trabajo o por ser caminos reales.	No hay importancia turística de este paisaje, pero la conservación de esta cobertura es alta debido a la conciencia ambiental de la comunidad.

¹⁹ ACERO, E. 2005. Plantas útiles de la cuenca del Orinoco. Bogotá: BP Exploration Company. P 608.

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
CLD-GHdtf LLA-DB-THdtf	PC3F3	La cobertura característica de esta unidad de paisaje es el herbazal denso de tierra firme, estos se formaron por procesos naturales de regeneración, ya que las tierras se dejaron sin ningún tipo de manejo, lo que generó esta formación. El uso que la comunidad le da a este paisaje es de conservación, algunas veces es quemado para introducir ganado y cultivos, por eso la valoración es baja.	Este paisaje al tener una cobertura compuesta en su mayoría por especies herbáceas, permite el tránsito libre de las personas, que generalmente es para asistir a sus actividades laborales. Por esto su valoración es media.	La percepción futura de la conservación del paisaje es alta por la conciencia de cuidar la fauna y el suelo. No consideran que tenga alguna importancia turística esta cobertura, por lo que la valoración es media.
LLA-DB-TPe	PC4F4	La valoración de este paisaje es alta. Este se caracteriza por tener pastos con malezas, generadas por la falta de manejo y por procesos naturales de regeneración. Las demás sabanas fueron transformadas en pastos para engorde y cultivos.	El tránsito de la comunidad por esta cobertura de pastos es alto, pero con fines de trabajo o a veces son de paso obligado, por lo que la valoración es media.	La percepción futura de este paisaje con respecto a la conservación es alta, por tener gran parte de las actividades productivas, pero no se considera con importancia turística, por lo que el valor es medio.

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.122 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
CLD-GHdtf TASBVs LLA-DB-TBg TARBg LLA-DB-TVVs	PC2F2	Este paisaje históricamente se ha caracterizado por tener la misma vegetación, con respecto a los bosques de galería; los procesos de intervención han sido mermados. El uso del paisaje se ha dirigido a la obtención de madera para uso doméstico, también la tala ha sido implementada para la tenencia de ganado y siembra de cultivos. El uso de este paisaje según la comunidad ha sido medio.	La comunidad considera que hay lugares de este paisaje que sirven de recreación en época de verano, en especial las coberturas asociadas a fuentes de agua. El tránsito por este paisaje es alto, en gran medida por ser paso obligado aunque en menor proporción la comunidad circula por descanso. Por tal motivo la valoración de este paisaje es alta.	Se considera muy importante preservar este paisaje, debido a la conservación de los márgenes hídricos y de la biodiversidad. Existen lugares con gran importancia turística en especial en el caño La Vainilla, el cual posee vegetación exuberante con un gran potencial. Los niños también tienen la percepción de la importancia de cuidar los bosques, la vegetación secundaria por el cuidado de los animales y del agua. Debido a esto la valoración futura de esta unidad de paisaje es alta.
LLA-SubPBg EMBVVs LLA-DbBg TARVs LLA-DbVs LLA-DB-TBg	PC2F3	Las coberturas vegetales típicas de esta unidad de paisaje son los bosques de galería y la vegetación secundaria, estas coberturas albergaban en su mayoría, la misma estructura y composición florística del pasado; en algunos cursos de agua en especial en el río Túa, la vegetación era exigua. La valoración de este paisaje es media.	En estas unidades el flujo de personas es medio, en ocasiones por ser de paso obligado. Por tal motivo la valoración presente es media. El uso actual de estas coberturas ha sido, en menor proporción, para la adecuación de tierras para la ganadería y los cultivos.	La conservación de los bosques de galería y de la vegetación secundaria es muy significativa para la comunidad, por la importancia de cuidar los nacimientos y en general las fuentes de agua. La importancia turística del paisaje es media, dirigida principalmente a los bosques de galería, por esto la valoración es media.
TAS-BHdtf	PC3F2	Las grandes extensiones de sabana y pastos se dejaron sin ningún manejo, generándose zonas con gran cantidad de elementos herbáceos desarrollados por procesos naturales. El uso principal de esta cobertura de herbazal denso de tierra firme ha sido la adecuación de tierras para la ganadería y para cultivos de palma, en una concordancia media.	La circulación de personas por esta unidad es alta, debido a ser paso obligado para acudir al trabajo. La valoración de ese paisaje es media.	La conservación del paisaje se concibe como muy importante para cuidar los suelos y no erosionarlos. La valoración turística es baja, por lo que la percepción futura del paisaje valorada por la comunidad es media.

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
TARCP	PC4F4	Este paisaje surgió de la transformación de las coberturas típicamente herbáceas y arbustivas y arbóreas para la implementación de cultivos tecnificados de palma africana. El uso es comercial para la producción de aceite de manera extensiva. La valoración es alta.	El tránsito por esta unidad es medio para acceder al trabajo. Actualmente hay asociaciones de palmeros están bien consolidadas, con grandes extensiones de tierras dedicadas a este fin, generando empleo a la población. La valoración de la percepción de paisaje presente es media.	Se considera con gran importancia la conservación de esta unidad de paisaje, ya que se genera bienes económicos y de esta manera empleo para la comunidad. La importancia turística de los cultivos de palma africana es baja, por tal motivo la valoración es media. La percepción futura que la comunidad tiene de esta cobertura es muy significativa, pues hay varios proyectos encaminados a ampliar esta actividad.

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.123 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA EL GUIRA

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
LLA-DB-MBg	PC2F2	Las zonas cerca a los cuerpos de agua eran desprovistas de vegetación, en gran medida por procesos de regeneración natural fueron aumentando su cantidad y volumen. Había mayor diversidad de flora y de animales como el venado, el cachicamo, el chigüiro, de aves, entre otros, y más especies maderables. Los principales usos de esta cobertura de bosque de galería fue la obtención de madera con fines domésticos para leña y cercas, y también para conservación; por estas razones la valoración es media.	El valor de uso percibido por la comunidad es medio, debido al tránsito moderado de la sociedad por esta cobertura, que en ocasiones es por descanso principalmente en verano, también por ser paso obligado para asistir al trabajo. Continúa la tendencia de la irrisoria vegetación en las márgenes de los cuerpos de agua, por lo que hay desbordamientos y el río ha aumentado su ancho.	La percepción futura del paisaje es alta. La importancia de conservación de las unidades es significativa por ejercer el control de los bordes de los cuerpos de agua, el existir la problemática del despoblamiento vegetal en algunas orillas de ríos. También son importantes los bosques de galería para la mitigación del calentamiento global y para mantener el equilibrio de los ecosistemas para las futuras generaciones. La importancia turística también es alta, por la cantidad de flora y fauna estos boques. Por lo que la valoración del la percepción futura del paisaje es alta.
LLA-DbVs LLA-DbBg LLA-DbEs LLA-DB-MHdi	PC2F3	Eran grandes sabanas que por intervenciones antrópicas fueron formándose como el caso de la vegetación secundaria y el herbazal inundable. Las demás coberturas que estaban dentro del paisaje poseían vegetación similar a la actual. Los usos principales han sido la obtención de madera, la siembra de alimentos que se hacía en enero y la tala y quema en marzo. También juega un papel importante la conservación de los cuerpos lenticos. La valoración histórica del paisaje de esta unidad es alta.	La frecuencia con que transita la comunidad es alta, por ser paso obligado, en algunas ocasiones. La valoración es media.	La valoración del la percepción futura del paisaje es alta, debido a la mayor calificación de la conservación del paisaje, para cuidar el agua, los animales y las plantas, primariamente las atañidas a los esteros. También consideran un gran potencial turístico en estas coberturas, especialmente a los bordes de los ríos y por la diversidad biótica de los esteros.
LLA-DbHdi	PC3F4	Son formaciones naturales de herbazales densos inundables que han existido hace mucho años con exigua intervención. El valor de uso histórico es bajo.	A pesar de las condiciones del terreno en esta cobertura el tránsito de la comunidad es alto por ser paso obligado.	La importancia de conservar este paisaje es alta por la conciencia de cuidar el medio ambiente y los animales propios de esta cobertura. Pero no se considera con importancia turística por lo que el valor futuro es medio.

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
LLA-DbPI	PC4F4	Grandes sabanas propias de la zona, que fueron manejadas y cultivadas para pastos de engorde. Eran terrenos sin barreras por lo que había plena libertad de movilización de la comunidad y de la fauna. El uso ha sido alto, por la ganadería extensiva con pastos mejorados, también para cultivos comestibles y de eucalipto.	La valoración presente es media, porque el tránsito por esta unidad es alto debido al trabajo y a pasos obligados.	La percepción futura es alta por la importancia de la conservación de los pastos, para sus actividades económicas como la ganadería, los cultivos de palma y eucalipto. La importancia turística es muy baja, por lo que el valor de uso futuro es medio.

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.124 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA VIGIA TROMPILLO

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
LLA-SubPBg LLA-DB-MBg	PC2F2	La vegetación relacionada a los bosques de galería era más abundante; con uso restringido de tala de especies maderables, para fines domésticos; la conservación del paisaje ha sido tradicional, por lo que la tasación del valor de uso histórico es baja.	El valor de uso actual está relacionado con la frecuencia con que pasa o transita la comunidad por el sitio valorado, en esta comunidad la circulación es moderada debido a ser en algunos casos paso obligado, también por motivo de descanso, en época de verano (enero) a las orillas de los ríos y caños.	La conservación del paisaje es considerada muy importante, por el cuidado del agua y de los animales, y para dejar un legado a las futuras generaciones. Tiene importancia turística media este paisaje, dirigido principalmente a las orillas de los caños y ríos, y por la diversidad de fauna y flora existente. La percepción futura del paisaje por la comunidad infantil está relacionada con la preservación y el cuidado de las plantas, el agua y de los animales.
LLA-DbBg LLA-DbVs LLA-DbEs LLA-DB-MEs LLA-SubPBg LLA-SubPVs LLA-DB-MVs	PC2F3	En los bosques de galería, que es una cobertura elemental de este paisaje, gozaba de mayor vegetación, sin embargo siempre ha existido. Las demás coberturas como vegetación secundaria se fue formando por procesos de regeneración, dispersión de semillas por la fauna, talas y quemadas, ya que hace años eran grandes sabanas. Los esteros eran menos intervenidos y existían morichales. El valor de uso del paisaje ha sido medio, pues las actividades relacionadas (tala, quema, cultivar) fueron en menor escala. También estas unidades fueron usadas para el sombrero del ganado.	La frecuencia con que la comunidad transita por estas coberturas es de media a alta, por ser paso obligado en algunos casos, y para fines recreativos y de descanso después de sus labores diarias. Por tal motivo la valoración es media.	La percepción futura del paisaje está relacionada con la importancia en el futuro de la conservación del paisaje, la comunidad considera muy importante cuidar y conservar los elementos asociados a estos paisajes, principalmente la fauna, el agua y los esteros que albergan gran biodiversidad. La vegetación secundaria también es importante ya que provee sombrío a las personas que transitan por esa zona y al ganado. Tiene un alto valor la proyección turística del paisaje, en especial los cuerpos lenticos por su belleza, diversidad de fauna (tortugas, chigüiros, babillas).
LLA-DB-MHdi LLA-DbHdi LLA-DbArr LLA-SubPHdi LLA-DB-THdtf LLA-DbHdtf	PC3F4	Estas coberturas de herbazales densos de tierra firme e inundable y cultivos de arroz, eran sabanas naturales que no fueron manejadas y generaron estas formaciones, los cultivos de arroz fueron generados por procesos antrópicos de tala y quema para introducir esta actividad productiva. Los usos de las principales coberturas de este paisaje son quemados para el ganado y los cultivos. El arroz es una actividad productiva de la vereda. El valor de uso histórico es medio.	La composición y estructura de estas coberturas permite el paso de las personas; la frecuencia con que transita la comunidad por este paisaje es alta para asistir a sus actividades laborales y por ser en algunos casos paso obligado. Por tal motivo el valor de uso presente es medio.	Se le da una valoración alta a la conservación del paisaje por el cuidado de los suelos para poder producir cultivos, pastos y para el ganado. La importancia turística del paisaje no es considerada por la comunidad. Ponderando estas percepciones el valor de uso futuro es medio.

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
LLA-DbCp LLA-DB-MPI LLA-DbPI LLA-DbPlat LLA-SubPCp	PC4F4	Fueron intervenidas las coberturas de sabana, bosques, herbazales, por procesos de tala, quema para introducir pastos mejorados y cultivos. El valor de uso histórico es alto.	El tránsito de la comunidad por este paisaje alto debido a que se constituye en paso obligado para la comunidad. El valor de uso presente es medio.	Se considera con gran importancia la conservación de las plantaciones y los cultivos de palma, pues generan beneficios económicos, empleo, y desarrollo a la región. No se evidencia alguna importancia turística en estas coberturas. Por tal motivo la percepción futura del paisaje es media.

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.125 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA CARUPANA

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
LLA-DB-MBan	PC1F2	Este paisaje visual se compone del bosque abierto inundable, la cual es una cobertura constituida por una comunidad dominada por elementos arbóreos localizados en franjas adyacentes a cuerpos de agua, en este caso al río Meta. Históricamente ha existido con mayor vegetación y más animales. Este bosque se ha conservado tradicionalmente por la comunidad. El uso y la afectación más dramática han ocurrido por el paso del ODL (oleoducto de los llanos) que fragmenta esta cobertura en una amplia extensión. El uso principal que le da la comunidad es para obtención de madera y han tumbado para cultivar arroz. Por tales motivos el valor de uso histórico es alto.	El valor de uso presente esta dado por la frecuencia con que la comunidad transita por el sitio valorado y el motivo por el que pasa por ese lugar. En el caso del bosque abierto inundable el tránsito es medio y el motivo es por descanso, principalmente en época de verano por la cercanía con el río Meta. La valoración por la comunidad es media.	Se considera de gran importancia la conservación del paisaje, para cuidar del agua, conservar la flora y la fauna, y para incentivar el turismo, este es considerado de gran importancia en la vereda, pues esta cobertura posee una gran biodiversidad que es atractiva para los visitantes. Por tal motivo el valor de uso futuro es alto. La comunidad infantil reconoce varios animales dentro de esta cobertura e identifica la importancia de la conservación de estos bosques para no extinguir más fauna.
LLA-DbBan	PC2F2	Este paisaje también está constituido por la cobertura de bosque abierto inundable, con una calidad visual muy alta y una fragilidad alta, el uso principal a este paisaje ha sido la obtención de madera y la tala para ampliar la frontera agrícola. El valor de uso histórico es alto.	El tránsito por este paisaje es medio y el motivo del traslado de la población es por las actividades laborales que realizan en cercanías a esta cobertura.	Posee una alta importancia la conservación del paisaje por la conciencia de cuidar la fauna y la flora, la importancia turística es media, por esto el valor de uso futuro es medio.
LLA-SubPBg LLA-DB-MVs LLA-DbVs LLA-DbBg	PC2F3	Los bosques de galería y la vegetación secundaria son las coberturas que conforman este paisaje, su transformación ha ocurrido por intervención antrópica. La vegetación secundaria se ha generado por la fragmentación de los bosques y por procesos de regeneración. Estas coberturas albergaban mayor diversidad de animales y de plantas. El uso principal que se le ha dado a este paisaje es el de obtención de madera, caza, sombrío para los animales y las personas, y se ha rozado y quemado para establecer cultivos. El valor de uso histórico es alto.	La comunidad transita con una frecuencia de moderada a alta, principalmente por ser paso obligado para cumplir con sus trabajos, y diariamente para descansar, pues buscan la sombra después de sus jornadas laborales para reposar.	Tiene una importancia turística moderada este paisaje, y una alta importancia el futuro de la conservación de estas coberturas principalmente por la protección del agua, de la diversidad y para descansar.
LLA-DbHdi LLA-DB-THdtf	PC3F4	Eran grandes extensiones de sabanas que por malas quemas y procesos naturales de restablecimiento se han desarrollado con un irrisorio manejo. También en la orilla del río Meta se ha intervenido con el objeto de cultivar arroz y para el descanso de la comunidad. El uso dado a las coberturas que conforman este paisaje que son los herbazales, ha sido de tala, quemas para ampliar la frontera agrícola. Su valor de uso histórico es alto.	El valor de uso presente esta dado por la frecuencia con que la comunidad se traslada por este paisaje, el tránsito es alto debido al trabajo y al descanso. Por tal motivo la valoración es alta.	La percepción del valor de uso futuro es muy alta. Primero porque la conservación del paisaje toma gran relevancia en la comunidad para proteger el suelo y la fauna asociada, y para incentivar el turismo, el cual tiene un valor muy alto, pues en este paisaje se realiza el festival de verano que es una tradición cultural que atrae turistas del municipio y de otros lugares del país.
LLA-DbPI LLA-SubPPI	PC4F4	Eran grandes sabanas y vegetación arbustiva relacionada a los bosques, que por intervención antrópica fue transformada para cultivar pastos y para las actividades ganaderas y agrícolas de la vereda. El uso principal del paisaje es el ganado y los cultivos de cacao, maíz, ajonjolí y de pan coger. El valor de uso histórico es alto.	La frecuencia con que la población transita por el sitio valorado es alta, debido a ser paso obligado para asistir a sus actividades laborales. Por esto el valor de uso presente es moderado.	Existe una gran importancia en la conservación de este paisaje por que hay que cuidar el sustento económico para la comunidad, además se tiene la proyección de seguir cultivando grandes extensiones de palma.

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.126 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA LA PALMIRA

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
LLA-DB-MBan	PC1F2	La cobertura de bosque abierto inundable es la que conforma esta unidad de paisaje. Se ha caracterizado por tener abundante vegetación y gran cantidad de animales que disminuyeron su población por la presión generada a estas comunidades, se reconocen la poca presencia de venados y chigüiros; también de especies maderables como el Cañofisto (<i>Cassia moschata</i>)lo (<i>Cassia moschata</i>), laurel morruco (<i>Aniba sp.</i>), y aceite (<i>Copaifera pubiflora</i>). La sociedad manifiesta que la intervención ha sido baja y se ha dedicado en los últimos tiempos a la conservación por la dificultad del terreno. El uso principal de esta cobertura ha sido la obtención de madera con fines domésticos, por eso la valoración de uso histórico por la comunidad es baja.	La percepción del paisaje en la actualidad está dada por la frecuencia con que transita por el paisaje valorado, en este caso la comunidad circula muy poco por esta unidad, y el motivo es principalmente para la recreación, en épocas de verano y para practicar la pesca. Por tal motivo la valoración es media.	Se manifiesta una gran preocupación por la conservación del paisaje, en especial por el cuidado del agua, la fauna y flora. El paisaje tiene una importancia turística moderada, principalmente para la recreación y la pesca. La población infantil también refleja la importancia de cuidar las zonas de bosque que albergan a los animales y protegen el agua.
LLA-DB-MVs LLA-DbVs LLA-DbBg	PC2F3	La vegetación asociada a los bosques de galería era menos abundante. La vegetación secundaria fue generándose por la intervención antrópica de las coberturas originales, esto asociado a la productividad de los suelos que propiciaban un restablecimiento de la vegetación; también manifiestan que el recargo de la ganadería, las malas quemas y el poco manejo incentivan el aumento de la capa vegetal. El uso de las coberturas que conforman el paisaje ha sido principalmente el de la tala para obtener madera con fines domésticos, además de rozar y quemar para cultivar comida e introducir ganado. La valoración fue media al uso del paisaje.	La frecuencia con que la población transita por estas coberturas es baja, debido en algunas ocasiones por ser paso obligado para asistir a sus actividades, y también para el descanso de la comunidad en época de verano.	La valoración del uso del paisaje futuro se condiciona por la importancia que tiene la conservación del paisaje por la comunidad, manifiestan la necesidad de conservar la naturaleza por el agua, las plantas y los animales. El turismo se puede incentivar si se mejora las vías de acceso.
LLA-DbHdi LLA-DB-MHdtf LLA-DB-MHdi LLA-DbHdtf	PC3F4	Los herbazales densos de tierra firme y los inundables son coberturas que han existido hace algún tiempo debido al recargo del ganado, malas quemas, poco manejo, dispersión de semillas por la fauna asociada y procesos de regeneración. Eran zonas de grandes sabanas limpias. El valor uso es alto debido a la presión de estas coberturas para la ganadería, la agricultura, el tránsito de personas a caballo entre otros.	La frecuencia con que la comunidad transita por estas coberturas es muy alta, porque se constituyen en paso obligado para asistir a sus labores diarias como el trabajo. Por tal motivo la valoración de uso es media.	La conservación del paisaje para estas coberturas cobra un valor muy importante, pues estas proveen de beneficios económicos, mejora los suelos y los hace más productivos para sus fines de pastos para engorde y cultivos. El turismo se considera con una importancia media, enfocado especialmente en las cabalgatas que pueden ser un atractivo para los visitantes. La valoración de uso futuro es media.
LLA-DbPI	PC4F4	Eran grandes extensiones de sabana limpias, que fueron intervenidas y para cultivos pastos de engorde y sembrar alimentos. También talaron y quemaron los bosques para ampliar este paisaje. El uso ha sido extensivo para cultivar alimentos e introducir ganadería. Por tal motivo la valoración es alta.	La frecuencia con que transita la población por este paisaje de pastos limpios es alta. Principalmente por trabajo para ver sus cultivos y manejar el ganado. El valor de uso presente es medio.	La percepción futura del paisaje está dirigida a la conservación de esta cobertura de pastos, que genera mayores beneficios económicos por las actividades productivas que en estos se producen. El turismo lo consideran bajo y sin ningún atractivo principalmente por ser terrenos privados.

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.127 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA PALONEGRO

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
TARBan	PC1F1	El bosque abierto inundable ha existido desde hace años, con gran cantidad de flora y fauna. Pero en el transcurso de los años la población ha ejercido una presión negativa en esta cobertura, al punto de disminuir considerablemente las comunidades vegetales como el Cañofisto (<i>Cassia moschata</i>)lo (<i>Cassia moschata</i>), laurel morruco (<i>Aniba sp.</i>), mora (<i>Maclura tinctoria</i>), iguá (<i>Pseudosamanea guachapele</i>), cedro (<i>Cedrela odorata</i>), palma real (<i>Attalea insignis</i>), moriche (<i>Mauritia flexuosa</i>) y especies de animales como zaino, venados, tigres, leones y los mariscos que era un población muy apetecida pero ha sufrido una intervención muy fuerte. Por tal motivo el valor de uso histórico el alto.	La comunidad transita esporádicamente por esta cobertura, debido principalmente por ser lugares recreativos por la cercanía con los cuerpos de agua de la vereda. Su valor de uso presente es medio.	La comunidad considera muy importante la conservación de este paisaje, por la calidad de las plantas, los animales y el agua, pues el agua es la vida. La importancia turística de estos bosques es alta por la gran diversidad de flora y fauna y la asociación a los ríos.
LLA-DB-MBan	PC1F2	Este paisaje ha existido ancestralmente, llamado también madre vieja, alberga gran cantidad de diversidad en flora y fauna. Bosques siempre inundados, que aún se conservan. En las orillas del bosque se ha intervenido para obtener madera y cazar animales, causando una afectación del equilibrio natural del mismo. La percepción del valor de uso histórico es alta. La calificación de la comunidad es de un uso inadecuado y muy extractivo para la cobertura.	La frecuencia con que la comunidad transita por el bosque es eventual, en algunas ocasiones por descanso en épocas de verano. Por tal motivo el valor de uso presente es medio.	La gran biodiversidad de este bosque inundable está relacionada por sus características propias de la cobertura además de la asociación de esta con el río Guafal. Se podría presentar importancia turística para la recreación en verano.
TARBg LLA-DbBan LLA-DB-MBg	PC2F2	Los bosques de galería asociado a los ríos los Hoyos y el bosque abierto inundable asociado al río Guafal tenían una mejor estructura y composición florística, estos han sufrido procesos de intervención por la adecuación de terrenos con fines agrícolas y ganaderos. El uso de estas coberturas ha estado sujeto a la ampliación de potreros para pastos, a la tala para obtener madera y caza de animales con fines domésticos. El valor de uso histórico es medio.	El tráfico de la comunidad por esta cobertura es exiguo, solo cuando van a descansar a las orillas de los ríos antes mencionados en época de verano. La valoración del uso presente es media. La calificación de la comunidad es de un uso poco amigable, extractivo y con actividades intensas de gran transformación del paisaje.	La conservación del paisaje es muy importante para la comunidad, pues los bosques protegen el agua, albergan animales y plantas, estas proveen de oxígeno y alimento y mantienen los cursos de agua. Los bosques de galería son considerados turísticos por la asociación con los caños y ríos. También por la diversidad de flora y fauna y tener sitios para la pesca. La valoración de uso futuro es alta.
LLA-DB-MVs LLA-DBVs LLA-DbEs LLA-DbBg	PC2F3	La vegetación secundaria fue una cobertura generada por procesos naturales después de transformaciones del paisaje natural. El estero ha sido objeto de transformación de manera nociva, secándolo para los cultivos de arroz, tanto que en verano parece una sabana de tierra firme. Estas coberturas son usadas para la obtención de bienes domésticos y los esteros para fines agrícolas. La valoración de uso histórico es alta.	La comunidad transita moderadamente por estas coberturas, principalmente cuando tienen que asistir a sus actividades laborales. El valor de uso presente es medio. La calificación de uso por la comunidad es poco con una relación amigable con las coberturas de vegetación secundaria.	Los cursos de agua característicos de este paisaje son muy importantes para la comunidad, por lo que la conservación del paisaje toma una connotación alta. La importancia turística del paisaje es considerada moderada en épocas de verano; son usados los bordes de los ríos para la recreación.
LLA-DB-MHdtf LLA-DB-MHdi LLA-DbHdtf	PC3F4	Eran grandes sabanas naturales limpias, que con el paso del tiempo y dejándolas sin manejo generaron los herbazales densos de tierra firme e inundados. El paisaje es usado para la ganadería bovina y equina, cultivos comestibles principalmente de arroz. La valoración de uso histórico para la comunidad es alta.	Debido a las características de la composición florística de los herbazales densos de tierra firme, el tránsito de la comunidad es mayor, pues al estar constituido principalmente por herbáceas permite el acceso a este paisaje. El motivo del tránsito es para asistir a sus actividades laborales, por eso la valoración de uso presente es media.	La conservación del paisaje es muy importante, debido a que las actividades productivas se generan en su mayoría en este paisaje. La importancia turística es muy alta, debido a que un punto fuerte de ellos es el ganado equino y las cabalgatas son muy atractivas para los turistas.

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
LLA-DbPe	PC4F3	Paisajes caracterizados antiguamente por ser extensas sabanas limpias, que por quemaduras, pisoteo de ganado y malos manejos han generado pastos con malezas por procesos naturales de regeneración. El uso de esta cobertura es principalmente de conservación, con poca actividad ganadera. El valor de uso histórico es bajo.	La percepción del paisaje presente es media, pues el tránsito de la comunidad por esta cobertura de pastos enmalezados es medio debido en ocasiones al trabajo.	La conservación del paisaje es muy importante, pues estos cuidan los suelos para después poder cultivarlos. La importancia turística de este paisaje es nula. Por tanto el valor de uso futuro es medio.
LLA-DbPI	PC4F4	Paisajes de sabana que fueron generando por la intervención del hombre para cultivar pastos para engorde. El uso principal de esta cobertura es para la ganadería y para cultivos comestibles. El valor de uso histórico es alto.	El tránsito por esta unidad de paisaje es muy limitado debido principalmente a estar dentro de propiedad privada. El valor de uso presente es medio.	La percepción de paisaje futuro está dada con respecto a la conservación del paisaje; la comunidad ve muy importante la preservación de esta cobertura porque en ella se desarrollan sus actividades económicas. La importancia del turismo es nula, pues son coberturas dentro de propiedad privada.

Fuente: Grupo G.I 2010

SECTOR SUBESTACIÓN RÍO META – CAMPO RUBIALES

PAISAJE ECOLÓGICO

En este sector, perteneciente al Peinobioma de la Orinoquía, se identificaron 49 unidades de paisaje ecológico correspondientes a unidades geomorfológicas de altillanuras, llanuras aluviales y vallecitos y coberturas de herbazales y bosques de galería (Figura 3.134).

El paisaje más representativo es de herbazales de tierra firme que se desarrollan sobre altillanuras disectadas y planas (ALL-DHdtf, ALL-PHdtf) que tienen baja pendiente y han sido usadas principalmente para ganadería, pero en los últimos años la cobertura ha sido remplazada por pastos limpios y cultivos de palma africana (ALL-PCp, ALL-DPI) (**FOTOGRAFÍA 3.93**).



FOTOGRAFÍA 3.93

UNIDAD DE PAISAJE ALL-DHDTF. PUERTO LÓPEZ, META

Fuente: Grupo G.I 2010

En los vallecitos coluvioaluviales de patrón dendrítico, se desarrollan bosques de galería, inundables y morichales que están asociados a las quebradas y ríos Yucao, Manacias y Planas (VCA-DdBg, VCA-

DdMo, VCA-DdBan). Este paisaje está destinado principalmente a la conservación de recursos bióticos, y no cuenta con un alto grado de intervención, sin embargo se ven enfrentados a la reducción de su cobertura por la dinámica de incendios que mantienen los herbazales y que es aprovechado por la comunidad para establecer coberturas de pastos limpios (**FOTOGRAFÍA 3.94**).



FOTOGRAFÍA 3.94
UNIDAD DE PAISAJE VCA-DBG. PUERTO GAITÁN, META
Fuente: Grupo G.I 2010.

PAISAJE VISUAL

Se establecieron cuatro categorías de calidad visual y cuatro categorías de fragilidad visual, (muy alta, alta, media, baja), cuya valoración se expresa en la **TABLA 3.128**. A partir de estas categorías, se definieron 16 unidades de paisaje visual (Figura 3.133).

TABLA 3.128 UNIDADES DE PAISAJE VISUAL

CALIDAD VISUAL	FRAGILIDAD VISUAL			
	Muy Alta PC1F1	Alta PC1F2	Media PC1F3	Baja PC1F4
MUY ALTA	ALL-PMo B-ALL-PMo	ALL-AMo ALL-DBan ALL-DMo LLA-DB-MBan LLA-DB-MMo PLLA-LOMo VCA-DdBan VCA-DdMo		
ALTA	PC2F1	PC2F2	PC2F3	PC2F4
		ALL-AVs ALL-PBg B-ALL-PBg PLLA-LOBg	ALL-ABg ALL-DBg ALL-DVs ALL-PVs B-ALL-PVs LLA-DB-MBg LLA-DB-MEs LLA-DB-MVs PLLA-LOVs VCA-DdBg VCA-DdVs	
MEDIA	PC3F1	PC3F2	PC3F3	PC3F4
			ALL-PHdi B-ALL-PHdtf LLA-DB-MHdi LLA-DB-MHdtf VCA-DdHdi	ALL-AHdtf ALL-DHdi ALL-DHdtf ALL-PHdtf LLA-DB-MR PLLA-LOHdi PLLA-LOHdtf VCA-DdHdtf

CALIDAD VISUAL	FRAGILIDAD VISUAL			
	Muy Alta PC4F1	Alta PC4F2	Media PC4F3	Baja P43F4
BAJA			ALL-ACp	ALL-Dlp ALL-DPI ALL-PCp ALL-PPI B-ALL-PCp B-ALL-PPI LLA-DB-MCp PLLA-LOPI VCA-DdCp VCA-DdPI

Fuente: Grupo de Trabajo Geoingeniería, 2010.

En términos generales, las unidades que presentan mayor calidad visual están relacionadas con coberturas boscosas, en donde la complejidad ecológica es mayor, el grado de intervención es bajo y están asociadas a cuerpos de agua como quebradas y ríos, como son bosques de galería, morichales y bosques inundables que se desarrollan sobre valles coluviales y altillanuras planas (ALL-PBg, ALL-PMo, VCA-DdBg, VCA-DdMo, VCA-DdBan).

Unidades ecológicas ubicadas sobre altillanura disectada y plana con coberturas de herbazales (ALL-DHdtf), tienen una calidad visual media porque tienden a estar muy intervenidas, su complejidad ecológica es media y su asociación con cuerpos de agua es baja. Las unidades ecológicas con menor calidad visual son las que están asociadas a pastos limpios y cultivos de palma (ALL-DPI), ya que la actividad de ganadería y cultivos de gran escala, han transformado completamente el paisaje (Tabla 3.128).

Con respecto a la fragilidad visual, las unidades paisajísticas con mayor grado de susceptibilidad (Fragilidad visual alta), se presentan en la altillanura disectada, en áreas cubiertas de morichales y bosques de galería. Las variables que definen la fragilidad en estos paisajes son la complejidad estructural de la unidad y la accesibilidad a las mismas.

En las unidades paisajísticas con fragilidad visual media y baja, la altura de la vegetación es la variable de mayor importancia, debido a que los herbazales poseen porte bajo que minimiza la fragilidad.

VALORACIÓN SOCIAL DEL PAISAJE

Adicionalmente al paisaje ecológico y visual, se buscó relacionar los tipos de asociaciones de paisaje e identificar cuáles eran los puntos críticos desde la visión de la comunidad en cuanto a la relación entre la transformación del paisaje, el uso de los recursos naturales y los modelos de sustento económico desarrollados en estas zonas.

La valoración social del paisaje visual en términos temporales, ofrece una visión histórica del paisaje y permite identificar áreas con un valor futuro alto, el cual está relacionado con la importancia ecoturística principalmente, debido a que son áreas que por su potencial biótico y paisajístico, ofrecen oportunidades de turismo.

A través de métodos participativos, la comunidad estableció un valor cualitativo para el uso histórico, un valor de uso presente y un valor de uso futuro del paisaje visual. Se trabajó con mapas parlantes, mapas sociales, encuestas y entrevistas semi-estructuradas, los cuales brindaron la posibilidad de intercambiar la información necesaria con la comunidad para la obtención de los valores (**FOTOGRAFÍA 3.95**).

VALOR DE USO HISTÓRICO

El valor de uso histórico está relacionado con la historia de la ocupación del territorio, en donde sobresalen aquellos paisajes boscosos que han sido conservados con el tiempo, presentando un alto valor para la comunidad por su importancia ambiental en la conservación y protección de recursos biológicos y aquellas coberturas de pastos y herbazales que han ofrecido posibilidades de trabajo. Valores altos de uso histórico están representados por paisajes visuales con una calidad visual alta y una

fragilidad media con coberturas de bosques de galería y herbazales de tierra firme (PC1F2, PC2F2, PC3F3, PC3F4).



FOTOGRAFÍA 3.95

TALLER DE VALORACIÓN DE PAISAJES VISUAL. VEREDA PUERTO GUADALUPE, PUERTO LÓPEZ, META.

Fuente: Grupo G.I 2010.

VALOR DE USO PRESENTE

El valor de uso presente está relacionado con uso actual del paisaje, el cual consideró la percepción actual que la comunidad tiene sobre estos, principalmente por las posibilidades de trabajo o de tránsito que ofrecen y por el alto valor de conservación que representan algunas coberturas de bosque. En este caso, los valores son medios porque la única relación de la comunidad con los paisajes de bosques es de tránsito (PC2F3, PC3F3).

VALOR DE USO FUTURO

El valor de uso futuro relaciona la percepción que tiene la comunidad, especialmente las generaciones futuras, sobre el uso que quieren dar en un largo plazo a su territorio. Esta se enfoca principalmente al uso de la oferta ambiental de los paisajes para generar y potencializar actividades turísticas en la región (**PLANO EIA LECH-RU 19**).

En este sentido, valores altos de uso futuro están en aquellas unidades de paisaje con coberturas de bosque, con un alto grado de conservación, con una alta calidad visual y alta fragilidad, las cuales la comunidad considera que pueden desarrollarse actividades ecoturísticas gracias la amplia diversidad de flora y fauna, especialmente cerca de las fuentes de agua (PC2F2, PC2F3, PC1F2). También aparecen algunos paisajes de pastos limpios y herbazales con una calidad y fragilidad baja (PC3F4), que la comunidad considera con alta importancia futura por sus posibilidades de trabajo.

Valores de uso medio o bajo se encuentran en unidades de paisaje con una calidad visual y fragilidad baja como son las coberturas de mosaicos, pastos limpios o bosques con alto grado de intervención, en las cuales la comunidad considera que tienen un alto valor paisajístico pero que están destinadas a actividades productivas por lo que no podrían desarrollarse actividades ecoturísticas (PC3F3, PC4F4).

RESUMEN VALORACIÓN DE USO POR VEREDA

En las **TABLAS 3.129 A 3.133** se sintetiza la valoración de uso por tipo de paisaje visual y paisaje ecológico en las veredas Puerto Guadalupe, Alto Yucao, Alto Manacacias, Santa Catalina y Rubiales (**ANEXO D-3**).

TABLA 3.129 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA PUERTO GUADALUPE

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
PLLA-LOBg	PC2F2	Desde tiempos remotos, el bosque junto al río Meta ha existido y se ha mantenido conservado por la comunidad. El uso que se le ha dado a este paisaje ha sido de tala selectiva para uso doméstico y de conservación. La calificación de la comunidad con respecto al uso fue amigable y de mantenimiento de la vegetación original. El valor de uso histórico es moderado.	La percepción del paisaje en el presente tuvo una valoración muy baja, pues la comunidad no transita por estas zonas, y de hacerlo sería por paso obligado y trabajo.	La conservación del paisaje es muy alta, porque se ve la importancia de cuidar el agua, el oxígeno y para seguir obteniendo madera. La importancia turística del paisaje también es alta, pues las zonas reconocidas de importancia turística están en las playas del río Meta.
PLLA-LOVs VCA-DdBg VCA-DdVs	PC2F3	Las coberturas que caracterizan este paisaje son la vegetación secundaria y los bosques de galería. Esta cobertura ha sido medianamente intervenida se ha generado vegetación secundaria, también por proceso de tala y quema. El uso principal de estas coberturas es la obtención de madera, lo cual a desprovisto de vegetación los cursos de agua. El valor de uso histórico es alto.	El tránsito por estas coberturas es medio y el motivo de paso por este sitio es por trabajo. La valoración de uso presente es moderada.	Tiene una gran importancia la conservación de los bosques por la preservación del agua y los animales. La importancia turística es media. La población infantil reconoce que la conservación del paisaje es fundamental para la vida, las plantas y los animales.
LLA-DB-MR PLLA-LOHdtf PLLA-LOHdi	PC3F4	Los herbazales densos han surgido después de grandes extensiones de pastos, que se dejaron sin manejo hasta formarse rastrojos por regeneración natural. El uso principal de estas coberturas es la conservación por eso el valor de uso histórico es bajo.	El tránsito de la comunidad es muy bajo, casi nulo, en ocasiones para ir al trabajo. Por esto el valor de uso presente es bajo.	El valor de uso futuro es medio, ponderando la importancia de la conservación del paisaje que es alta, y el valor turístico que es bajo.
PLLA-LOPI VCA-DdPI	PC4F4	Naturalmente han existido grandes extensiones de pastos. El uso principal de esta cobertura es para el ganado y los cultivos de manera intensiva, por eso el valor histórico de uso es alto.	La comunidad circula por esta cobertura diariamente, debido a ser paso obligado para asistir a las actividades laborales de la población. El valor de uso presente es moderado.	Es importante cuidar los pastos de esta unidad de paisaje, pues de ahí se derivan las actividades productivas de la vereda. El turismo no posee importancia dentro de este paisaje. Por lo que el valor de uso futuro es medio.

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.130 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA ALTO YUCAO

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
LLA-DB-MBan ALL-DMo VCA-DdBan VCA-DdMo	PC1F2	La vereda contaba con coberturas vegetales boscosas en las que la fauna era en su totalidad silvestre, existía una dinámica fluvial normal y las coberturas vegetales habían sufrido procesos de transformación naturales poco impactantes por lo que le dieron una valoración baja de uso histórico.	Hoy en día la comunidad identificó una relación armónica y un valor medio de uso con los paisajes de bosques inundables, los cuales a través de la historia no han tenido una intervención más impactante que el paso del oleoducto el cual de manera crítica transformó las coberturas vegetales, suelos y patrones de drenaje en este paisaje.	Se prevé que la línea eléctrica tendrá un impacto sobre la fauna y flora de la zona, y sobre las coberturas vegetales presentes en este paisaje el cual tiene un valor alto de conservación por los bienes y servicios ambientales que ofrece y la reserva de recursos naturales en la que se puede convertir.
VCA-DdBg ALL-DBg ALL-DVs	PC2F3	Le dieron un valor bajo de uso histórico considerando que ha sido un paisaje intervenido para la extracción de materias primas naturales y por el proyecto de petrolero.	El valor de uso actual está definido por una relación armónica en la que se busca conservar este paisaje, su uso actual está relacionado con producción de oxígeno y conservación de recursos naturales.	La percepción futura del paisaje fue definida como alta por el valor ecológico y por el potencial turístico.

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
LLA-DB-MHdtf	PC3F3	Para la actividad de ganadería y agricultura se practicaban quemadas de cobertura vegetal controladas y se fabricaban abonos naturales para enriquecer el suelo que se usaba. El valor de uso histórico que le dieron a este paisaje fue alto por su potencial para las actividades económicas ya mencionadas.	La comunidad identificó una relación de conflicto con paisajes que están directamente relacionadas con la actividad ganadera. La actividad agrícola se sigue desarrollando pero en una escala menor, con el objetivo de cubrir las necesidades alimenticias de la familia que habita en el predio. La valoración de uso presente es media porque esta solo limitada al paso para entrar al río, este punto es crítico porque la implementación del oleoducto ha traído impactos negativos, durante la fase de construcción y puesta en marcha, este proyecto afectó en este paisaje recursos como las coberturas vegetales, los suelos y las fuentes de agua, ocasionando la disminución de especies de peces, aves, y mamíferos en los ecosistemas.	Proyectos que impliquen infraestructura considerables deteriorara el potencial turístico, que en este caso es considerado alto, y también el valor natural de los ecosistemas de la vereda, estas son percepciones que nacen de experiencias pasadas, relacionadas con proyectos petroleros y eléctricos que se han ejecutado en la vereda.
ALL-DHdtf ALL-DHdi VCA-DdHdtf	PC3F4	La comunidad resalta que los paisajes de esta vereda eran fascinantes por contar con lugares ricos y diversos en flora, fauna y ecosistemas preservados, pero la actividad de caza por personal foráneo a la vereda no era posible controlarla.	Paisaje intervenido destinado para la ganadería con un valor de uso presente medio debido a que es paso obligado para cualquier actividad que se realice en la vereda. Es otro de los paisajes que tiene un deterioro notable por el paso del oleoducto a nivel de remoción de cobertura vegetal y focos de erosión, las medidas de mitigación y manejo parecen no haber funcionado.	Tiene un valor de uso futuro alto, debe ser conservado para la actividad económica y la obtención de alimento. Se considera que tiene una importancia turística alta porque es el paisaje más extenso de la vereda, esto hace que la caracterice.

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.131 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA ALTO MANACACIAS

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
ALL-PMo	PC1F1	La comunidad comentó que existían morichales más grandes en donde había abundancia y diversidad de animales silvestres, y que ofrecían bienes y servicios ambientales; estos ecosistemas son considerados claves para la regulación del agua y la vida natural, con la implementación de proyectos petroleros, con la construcción de la vía terrestre y la ejecución de cultivos tecnificados; vino la tala indiscriminada de coberturas vegetales boscosas, y la contaminación de fuentes de hídricas, impactos críticos que afectan la calidad de vida de los pobladores de la vereda, por esto el valor de uso histórico que le asignaron fue alto.	Hoy en día el ecosistema de morichales está casi que reducido a su mínima expresión a tal punto que en verano algunos de estos paisajes se secan produciéndose una alteración que afecta comunidades completas de vida silvestre y sometiendo a las comunidades humanas a problemas de déficit de agua. La comunidad identificó que en la actualidad tiene una relación armónica y un valor medio de uso de los morichales por que se ha creado una conciencia de conservación y manejo de estos paisajes, debido a su importancia en el equilibrio de la vida natural, además de los servicios ambientales para la comunidad humana.	Según la percepción de la comunidad el paso de la línea eléctrica por su vereda acarrearía impactos graves en los paisajes de morichales y bosques de galería, afectándose así la producción de agua y oxígeno, además de la supervivencia de flora y fauna nativa de la zona. Consideran que el potencial turístico de la vereda es alto pero si no se mitigan los graves problemas ambientales ya mencionados será imposible desarrollar esta actividad en el futuro.
ALL-AMo ALL-DMo VCA-DdMo	PC1F2	Este paisaje caracterizado por ser bosque de galería tiene un valor de uso histórico bajo debido a que son considerados vitales para la producción de oxígeno y agua. Su historia de transformación está ligada a la ampliación de la frontera ganadera y agrícola, y a la extracción de maderas y materias primas.	En el presente su valor de uso es medio porque está ligado a la obtención de recurso maderables, productos del bosque y a la caza de animales silvestres, según la percepción de la comunidad, fue intervenido por el oleoducto lo que ha traído impactos críticos que son señalados como causantes de fragmentación, disminución de productos maderables y cambios en la disponibilidad del recurso agua elementos determinantes para una buena calidad de vida de los habitantes de la vereda.	Tiene un importante valor de conservación por producción de oxígeno y por su riqueza en flora y fauna, es un paisaje esencial para la actividad humana en la zona y se considera que tiene un valor alto en relación a su potencial turístico.

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
ALL-DBg VCA-DdBg ALL-ABg ALL-PVs LLA-DB-MBg ALL-DVs	PC2F3	Los bosques de galería y la vegetación secundaria eran coberturas abundantes, albergaban una gran diversidad de fauna y flora, proveían de materias primas a las comunidades, eran usadas para la actividad agrícola.	Este paisaje tiene la misma valoración que el anterior porque la mayor parte de las coberturas vegetales son también bosques de galería y prestan los mismos servicios ambientales, la diferencia se da porque se encontraron parches reducidos de vegetación secundaria resultado de la intervención antrópica.	Estos paisajes son considerados importantes para la preservación de los recursos naturales que provee el bosque, la producción de oxígeno y los suelos para cultivos de pancoger, con un alto valor futuro para el turismo.
LLA-DB-MHdtf B-ALL-PHdtf	PC3F3	Los ríos como el planas contaban con vegetación boscosa nativa que protegían sus cauces y el correcto flujo de sus aguas, en las sabanas naturales era frecuente la observación de animales silvestres típicos de este ecosistema. Su valoración histórica de uso es alta porque es en este paisaje donde se ve un claro ejemplo de intervención antrópica para las actividades económicas y de subsistencia.	Los herbazales característicos de este paisaje son el resultado de toda una transformación, que día a día va cambiando el uso del suelo y fragmentando paisajes con vegetaciones nativas. Se le dio una valoración media porque se considera que la relación es conflictiva ya que es un paisaje que se usa para la actividad económica y no hay un manejo de este.	Consideran que el potencial turístico de la vereda es alto pero si no se mitigan los graves problemas ambientales ya mencionados será imposible desarrollar esta actividad en el futuro.
ALL-AHdtf ALL-PHdtf ALL-DHdtf VCA-DHdtf	PC3F4	Las sabanas naturales se han convertido en el paisaje con mayores conflictos de uso, este ecosistema fue transformado para darle paso a los pastos donde se desarrollaron inicialmente las actividades económicas de ganadería y cultivos tecnificados que están deteriorando en gran medida los suelos, las fuentes de agua y las coberturas vegetales naturales.	El paisaje más extendido en la vereda, característico por las transformaciones y su potencial de uso, es la base para continuar extendiendo las actividades económicas de ganadería y cultivos tecnificados situación que contribuirá el deterioro del este paisaje. Tiene un medio valor de uso.	Tiene un alto valor de conservación por que provee a la población de suelos potenciales para la producción. Por ser el paisaje más extenso de la zona es el que lo caracteriza, además todavía alberga ecosistemas y comunidades de flora y fauna valiosas de la región.
ALL-PCp ALL-PPI VCA-DdCp B-ALL-PPI	PC4F4	Este paisaje surgió de la transformación de coberturas típicamente herbáceas - arbustivas para la implementación de cultivos tecnificados de palma africana y pastos mejorados.	La realización de perforaciones en los paisajes deja en la comunidad la sensación de que se está impactando el recurso de agua subterránea, desestabilizando el suelo y produciendo focos de erosión, la carretera que conduce de Puerto Gaitán al campo petrolero de Rubiales es identificada como foco de contaminación del agua y del aire (polvo y ruido). El uso es productivo para la extracción de aceite de manera comercial y ganadera. La valoración es alta por ser donde se realizan las actividades económicas representativas de la zona.	La conservación de estos paisajes es importante por las actividades económicas que se llevan a cabo en ellos sustento económico de las familias de la vereda. Posee una alta importancia turística.

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.132 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA SANTA CATALINA

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
ALL-DMo VCA-DdMo	PC1F2	Con la llegada de la actividad ganadera a la zona se implementaron prácticas como la quema y tala de bosques y la explotación inadecuada de morichales.	En esta vereda este paisaje es el más reducido y presenta un alto grado de fragmentación por eso su uso se ha restringido y es bajo. Mantiene una relación armónica con estos porque son reservas de recursos naturales que son extraídos.	Este paisaje es el futuro del agua de la vereda, su valor de conservación es alto. Su importancia turística es baja debido a la usencia de vías en buenas condiciones.
LLA-DB-MBg ALL-DBg VCA-DdBg ALL-DVs	PC2F3	Importantes por ser paisajes que históricamente producían recursos naturales suficientes para la preservación de la vida silvestre. Se usaban para la extracción de recursos como animales, maderas y productos del bosque por lo que se le dio un valor de uso medio.	Las poblaciones de animales silvestres como la lapa, el chigüiro y el conejo han disminuido por la actividad de cacería, hay mucho mas potreros que bosques y la falencia de servicios públicos como la energía eléctrica y las vías terrestres de comunicación obligan a utilizar algunos recursos maderables que hoy en día son escasos y favorecen el mal manejo de los residuos sólidos los cuales son enterrados en los bosques. Su valor de uso es bajo en el presente.	La población infantil reconoce algunos recursos de fauna y flora presentes en la región, pero no se refieren a prácticas de manejo y preservación del medio ambiente Los niños pertenecen a la población flotante que habita la vereda por eso no tienen referentes históricos ni futuros sobre los paisajes de la vereda.

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
LLA-DB-MHdtf LLA-DB-MHdi	PC3F3	Los habitantes más antiguos de la vereda mencionaron que existían gran cantidad de nacimientos de agua en la zona, la flora y fauna típica de la sabana natural era abundante y diversa, pero con la llegada de la ganadería el paisaje se fragmento y redujo notoriamente, por eso el valor de uso histórico fue calificado como alto	Hoy en día muchos nacimientos de agua se han secado, el verano es más fuerte y escasea el agua, hasta el punto que la actividad ganadera se ha visto afectada. Este paisaje está totalmente transformado pero es un paso obligado para las actividades a realizar en el río planas por eso su valor de uso es medio.	Como mayor parte de la población que actualmente habita la vereda es flotante no hay proyecciones a futuro. Expresan que el paso del oleoducto por el río planas sobre paisajes coluviales viene presentando problemas de inestabilidad del suelo, esto lo refieren como advertencia para que en futuros proyectos se incluyan medidas de mitigación adecuadas que garanticen la no afectación de recursos naturales importantes como el mencionado.
ALL-DHdtf VCA-DdHdtf	PC3F4	Son herbazales de tierra firme que han existido hace mucho años con intervención mínima. El valor de uso histórico es Alto porque es en este paisaje donde se dieron las mayores transformaciones para adecuarlo a la actividad económica de la ganadería.	La principal actividad económica es la ganadería, pero en cada parcela o finca se crían especies menores como cerdos y aves, y se cultivan productos de pancoger. Su relación es calificada como conflictiva porque se hace uso pero no se conoce un manejo que mitigue la transformación y degradación de este paisaje.	Algunos proyectos de sismica vienen haciendo presencia en la vereda y se presentan quejas por el incumplimiento de este tipo de estudios en relación al mantenimiento de vías y la afectación de coberturas vegetales.

Fuente: Grupo G.I 2010

TABLA 3.133 VALORACIÓN PAISAJE VISUAL VEREDA RUBIALES

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
VCA-DdMo PLLA-LOMo ALL-DMo	PC1F2	En esta vereda recuerdan con nostalgia que era común la actividad de pesca para el consumo familiar, las fuentes de agua suplían las necesidades de la comunidad, y los bosques de galería y morichales eran el refugio de especies de flora y fauna reconocidos por ser usados para las actividades de subsistencia, la población indígena era la que se desplazaba constantemente por la zona haciendo uso de los recursos que había. Después apareció la petrolera y la población se multiplica.	Estos paisajes fueron valorados como lugares de producción de agua y conservación de recursos naturales. Por eso tienen un valor de uso medio, se explotan de manera selectiva porque proporcionan recursos vitales para las actividades de subsistencia de la comunidad.	Muestran inquietud porque saben que paisajes de alta fragilidad y calidad visual como bosques de galería y morichales serán afectados de nuevo por el paso de la línea eléctrica.
PLLA-LOBg	PC2F2	Estos paisajes fueron valorados con una baja historia de uso pero con una importancia ecológica vital para todas las comunidades naturales de la vereda y la región.	Identifican relaciones armónicas con paisajes de morichales y bosques de galería que en la actualidad a pesar de su grado de fragmentación y su afectación, contienen riquezas naturales esenciales para la pervivencia de ecosistemas y de las comunidades que los componen.	Consideran importante conservar estos ecosistemas porque en el futuro serán las reservas para la producción de agua y recursos naturales.
VCA-DdBg	PC2F3	En la zona existían humedales y esteros en los que la observación de aves y otros grupos de animales silvestres era posible de manera frecuente.	Le dieron un valor de uso medio debido a la gran afectación que han tenido pero aun conservan su potencial para la ganadería y los cultivos comerciales.	Afirman que la importancia turística de la vereda esta relegada en el presente, pero esperan que en el futuro sea posible impulsar este tipo de actividades que serán alternativas económicas después de la desaparición del bum del petróleo.
ALL-DBg		Su valor de uso histórico es medio porque de este paisaje se extraen históricamente materias primas naturales, actividad que transformo la cobertura vegetal natural de este.		

PAISAJE ECOLÓGICO	PAISAJE VISUAL	VALORACIÓN SOCIAL		
		HISTÓRICA	PRESENTE	FUTURA
PLLA-LOHdtf ALL-DHdtf VCA-DdHdtf ALL-DHdi	PC3F4	Sabanas naturales extensas pero fueron intervenidas para introducir cultivos y pastos mejorados, para el ganado, por medio de la tala y las quemas. Su valoración histórica fue Alta.	Por el contrario tiene conflicto con los ecosistemas de sabana que son los que mayor intervención y transformación han sufrido, reconocen que no tienen un manejo para estos y que las problemáticas ambientales van en crecimiento.	Se espera que en el futuro este paisaje continua supliendo las necesidades económicas de la comunidad a través de las actividades comerciales de ganadería y cultivos tecnificados.
ALL-Dlp	PC4F4	Este paisaje hace 10 años era sabanas naturales con intervenciones de actividades de subsistencia, después No se observó mas vegetación de rastrojos, se convirtieron en terrenos limpios.	En la actualidad el agua está contaminada, se han talado bastas zonas de bosques y se han agotado recursos no renovables, la erosión, la contaminación del aire, la visual y auditiva son algunos de los impactos críticos que ha generado la explotación petrolera en la vereda. Solo una pequeña parte de la población desarrolla actividades diferentes a la de laborar en el pozo petrolero, esta porción de comunidad desarrolla cría de animales domésticos y presta servicios.	Importancia turística baja porque a pesar de ser una infraestructura petrolera inmensa no ofrece ningún atractivo natural y si un impacto visual negativo.

Fuente: Grupo G.I 2010