

FORMULACIÓN
POMCA

RÍO LUISA Y OTROS
DIRECTOS AL MAGDALENA

Plan de Ordenación y Manejo
de la Cuenca Hidrográfica



El futuro
es de todos

Gobierno
de Colombia



Fondo
Adaptación



CORTOLIMA
Corporación Autónoma
Regional del Tolima



CORCUENCAS

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

FASE DE DIAGNÓSTICO POMCA-RL0D (CÓDIGO 2118)

Corporación de Cuencas del Tolima
CORCUENCAS

NIT. 800.246.198 – 8
Calle 10 N° 3 – 76 Of. 303
Edf. Cámara de Comercio de Ibagué
Tel. (8) 2635780 – 2612412

Título del Documento: TOMO No 3.2.
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Código del Documento: 2118RL0D - VO -3.2. - V04

REGISTRO DE APROBACIÓN:

Elaboró:	Avaló:	Aprobó:
Corporación de Cuencas del Tolima CORCUENCAS	Corporación Autónoma Regional del Tolima CORTOLIMA	Consorcio POMCAS 2014

Este reporte ha sido preparado por la Corporación Autónoma Regional del Tolima – CORTOLIMA, con un conocimiento razonable, con el cuidado y la diligencia, siguiendo los lineamientos establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS en la Guía POMCAS 2014 y bajo la interventoría del Consorcio POMCAS 2014.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	13
2. ALCANCES.....	14
3. GENERALIDADES DEL PROYECTO	15
3.1. LOCALIZACIÓN	15
3.2. CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA.....	20
3.3. CARACTERIZACIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA.....	21
3.4. ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS	21
4. METODOLOGÍA	22
4.1. FASE PRECAMPO	22
4.2. FASE DE CAMPO	26
4.3. FASE POST CAMPO.....	26
5. ANÁLISIS Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	28
5.1. TIPO DE INFORMACIÓN	28
5.2. REGISTROS	28
5.3. EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN	33
6. MÉTODO DE TRABAJO EN LA FOTOINTERPRETACIÓN.....	38
7. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL.....	44
8. EVOLUCIÓN Y DOMINIO GEOLÓGICO	46
9. ESTRATIGRAFÍA REGIONAL (ESC. 1: 100.000)	47
9.1. PRECÁMBRICO	49
9.2. DEVÓNICO	49
9.3. PÉRMICO.....	50
9.4. TRIÁSICO.....	50
9.5. JURÁSICO	51
9.6. CRETÁCICO	53
9.6.1. Inferior.....	53
9.6.2. Superior.....	55
9.7. PALEÓGENO	59
9.8. NEÓGENO	60
9.9. CUATERNARIO.....	61
10. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL (ESC. 1: 100.000)	65
10.1. PLIEGUES.....	65
10.2. FALLAS	66

11. GEOLOGÍA BÁSICA CON FINES DE ORDENAMIENTO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS (ESC. 1: 25.000).....	69
11.1. ROCAS DEL PRECÁMBRICO.....	75
11.2. ROCAS DEL PÉRMICO	77
11.3. ROCAS DEL TRIÁSICO	81
11.4. ROCAS JURÁSICO – TRIÁSICAS	82
11.5. ROCAS DEL JURÁSICO	89
11.6. ROCAS DEL CRETÁCICO	94
11.7. ROCAS DEL PALEÓGENO.....	105
11.8. ROCAS DEL NEÓGENO.....	109
11.9. DEPÓSITOS RECIENTES.....	111
12. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	123
13. DENSIDAD DE FRACTURAMIENTO	124
14. ZONAS DE COMPLEJIDAD ESTRUCTURAL	126
15. PERFIL GEOLÓGICO	127
16. GEOMORFOLOGÍA.....	131
16.1. SISTEMA DE CLASIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE LAS CATEGORÍAS GEOMORFOLÓGICAS.....	131
16.2. METODOLOGÍA Y MAPA GEOMORFOLÓGICO	134
16.3. ANÁLISIS DE AEROFOTOGRAFÍAS Y SENSORES REMOTOS.....	135
16.4. MORFOGÉNESIS	136
16.4.1. Ambiente denudacional	138
16.4.2. Ambiente fluvial	155
16.4.3. Ambiente estructural.....	164
16.4.4. Ambiente volcánico	178
16.4.5. Antropogénico	180
16.5. MORFOGRAFÍA	183
16.6. MORFODINÁMICA	184
16.7. PROCESOS EROSIVOS.....	184
16.8. SOCAVACIÓN LATERAL	186
16.9. PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA	187
16.10. DEGRADACIÓN ANTRÓPICA	188
16.11. MORFOESTRUCTURA.....	222
16.12. MORFOMETRÍA	222
17. ANÁLISIS DEL DRENAJE	223
17.1. INTEGRACIÓN.....	223
17.2. ADAPTACIÓN	223
17.3. GÉNESIS.....	223
17.4. PATRÓN.....	223

18. GEOMORFOLOGÍA CON FINES EDAFOLÓGICOS (ESC. 1: 25.000)	224
18.1. INTERPRETACIÓN GEOMORFOLÓGICA CON FINES EDAFOLÓGICOS. ESCALA 1:25.000.....	224
18.2. METODOLOGÍA	225
18.3. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS SEGÚN ZINK.....	226
19. UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES (ESC. 1: 25.000).....	237
19.1. METODOLOGÍA PROPUESTA PARA TRABAJOS DE CAMPO Y LABORATORIO 239	
19.2. CARACTERIZACIÓN DE UNIDADES DE ROCA	271
19.2.1. Grado de meteorización	271
19.2.2. Índice Geológico de Resistencia (G.S.I.)	271
19.3. UNIDADES DE ROCA	272
19.4. UNIDADES DE SUELO	274
19.5. CONSIDERACIONES PARA LAS UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES	294
20. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	296
21. BIBLIOGRAFÍA.....	299

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. División política- administrativa de la cuenca	15
Tabla 2. Relación de aerofotografías a utilizar para fotointerpretación para la parte alta de la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena	23
Tabla 3. Relación de imágenes a utilizar para fotointerpretación de la parte baja de la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena.....	23
Tabla 4. Listado de los posibles puntos de interés para la recopilación de información primaria en la cuenca del Río Luisa y otros directos al Magdalena	25
Tabla 5. Registros Documentos – Geología - FISGEO-001	30
Tabla 6. Registros Documentos – Geología - FISGEO-002	30
Tabla 7. Registros Documentos – Geología - FISGEO-003	30
Tabla 8. Registros Documentos – Geología - FISGEO-004	31
Tabla 9. Registros Documentos – Geología - FISGEO-005	31
Tabla 10. Registros Documentos – Geología - FISGEO-006	32
Tabla 11. Registros Documentos – Geología - FISGEO-007	32
Tabla 12. Registros Documentos – Geología - FISGEO-008	32
Tabla 13. Registros Documentos – Geología - FISGEO-009	33
Tabla 14. Evaluación de Criterios – Geología	34
Tabla 15. Formaciones Geológicas Aflorantes en el Área de la Cuenca	47
Tabla 16. Unidades geológicas observadas en la zona de estudio	70
Tabla 17. Clasificación de las Pendientes.....	133
Tabla 18. Índices de Longitud de la ladera (Adaptada de Carvajal, 2005, 2012).....	134
Tabla 19. Formas de la Ladera (Adaptada de Carvajal, 2005, 2012)	134
Tabla 20. Relación de Aerofotografías a utilizar para fotointerpretación para la parte alta de la cuenca del Río Luisa y otros directos al Magdalena.....	135

Tabla 21. Relación de imágenes a utilizar para fotointerpretación de la parte baja de la cuenca del Río Luisa y otros directos al Magdalena	136
Tabla 22. Inventario de procesos en la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena	193
Tabla 23. Sistema taxonómico de las geoformas.....	225
Tabla 24. Unidades geomorfológicas con fines edafológicos.....	226
Tabla 25. Unidades geomorfológicas con fines edafológicos por paisaje- Zinck	229
Tabla 26. Muestreo realizado en la parte alta, media y alta de la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena, con apoyo del componente de Edafología	240
Tabla 27. Susceptibilidad de remoción en masa vs. puntos de muestreo	267
Tabla 28. Relación de Unidades de Roca con valores del GSI	273
Tabla 29. Unidades Geológicas superficiales (Rocas ysuelos)	278

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área en estudio. Ubicación general de la cuenca río Luisa y otros directos al Magdalena.....	19
Figura 2. Localización de la cuenca en el Departamento del Tolima.....	19
Figura 3. Municipios cuenca río Luisa y otros directos al Magdalena.....	20
Figura 4. Esquema metodológico a seguir para los componentes de geología y geomorfología.....	22
Figura 5. Ubicación de la cuenca hidrográfica sobre la geología de las planchas geológicas 244, 245, 263 y 264 respectivamente	29
Figura 6. N° Documentos Revisados – Geología y Geomorfología.....	35
Figura 7. Mosaico de aerofotografías analizadas para la parte alta y media de la cuenca en estudio	41
Figura 8. Rasgos geomorfológicos obtenidos mediante la fotointerpretación de sensores remotos en la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena	43
Figura 9. Geología regional con fines de ordenamiento	48
Figura 10. Geología estructural 1: 100.000. Modificado de SGC.	65
Figura 11. Geología con fines de ordenamiento de la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena 1: 25.000	75
Figura 12. Contacto entre los Gneises y Anfibolitas de Tierradentro (PCAn) con el Batolito de Ibagué (Jgdi), en la Parte Alta de la Cuenca en Estudio. Coordenadas: E= 856778.701237 N= 966265.235001 Altura: 2520.19 msnm	76
Figura 13. Delimitación de la unidad PCAn con base a la Fotointerpretación de Imágenes Satelitales	77
Figura 14. Rocas de la unidad PCAn sobre el río Luisa en la parte alta de la cuenca. Coordenadas: E= 858168.781443 N= 964534.647863 Altura: 2211.90 msnm.....	78
Figura 15. Stock Granítico (Pg) aflorando al sur oriente del poblado de Rovira. Nótese el importante espesor de suelo residual originado por la meteorización de esta roca ígnea. Coordenada: E= 873362.194806 N= 959813.023934 Altura: 800.49 msnm.	79
Figura 16. Dique Andesítico intruyendo el Stock Granítico (Pg). Coordenadas E= 873362.194806 N= 959813.023934 Altura: 800.49 msnm.	80
Figura 17. Fragmento de roca de la unidad Pg donde se pueden observar las principales características de este cuerpo ígneo. Coordenadas: E= 873140.971966 N= 959713.143433 Altura: 831.87 msnm.	80

Figura 18. Conglomerado Brechoide de la Formación Luisa (Trl) Aflorando al Oriente del Poblado de Rovira. Coordenadas E= 875801.865648 N= 958740.064649 Altura: 731.56 msnm.....	81
Figura 19. Afloramiento de la Formación Luisa (Trl); obsérvese los Conglomerados de color Violeta Típico de esta Formación. Coordenadas: E= 875422.806158 N= 958843.355640 Altura: 739.17 msnm.	82
Figura 20. Contacto entre Arcillolitas y Lutitas meteorizadas de la formación Prepayandé (JTrpp). Coordenadas E= 874465.379935 N= 959662.868063 Altura: 799.67 msnm	83
Figura 21. Nivel de Areniscas Arcóscicas aflorando cerca del poblado de Rovira. Coordenadas: E= 873711.297742 N= 959728.010431 Altura: 783.48 msnm.....	84
Figura 22. Calizas Micríticas y Masivas (JTrpc) Aflorando en la Quebrada Chicalá. Coordenadas: E= 884530.619002 N= 964900.691525 Altura: 717.65 msnm.....	85
Figura 23. Contacto entre los Diferentes Niveles de Materiales de la Formación Payandé (JTrcp). Coordenadas: E= 884444.965456 N= 965273.306242 Altura: 831.73 msnm.....	86
Figura 24. Conglomerado Intraformacional de la Formación Payandé (JTrpc). Nótese los Clastos de Caliza de la misma formación. Coordenadas: E= 884769.333258 N= 965723.003833 Altura: 803.30 msnm	86
Figura 25. Dique Andesítico intruyendo la Formación Payandé (JTrpc). Afloramientos expuestos en el Open Pit realizado por CEMEX cerca al Poblado de Payandé. Coordenadas: E= 885000.810805 N= 966453.744590 Altura: 782.62 msnm.....	87
Figura 26. Explotación de Mármol (JTrpm) en la Vereda el Salitre. Coordenadas: E= 879097.241153 N= 963822.794833 Altura: 782.62 msnm.	88
Figura 27. Mármol Fibroso Producto del Metasomatismo causado por la intrusión del Stock de Payandé (Jp). Coordenadas: E= 878904.879735 N= 959055.516792 Altura: 905.94 msnm.....	89
Figura 28. Granodiorita Típica del batolito de Ibagué (Jgdi), expuesta al occidente del poblado de Rovira. Coordenadas: E= 860994.277207 N= 964373.714651 Altura: 2166.33 msnm.....	90
Figura 29. Suelo Residual del Batolito de Ibagué (Jgdi) Alterado por Materiales Volcánicos en su Mayoría de Tipo Ceniza. Coordenadas E= 858166.847995 N= 964373.714651 Altura: 2166.33 msnm.....	91
Figura 30. Procesos Erosivos Tipo Surcos Sobre Suelo Residual del batolito de Ibagué (Jgdi). Coordenadas: E= 860384.770455 N= 963161.454581 Altura: 1939.56 msnm.....	92
Figura 31. Stock de Payandé (Jp) Aflorando al Occidente del Poblado de Payandé. Coordenadas E= 879097.241153 N= 963822.794833 Altura: 782.62 msnm.....	93
Figura 32. Stock de Payandé (Jp), Intruyendo la Formación Payandé, lo cual produjo metasomatismo y originó los Mármoles (JTrpm). Coordenadas: E= 884424.179025 N= 966564.129528 Altura: 823.58 msnm	94
Figura 33. Contacto Discordante entre las Arenitas de la Formación Caballos (Kic) y las Limolitas Calcarías de la formación Payandé (JTrpc) en la quebrada El Cobre. Coordenadas: E= 884932.855876 N= 964227.932420 Altura: 682.02 msnm.....	95
Figura 34. Calizas Fosilíferas de la Formación Caballos (Kic), Aflorando en la Quebrada el Cobre. Coordenadas: E= 885212.408801 N= 964044.848486 Altura: 671.68 msnm.	96
Figura 35. Nivel de Lodolitas Laminado de la Formación Caballo (Kic). Coordenadas E= 888148.668134 N= 963497.914668 Altura: 744.33 msnm.	97
Figura 36. Afloramientos del Grupo Villeta (Kv) cubierto por Espesores Significativos de Suelos Residuales o Saprolitos, Aflorando Sobre el área de Estudio. Coordenadas: E= 888005.789733 N= 963344.485357 Altura: 756.57 msnm	98

Figura 37. Intercalaciones de Lodolitas y Calizas del Shale de Bambuca (Ksb). Obsérvese el Pliegue de Arrastre en el Centro de la Figura. Coordenadas: E= 890252.007177 N= 964439.352478 Altura: 682.56 msnm	100
Figura 38. Contacto entre la Formación Caballos (Kic) y la Formación Hondita y Loma Gorda (Kdh-Ig). Sobre esta Ultima suprayace un Aluvión. Coordenadas: E= 884901.744783 N= 957069.698214 Altura: 604.63 msnm.	101
Figura 39. Contacto entre los niveles de Limolitas y Liditas del Grupo Olini (Kso), Cercano al Poblado del Valle de San Juan. Coordenadas: E= 881136.942051 N= 952532.675427 Altura: 630.99 msnm.....	102
Figura 40. Intercalaciones de Areniscas y Lodolitas del Nivel de Lutitas y areniscas, en un Corte Sobre la vía Principal al Poblado del Valle de San Juan. Coordenadas: E= 887004.260229 N= 959353.103948 Altura: 609.78 msnm	103
Figura 41. Arenisca Meteorizada de la Formación Guaduas (KPgs). Coordenadas: E= 883082.426052 N= 954156.195942 Altura: 623.41 msnm.	105
Figura 42. Areniscas Conglomeráticas de la Formación Gualanday Inferior (Pggi), Expuesta en un Afloramiento Cercano a la Vía Principal que Conduce al Poblado del Valle de San Juan. Coordenadas: E= 882768.122926 N= 953952.559680 Altura: 631.56 msnm	106
Figura 43. Laderas Estructurales en Contrapendiente Conformadas por Materiales de la Formación Gualanday Superior (Pggs). Coordenadas: E= 891333.000924 N= 962360.742575 Altura: 625.80 msnm	107
Figura 44. Intercalaciones de Conglomerados, Areniscas y Arcillolitas moteadas de la Formación Gualanday Superior (Pggs). Coordenadas: E= 888767.379825 N= 949943.528406 Altura: 530.83 msnm	108
Figura 45. Nivel de Arenisca Calcareas con concreciones del Grupo Honda (Ngh). Coordenadas: E= 903990.173704 N= 944225.993355 Altura: 345.42 msnm.....	109
Figura 46. Nivel de Arenisca Conglomerática del Grupo Honda (Ngh). Coordenadas: E= 921199.953676 N= 963262.565855 Altura: 329.487 msnm	110
Figura 47. Intercalaciones de Areniscas Tobáceas y Lodolitas del Grupo Honda (Ngh), expuestas en la Quebrada el Puerco. Coordenadas: E= 869773.126662 N= 958188.074890 Altura: 864.64 msnm	111
Figura 48. Depósito del Abanico del Guamo (Qag) Suprayaciendo el Grupo Honda (Ngh). Coordenadas: E= 904132.664908 N= 944132.836522 Altura: 343.16 msnm.....	112
Figura 49. Obsérvese a Detalle los Clastos Imbricados del Abanico del Guamo (Qag), Sobre las Lodolitas Meteorizadas del Grupo Honda (Ngh). Coordenadas: E= 904132.664908 N= 944132.836522 Altura: 343.16 msnm	113
Figura 50. Paleosuelo Ubicado en el Contacto entre el Abanico de Guamo (Qag) y el Abanico del Espinal (Qae). Coordenadas: E= 898689.763454 N= 961068.505956 Altura: 400.18 msnm.....	114
Figura 51. Ápice del Abanico del Espinal (Qae) que se Originó Luego de Romper la Barrera de Gualanday. Coordenadas: E= 895144.431536 N= 965686.256903 Altura: 542.20 msnm.....	115
Figura 52. Composición Mayormente Volcánica del Abanico del Espinal (Qae), Cerca al Poblado de chical. Coordenadas: E= 898689.763454 N= 961068.505956 Altura: 400.18 msnm.....	116
Figura 53. Depósitos Piroclásticos (Qto), Originados por Acumulación de cenizas y Posterior Modificación del Material Originado. Coordenadas: E= 858168.781443 N= 964534.647863 Altura: 2211.90 msnm	117

Figura 54. Terraza Aluvial Intramontana (Qt), Formada por la dinámica fluvial de la Quebrada El Puerco. Coordenadas E= 869773.126662 N= 958188.074890 Altura: 864.64 msnm.....	118
Figura 55. Terraza Aluvial Alta (Qta), de composición mayoritariamente arcillosa suprayaciendo el Abanico del Espinal (Qae). Coordenadas: E= 912756.917966 N= 936395.598301 Altura: 300.63 msnm	119
Figura 56. Terraza Aluvial Baja (Qtb), Originada por la acción del Río Magdalena. Coordenadas: E= 918987.881269 N= 965874.321437 Altura: 291.41 msnm.....	120
Figura 57. Deposito Coluvial (Qc), Producto de la caída de detritos de los cerros aledaños. Coordenadas: E= 891379.972869 N= 961045.802760 Altura: 615.05 msnm.....	121
Figura 58. Depósitos Aluviales (Qal), sobre las Márgenes del río Luisa cerca del poblado de Rovira. Coordenadas: E= 875809.41435 N= 958740.3875350 Altura: 714.85 msnm	122
Figura 59. Densidad de fracturamiento para la cuenca, a Escala 1: 25.000.....	125
Figura 60. Perfil Geológico A – A' 1: 25.000	128
Figura 61. Esquema de jerarquización geomorfológica propuesto para INGEOMINAS (Tomado y adaptado de Carvajal y Otros, 2005).....	133
Figura 62. Rasgos geomorfológicos obtenidos mediante la fotointerpretación de sensores remotos en la cuenca del río Luisa	137
Figura 63. Geomorfología con criterios morfogenéticos en la cuenca escala 1: 25.000 .	139
Figura 64. Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión (Dco)	140
Figura 65. Colina remanente (Dcre).....	140
Figura 66. Colina remanente disectada (Dcred).....	141
Figura 67. Cerro remanente o relicto (Dcrem).....	141
Figura 68. Colina remanente muy disectada (Dcremd)	142
Figura 69. Cerro residual (Dcrs).....	142
Figura 70. Cono de deslizamiento indiferenciado (Ddi).....	143
Figura 71. Cono o lóbulo de deslizamiento rotacional (Ddrt).....	143
Figura 72. Cono o lóbulo de deslizamiento traslacional (Ddtr).....	144
Figura 73. Escarpe de erosión mayor (Deem).....	144
Figura 74. Escarpe de erosión menor (Deeme)	145
Figura 75. Cono o lóbulo de flujo indiferenciado (Dft).....	145
Figura 76. Glacis de erosión (Dge)	146
Figura 77. Lomo denudado bajo de longitud larga (Dldebl)	147
Figura 78. Morfología Típica del Batolito de Ibagué, Lomas Denudadas de Longitud Larga (Dldeml). Coordenadas: E= 868878.439686 N= 962121.509250 Altura: 1117.00 msnm	148
Figura 79. Loma denudada de longitud larga (Dldeml).....	148
Figura 80. Lomeríos disectados (Dldi)	149
Figura 81. Ladera ondulada (Dlo)	149
Figura 82. Loma residual (Dlor)	150
Figura 83. Lomeríos poco disectados (Dlpd).....	151
Figura 84. Lomo Residual (Dlres) al Sur Occidente del Poblado del Valle de San Juan. Coordenadas: E= 883082.426052 N= 954156.195942 Altura: 623.41 msnm.....	151
Figura 85. Lomo residual (Dlres).....	152
Figura 86. Montículo y ondulaciones denudacionales (Dmo)	152
Figura 87. Planicie (Dp) al Sur Oriente del Poblado del Valle de San Juan. Coordenadas: E= 882320.833595 N= 953205.510356 Altura: 623.22 msnm.....	153
Figura 88. Planicie (Dp)	153
Figura 89. Planicie colinada denudada (Dpcd).....	154
Figura 90. Sierra denudada (Dsd).....	154
Figura 91. Sierra residual (Dsr).....	155

Figura 92. Albardón o diques naturales (Fa)	156
Figura 93. Barra compuesta (Fbc)	156
Figura 94. Barra longitudinal (Fbl).....	157
Figura 95. Barra puntual (Fbp).....	158
Figura 96. Cauce aluvial (Fca)	158
Figura 97. Laguna (Flg)	159
Figura 98. Meandro abandonado (Fma).....	159
Figura 99. Plano de inundación (Fpi) originados por el río Magdalena en la parte baja de la cuenca. Coordenadas: E= 918988.095508 N= 965874.543701 Altura: 291.42 msnm ..	160
Figura 100. Plano de inundación (Fpi)	161
Figura 101. Terraza de acumulación (Fta), al oriente del poblado de Rovira. Coordenadas: E= 880950.314709 N= 957112.968341 Altura: 637.22 msnm.....	161
Figura 102. Terraza de acumulación (Fta)	162
Figura 103. Terraza de acumulación antigua (Ftan).....	162
Figura 104. Terraza de acumulación subreciente (Ftas), al Margen del río Magdalena Coordenadas: E= 912775.812055 N= 936295.941605 Altura: 295.20 msnm.....	163
Figura 105. Terraza de acumulación subreciente (Ftas)	163
Figura 106. Cerro estructural (Sce).....	164
Figura 107. Ladera de contrapendiente de cuesta (Sclc)	165
Figura 108. Ladera estructural de cuesta (Scl).....	165
Figura 109. Espolón festoneado (Sefes).....	166
Figura 110. Espolón bajo de longitud corta (Sesbc).....	166
Figura 111. Lomo estructural (Sl).....	167
Figura 112. Morfología Característica del Grupo Honda, Ladera Estructural (Sle) Coordenadas: E= 885255.047304 N= 964955.566835 Altura: 739.00 msnm.....	167
Figura 113. Ladera estructural (Sle).....	168
Figura 114. Lomo de falla	168
Figura 115. Escarpe de línea de falla originada por acción de la Falla del Gobernador. Coordenadas: E= 867595.338926 N= 957612.033365 Altura: 970.90 msnm.....	169
Figura 116. Escarpe de línea de falla (Slfe)	169
Figura 117. Meseta estructural (Sm) en Grupo Honda al sur del poblado de Payande Coordenadas: E= 885505.360888 N= 965654.764049 Altura: 797.11 msnm.....	170
Figura 118. Meseta estructural (Sm).....	170
Figura 119. Escarpe de meseta (Sme)	171
Figura 120. Ladera de contrapendiente sierra anticlinal (Ssalc).....	171
Figura 121. Ladera estructural de sierra anticlinal (Ssale) en la Formación Caballo. Coordenadas: E= 884250.688813 N= 965296.245117 Altura: 352.00 msnm.....	172
Figura 122. Ladera estructural de sierra anticlinal (Ssale)	172
Figura 123. Sierra anticlinal (Ssan).....	173
Figura 124. Sierra homoclinal (Ssh).....	173
Figura 125. Ladera en contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc). Notese los estratos basculados buzando hacia al oriente. Coordenadas: E= 888005.789733 N= 963344.485357 Altura: 756.57 msnm	174
Figura 126. Ladera estructural sierra homoclinal (Sshle)	175
Figura 127. Sierras y lomos de presión (Sslp).....	175
Figura 128. Ladera de contrapendiente sierra sinclinal (Ssslc)	176
Figura 129. Ladera estructural de sierra sinclinal (Sssle), modificando formaciones del Cretácico. Coordenadas: E= 879890.722873 N= 952980.207397 Altura: 732.70 msnm	177
Figura 130. Ladera estructural de sierra sinclinal (Sssle).....	177
Figura 131. Cono Lahárico (Vcl)	178

Figura 132. Flujo piroclástico aterrazado (Vfp).....	179
Figura 133. Escarpe de flujo piroclástico aterrazado (Vfpe)	179
Figura 134. Manto de piroclastos (Vmp)	180
Figura 135. Canteras (Ac).....	181
Figura 136. Canal artificial (Aca).....	181
Figura 137. Áreas de explotación minera (Aemc)	182
Figura 138. Planos y campos de llenos antrópicos (Ar)	182
Figura 139. Erosión difusa y en surcos sobre el suelo residual del Batolito de Ibagué al occidente del poblado de Rovira. Coordenadas: E= 860384.770455 N= 963161.454581 Altura: 1939.56 msnm.....	185
Figura 140. Socavación del Río Luisa sobre el Abanico del Guamo, en la parte baja de la cuenca en estudio. Coordenadas: E= 888736.236827 N= 949900.322543 Altura: 532.09 msnm.....	186
Figura 141. Caída de rocas y deslizamiento en cuñas típico en los materiales competentes (areniscas y conglomerados) de la Formación Gualanday Superior	187
Figura 142. Obsérvese en una imagen tomada de Google Earth (2016), los marcados procesos antrópicos sobre los abanicos en la parte baja de la cuenca	188
Figura 143. Procesos morfodinámicos escala 1: 25.000	190
Figura 144. Formato de campo diligenciado en el recorrido técnico por la zona alta y media de la cuenca en estudio	192
Figura 145. Distribución de los procesos de remoción menores en la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena. Obsérvese que casi todos los procesos se acumulan en la zona media alta de la cuenca, afectando en su mayoría rocas del Batolito de Ibagué (Jgdi)	219
Figura 146. Ubicación de procesos menores en la cuenca del Río Luisa y otros Directos al Magdalena según bases de datos de los Actores Municipales, SIMMA (SGC), DESINVENTAR y CORTOLIMA	220
Figura 147. Ubicación de procesos morfodinámicos levantados en la salida técnica sobre la zona alta y media de la cuenca del Río Luisa y otros Directos al Magdalena.....	221
Figura 148. Plano de unidades geomorfológicas según Zink, a escala 1: 25000, para la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena.....	232
Figura 149. Unidades geológicas superficiales	238
Figura 150. Susceptibilidad a movimientos en masa	270
Figura 151. Perfil de meteorización utilizado para agrupar los materiales geológicos en el mapa de unidades Geológicas superficiales. Tomado y modificado de Dearman (1974, 1991)	271
Figura 152. Factor G.S.I para Macizos Rocosos (Tomado de Hoek et al., 1998)	272
Figura 153. Formato de campo diligenciado para adquisición y caracterización de unidades de roca en campo.....	274
Figura 154. Geológico-geomorfológico de la cuenca del río Luisa	276
Figura 155. Leyenda Geológico-geomorfológico de la cuenca del río Luisa.....	277

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Mapas - Digital

Anexo 2. Salidas Cartográficas - Digital

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento presenta el POMCA de la Cuenca Río Luisa y Otros Directos al Magdalena, presentado por el Consorcio Vino Tinto y Oro para el desarrollo del Contrato de Consultoría N° 614 de Diciembre de 2015, cuyo objeto es “Elaborar (Formular) el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Luisa y Otros Directos al Magdalena, en el Marco del proyecto incorporación del Componente de Gestión del Riesgo como determinante Ambiental del Ordenamiento Territorial en los procesos de formulación y/o actualización de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas afectadas por el fenómenos de la Niña 2010-2011”.

Corresponde a la fase de diagnóstico, específicamente sobre lo relacionado con el componente geológico y geomorfológico, cumplimiento con la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas POMCAS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS – 2014), y PROTOCOLO PARA LA INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LOS PLANES DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS (MINAMBIENTE, MINHACIENDA Y Fondo de Adaptación, 2014).

2. ALCANCES

Los análisis de susceptibilidad, amenaza, vulnerabilidad y riesgo fueron replanteados en esta versión del diagnóstico para llevarla al cumplimiento de los requisitos técnicos en términos de resultados respecto a las versiones anteriores. Por ello, téngase en cuenta de manera integral para los componentes de geología, geomorfología y gestión de riesgo que se encontrarán diferencias evidentes en el planteamiento de sus contenidos y productos respecto a versiones anteriores, pero también se intenta conservar lo máximo posible en documentación (sin adentrarse en forma ni estilo) y aprovechar en la medida de la pertinencia las variables desarrolladas previamente. Estas modificaciones en los insumos se ejecutaron para lograr únicamente el cumplimiento del componente de gestión de riesgo y no propiamente para cada componente por sí mismo que ya se encontraba aprobado, de tal forma que la dependencia de las modificaciones ocurre solamente en la evaluación de susceptibilidades y amenazas por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales. Es así como fue necesario realizar la fotointerpretación geológica y geomorfológica de toda la cuenca en la escala requerida 1:25k, se identificaron miles de procesos morfodinámicos no identificados previamente, se ajustaron todos los contactos de unidades geológicas y subunidades geomorfológicas y se reemplazaron completamente las UGS y la zonificación geotécnica. Con estos ajustes de insumos se replantearon todas las variables de susceptibilidades y amenazas, se replantearon los procedimientos para ajustarse a los requisitos metodológicos de los alcances técnicos y aportar con variables adicionales que dan valor agregado a los resultados.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO



3.1. LOCALIZACIÓN


La cuenca del río Luisa y Otros Directos al Magdalena, se encuentra localizada en el departamento del Tolima, el cual se encuentra situado en la parte centro – occidental del país, limita con la cuenca del río Coello por el Norte, con el departamento de Cundinamarca por el Oriente, con la cuenca del río Saldaña por el Sur y al Occidente con el departamento del Quindío.

La cuenca está conformada por 6 municipios los cuales se encuentran localizados al sur del departamento, estos son: Espinal, Guamo, Flandes, San Luis, Valle de San Juan y Rovira, a continuación en la Tabla 1 se presentan los Centros Poblados que se encuentran dentro de la Jurisdicción de la Cuenca por Municipio, y la Autoridad Ambiental pertinente para cada uno de ellos.

Tabla 1. División política- administrativa de la cuenca

Municipio	Símbolo	Veredas	Área Total (ha)	Área cuenca (ha)	Porcentaje cuenca (%)
ESPINAL		Agua Blanca Alta	592,68	592,68	0,55%
		Agua Blanca Baja Sector La Morena	975,81	479,66	0,44%
		Agua Blanca Sector de la Dulce	941,69	941,69	0,87%
		Caimanera	1622,00	1622,00	1,50%
		Canasto	1309,90	1309,90	1,21%
		Coyarco	336,49	336,49	0,31%
		Delicias	507,96	450,15	0,42%
		Dindalito Centro	202,25	202,25	0,19%
		Dindalito Sector Sena	646,32	646,32	0,60%
		Dndalito Sector La Unión	149,74	149,74	0,14%
		Espinal	1140,58	1140,58	1,05%
		Guadalejos	1902,26	1902,26	1,76%
		Guaduañejo	546,82	546,82	0,51%
		Guasimal	700,24	700,24	0,65%
		Guayabal	486,50	486,50	0,45%
		La Arenosa	478,38	476,62	0,44%
		La Joya	1074,36	854,86	0,79%
		Montalvo	1108,71	1108,71	1,03%
		Pascual Aldana y Andagoya	339,85	339,85	0,31%
		Paso Ancho	300,94	300,94	0,28%
Patio Bonito	553,27	553,27	0,51%		
Peladero	274,74	274,74	0,25%		
Rincón de San Francisco	846,07	310,30	0,29%		
San Francisco Centro	904,77	249,18	0,23%		

		Santa Ana	1110,24	1110,24	1,03%
		Sucre	537,25	537,25	0,50%
		Talura Puerto Rondón	1534,84	1534,84	1,42%
		Trinidad	584,07	584,07	0,54%
TOTAL ESPINAL			21708,73	19742,17	18,25%
FLANDES		Camala	1742,99	1742,99	1,61%
		El Paraíso	1873,97	1873,97	1,73%
		Flandes	565,50	565,50	0,52%
		Paradero	1983,92	1983,92	1,83%
		Puerta Blanca - Camala	1699,12	1362,46	1,26%
		Topacio	1822,38	1822,38	1,68%
TOTAL FLANDES			9687,87	9351,21	8,65%
GUAMO		Cabecera Municipal	413,50	218,44	0,20%
		Callejón De Guaduas	1039,76	1039,76	0,96%
		Callejón De Guaduas El Porvenir	643,53	643,53	0,60%
		Callejón De Guaduas Saman	527,28	527,28	0,49%
		Cañada Alta	1281,55	1281,55	1,18%
		Cañada Baja	980,23	980,23	0,91%
		Cañada Ondequeras	712,09	712,09	0,66%
		Cañada Unión	2171,39	2171,39	2,01%
		Centro Chipuelo	1644,98	1644,98	1,52%
		Cerro Gordo	5062,94	5062,94	4,68%
		Cerro Gordo Los Peñones	377,89	376,21	0,35%
		Chontaduro	1509,94	1509,94	1,40%
		El Badeo	1119,02	1119,02	1,03%
		Jagualito El Rodeo	488,10	488,10	0,45%
		Jagualito Pueblo Nuevo	1647,56	1647,56	1,52%
		La Chamba	1057,02	1057,02	0,98%
		La Isla	2340,45	2340,45	2,16%
		La Luisa	2282,31	911,63	0,84%
		Las Mercedes	1766,17	1766,17	1,63%
		Las Mercedes El Oval	467,94	467,94	0,43%
		Loma De Luisa	842,06	842,06	0,78%
		Oriente Chipuelo	424,69	424,69	0,39%
		Pajuil	348,16	348,16	0,32%
		Pringamosal	126,48	126,48	0,12%
Pringamosal Diamante	944,22	944,22	0,87%		
Pringamosal El Tuno	872,33	872,33	0,81%		
Pringamosal Guacamaya	852,73	852,73	0,79%		
Pringamosal Los Pasos	316,46	316,46	0,29%		

		Quinto Chipuelo	1914,74	1914,74	1,77%
		Rincón Santo	330,90	49,54	0,05%
		Rincón Santo Centro	327,85	181,09	0,17%
		Serrezuela	223,46	223,46	0,21%
		Serrezuela Las Garzas	1067,96	1067,96	0,99%
		Serrezuela Paraíso	598,74	598,74	0,55%
		Serrezuela Primavera	504,40	504,40	0,47%
		Tovar	461,96	461,96	0,43%
TOTAL GUAMO			37690,83	35695,29	33,00%
ROVIRA		Alto de San Juan Arriba	293,99	110,27	0,10%
		Alto De San Pedro	423,49	423,45	0,39%
		Boquerón	285,05	215,08	0,20%
		Buenos Aires	555,61	555,61	0,51%
		Cabecera Municipal	203,26	203,26	0,19%
		El Golupo	894,71	96,81	0,09%
		El Real	1160,63	100,25	0,09%
		Guadual	741,43	741,43	0,69%
		Guadual Alto	182,07	182,07	0,17%
		La Chapa	1405,65	1388,25	1,28%
		La Divisa	662,37	662,37	0,61%
		La Islandia	1793,15	1763,32	1,63%
		La Laguna- Andes	890,71	890,55	0,82%
		La Libertad	691,64	241,62	0,22%
		La Luisa	1004,30	1004,30	0,93%
		La Palmita	971,01	971,01	0,90%
		La Retirada	2114,36	956,30	0,88%
		La Toma	279,40	279,40	0,26%
		Manga Alta	376,89	365,72	0,34%
		Manga Baja	1095,71	1095,71	1,01%
		Montenegro	1506,07	1506,07	1,39%
		Pastales	320,86	320,86	0,30%
		Providencia	605,41	605,41	0,56%
San Javier La Troja	437,48	437,48	0,40%		
San Juan Bajo	305,33	128,57	0,12%		
San Roque	279,48	277,79	0,26%		
San Roque Alto	356,28	356,28	0,33%		
Santa Bárbara	574,85	574,85	0,53%		
TOTAL ROVIRA			20411,16	16454,09	15,21%
SAN LUIS		Caracolí	2035,52	2035,52	1,88%
		Contreras	1801,41	492,05	0,45%

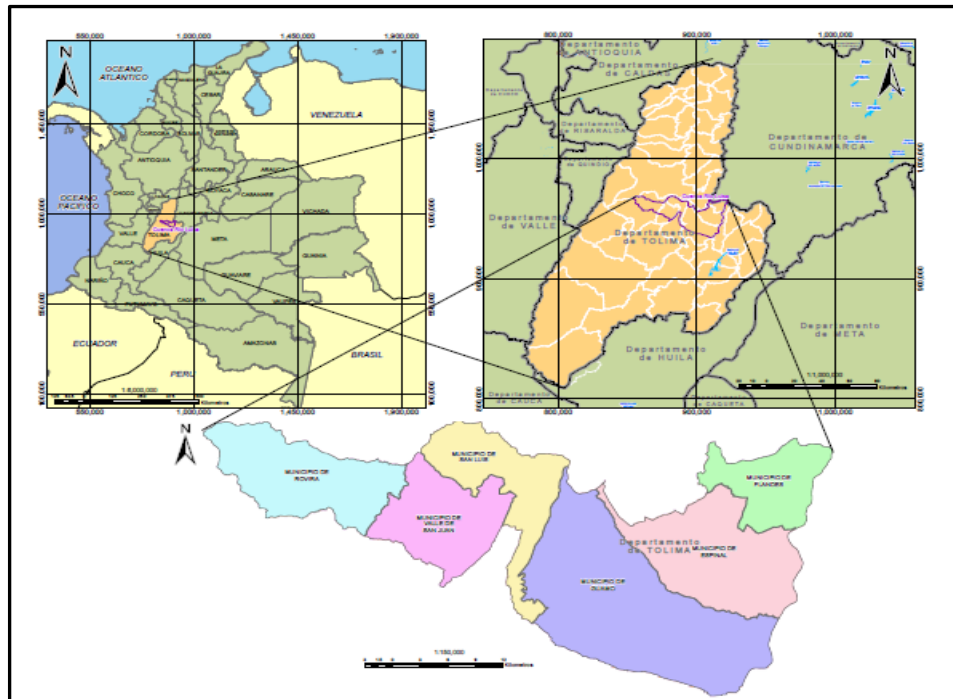
		El Hobo	2090,55	1445,25	1,34%
		El Puño	1436,87	165,97	0,15%
		El Salitre	1866,45	1866,45	1,73%
		La Flor	2147,82	2013,06	1,86%
		Payande	1949,21	1337,38	1,24%
		Porvenir	1994,87	1994,87	1,84%
		San Cayetano	2801,93	1168,66	1,08%
		San Luis	134,03	35,70	0,03%
		Santa Isabel	2122,58	597,05	0,55%
TOTAL SAN LUIS			20381,23	13151,96	12,16%
VALLE DE SAN JUAN		Agua Clara	1068,03	1060,75	0,98%
		Buenavista Alta	723,67	566,90	0,52%
		Buenavista Baja	1464,95	521,86	0,48%
		Cabuyal	1725,50	1710,87	1,58%
		El Capote	540,75	540,75	0,50%
		El Dinde	1387,01	1387,01	1,28%
		El Imán	650,28	650,28	0,60%
		Guasimito	1291,43	1291,43	1,19%
		Hijo Del Valle	2046,59	1924,77	1,78%
		La Manga	1042,70	1042,70	0,96%
		San Jacinto	301,43	301,40	0,28%
		Santa Rosa	798,92	798,92	0,74%
		Tierras Blancas	1188,74	1188,74	1,10%
		Valle De San Juan	105,15	105,15	0,10%
		Vallecito	668,61	668,61	0,62%
VALLE DE SAN JUAN			15003,76	13760,14	12,72%
TOTAL GENERAL			124883,58	108154,86	100,00%

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

La cuenca cuenta con una extensión de 108.154,856 hectáreas, y se encuentra localizada en las siguientes coordenadas X mínimo: 857257.98m Y mínimo: 934403.12m y X máximo: 922452.17m - Y máximo: 968980.26m.

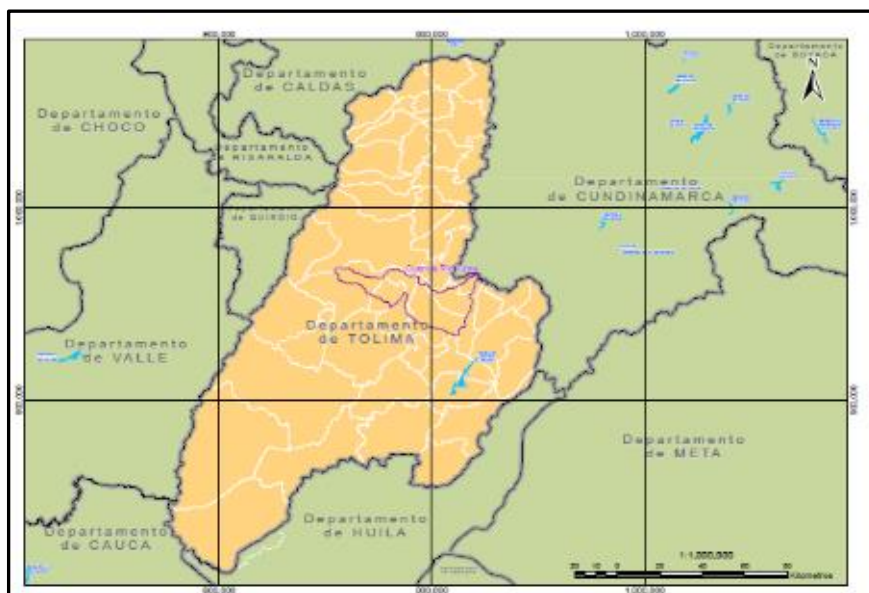
A continuación, se presenta de manera gráfica el área de estudio, y la localización general de la cuenca del río Luisa (Figura 1 a Figura 3) (SZH 2118).

Figura 1. Área en estudio. Ubicación general de la cuenca río Luisa y otros directos al Magdalena



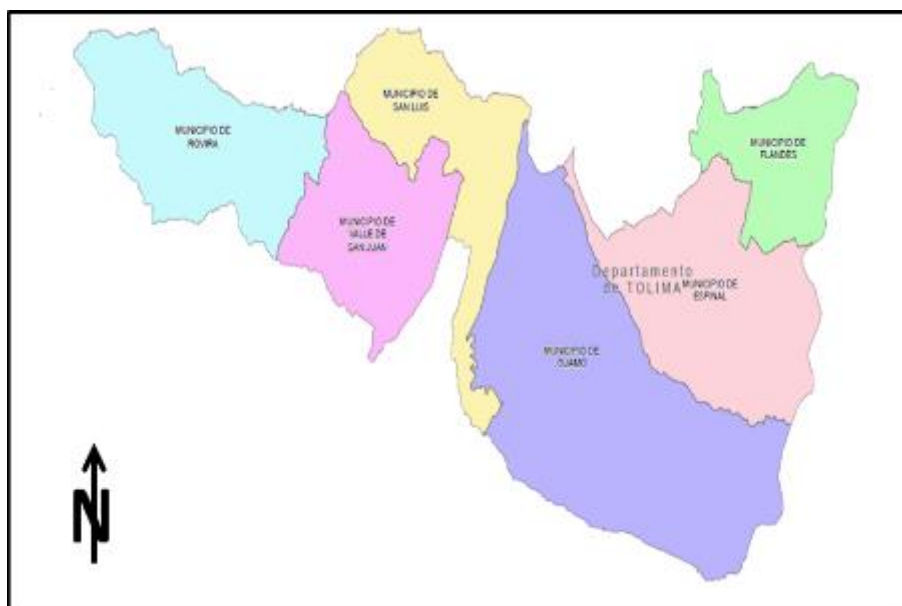
Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017
 (Ver digital: L:\Luisa_Directos_Magdalena\01 Diagnostico\2.1. Carac_Basica\Anexos\Anexo 2. Mapas)

Figura 2. Localización de la cuenca en el Departamento del Tolima



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

Figura 3. Municipios cuenca río Luisa y otros directos al Magdalena



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

3.2. CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA

Las actividades económicas de la cuenca hidrográfica del río Luisa y otros directos al Magdalena abarcan una extensión de 82.413,24 ha, que representan el 76,17% del territorio, de las cuales 47.021,32 ha (43,46%) se destinan a la producción agrícola, 27.953,14 ha (25,84) a las actividades mixtas, 6.654,53 ha (6,15%) a la producción pecuaria, 776,23 ha (0,72%) en explotación minera y 8,014 ha (0,01%) en plantaciones forestales.

A nivel agrícola, el 43,46% (47021,32 ha) de la cuenca dedica sus suelos a la agricultura, en donde predominan los cultivos de arroz con 35.504,76 ha (32,81%), mosaico de cultivos con 3.478,18 ha (3,21%), café con 2.019,15 ha (1,87%) y mango con 1.099,81 ha (1,02%). En tanto, a nivel pecuario se cuentan con 6.654,53 ha (6,15%) para la producción de carne, leche y doble propósito que se encuentran distribuidas en todos los municipios, con mayor proporción en los municipios de Rovira, San Luis y Valle de San Juan.

Según los registros de Cámara de Comercio, en la cuenca hidrográfica se identifican 238 Agroindustrias que se dedican principalmente a la que se dedican a la producción, transformación y comercialización de productos agropecuarios.

Otra actividad económica relevante para la cuenca hidrográfica es la minería, enfocada principalmente a la explotación de material de arrastre de canteras y lechos de los ríos, en los municipios de Rovira, San Luis y Valle de San Juan, generando fuertes múltiples impactos ambientales.

El turismo y las actividades recreacionales se presenta como un sector económico de gran potencial para el desarrollo de la cuenca, a excepción de los municipios Flandes y Espinal, no cuentan con la infraestructura requerida para el desarrollo de este sector.

3.3. CARACTERIZACIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA

Es necesario articular las instituciones que se encuentran presentes en la cuenca, y hacerlas partícipes de la implementación de programas y proyectos que se estén desarrollando en el ámbito ambiental.

Las alcaldías municipales cuentan con muy poca información de las organizaciones ciudadanas e instancias participativas presentes en la cuenca, por ello se requiere que estas instituciones fomenten los espacios de participación ciudadana, para empoderar a la comunidad en el manejo y protección de los recursos naturales.

Los instrumentos de planificación y administración de los recursos naturales renovables a nivel regional y local, requieren una fuerte inversión territorial, y procesos de seguimiento y evaluación que permitan verificar el cumplimiento de los objetivos trazados; de allí que es fundamental el fortalecimiento de las organizaciones ciudadanas e instancias participativas que desarrollan actividades en la cuenca.

En los documentos que se han elaborado para la formulación del Plan Estratégico de la Macrocuena Magdalena - Cauca, se debe detallar la articulación de este, con los Planes de ordenación y Manejo de Cuencas - POMCAS de las cuencas que hacen parte de la misma.

3.4. ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS

La identificación de los ecosistemas estratégicos y/o áreas de manejo especial, emplazados en el área objeto del presente estudio, se realizó mediante la combinación de información secundaria extraída de diferentes fuentes y la implementación del instrumento de apoyo para la incorporación de la dimensión ambiental conocido como la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), el cual contiene una serie de herramientas destinadas a la toma de decisiones de planificación, su objetivo principal es el de contribuir con el desarrollo de adecuadas políticas ambientales y de sostenibilidad a mediano y largo plazo, teniendo como eje fundamental las principales características del territorio.

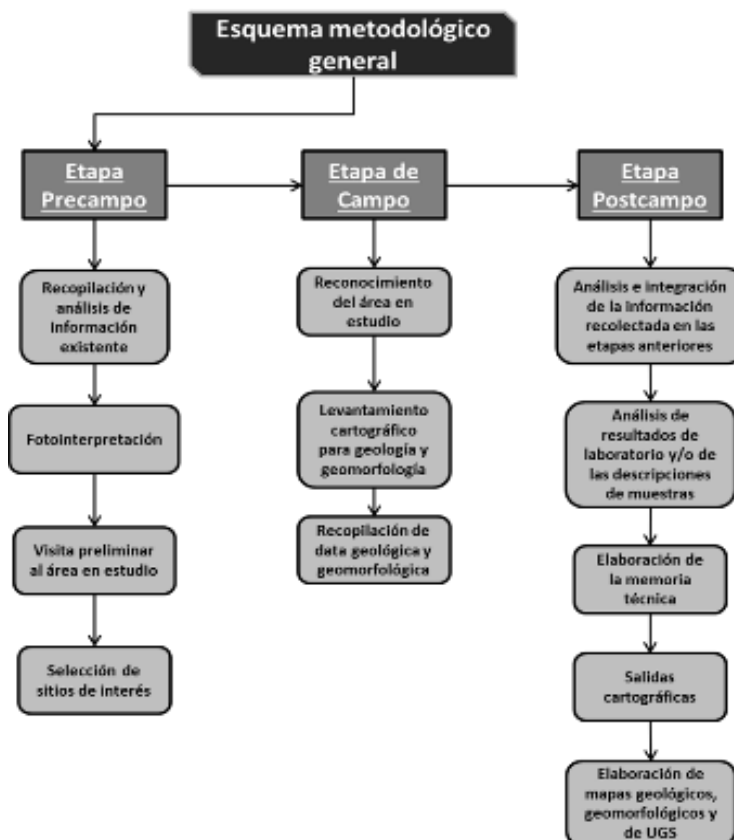
Para lo anterior, se utilizó la herramienta informática denominada “TREMARCOS - COLOMBIA”, la cual consiste en un sistema en línea que evalúa de manera preliminar los impactos sobre la biodiversidad y el ambiente que podrían llegar a generar las obras de infraestructura y así mismo provee recomendaciones sobre las eventuales compensaciones que un determinado proyecto deberá asumir.

Por lo anterior, se identificaron las áreas protegidas de orden nacional y regional declaradas, las reservas forestales de la Ley 2ª de 1959, áreas complementarias para la conservación, sistemas estratégicos de paramos y humedales, otras áreas de importancia para la conservación de la cuenca, y áreas de reglamentación especial.

4. METODOLOGÍA

Con la finalidad de alcanzar las metas planteadas para la formulación de la geología y la geomorfología del POMCA del Río Luisa y Otros Directos al Magdalena, se llevará a cabo una serie de procedimientos, permitiendo la ejecución y análisis de cada paso que involucra el presente trabajo de forma progresiva, organizada y eficiente. A continuación, en la Figura 4, se describe cada uno de los pasos:

Figura 4. Esquema metodológico a seguir para los componentes de geología y geomorfología



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

4.1. FASE PRECAMPO

Recopilación y análisis de la información de referencia existente y temática básica, tales como planos topográficos, fotografías aéreas, geología, geomorfología, así como estudios existentes, entre otros. Esta información se integró en escala 1:100.000. En el análisis situacional realizado para esta cuenca, se hizo una recopilación y breve explicación detallada de toda la información que se recopiló y analizó para estas componentes (documentos, mapas, estudios, entre otros).

Análisis de la fotointerpretación de las aerofotografías del área, tomadas por el I.G.A.C. en diferentes años y de diferentes escalas. Para esta cuenca hidrográfica se manejará una

relación de aerofotografías expresadas en la Tabla 2, la cual se utilizará principalmente para el análisis de (este a oeste), de toda la zona montañosa hasta el principio de los depósitos de baja o nula pendiente (abanicos).

Las aerofotografías utilizadas y relacionadas en la tabla siguiente, se encuentran dentro de la carpeta “SOPORTES”, carpeta “FOTOS_AEREAS_ANALIZ”, en la carpeta de anexos correspondiente a esta componente.

Tabla 2. Relación de aerofotografías a utilizar para fotointerpretación para la parte alta de la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena

FOTOGRAFÍAS AÉREAS					
VUELO	SOBRE	AÑO	ESCALA	FOTOS	CANTIDAD
C-2465	S-36192	1991	1:50700	089-094	6
C-2805	S-40825	2007	1:37000	275-280	6
C-2565	S-37160	1995	1:43840	046-051	6
C-2364	S-34938	1989	1:32100	164-169	6
C-2036	S-31230	1981	1:35500	216-222	7
C-2565	S-37161	1995	1:43900	090-094	5
C-2684	S-38692	2003	1:42280	133-137	5
C-2484	S-38690	2003	1:40800	073-079	7
TOTAL					48

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Para las zonas con poca o nula pendiente, se utilizarán imágenes satelitales de mejor constante y facilidad para la aplicación de filtros, los cuales permiten un mejor análisis y diferenciación de unidades o geoformas en estas zonas. A continuación, en la Tabla 3 se adjunta la relación de las imágenes a utilizar en esta cuenca.

Las ortofotografías utilizadas y relacionadas en la tabla siguiente, se encuentran dentro de la carpeta “SOPORTES”, carpeta “ORTOFOTOS”, en la carpeta de anexos de esta componente.

Tabla 3. Relación de imágenes a utilizar para fotointerpretación de la parte baja de la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena

IMÁGENES SATELITALES					
PLANCHA	SENSOR	FORMATO	RES. ESPACIAL	RES. ESPECTRAL	AÑO
244IVC	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2010
244IVD	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012
245IIIC	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012
245IIID	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012

IMÁGENES SATELITALES					
PLANCHA	SENSOR	FORMATO	RES. ESPACIAL	RES. ESPECTRAL	AÑO
245IVC	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2013
263IIA	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012
263IIB	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012
263IID	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012
264IA	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012
264IB	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012
264IC	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012
264ID	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012
264IIA	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2013
264IIC	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2013
264IIIA	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012
264IIIB	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2013
264IVA	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2010
TOTAL					17

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

De igual forma, el análisis y recopilación se complementará con el uso de otras herramientas para interpretación como el Google Earth o modelos de elevación digital generados mediante sistemas de información geográfica o georreferenciada, siempre y cuando la resolución de la información procesada lo permita.

Visita preliminar al área en estudio, la cual permitió constituir la geología preliminar de la zona, con la data inicial obtenida de la fotointerpretación y del análisis de la información existente.

Elaboración del mapa preliminar de geología producto de la integración de las actividades relacionadas anteriormente.

A partir del mapa preliminar de geología, se eligen los sitios o puntos de interés para recopilación de información primaria en oficina (sensores remotos), como en campo.

Los sitios de interés elegidos se fundamentan en las siguientes consideraciones:

- Nivel de acceso a los sitios que se pretenden documentar. Se incluyen en forma tentativa, los drenajes, caminos y carreteras que se podrían recorrer.
- Correlación de datos geológicos y/o geomorfológicos obtenidos en oficina con los observados en la visita preliminar de campo.
- La disposición y la extensión de los cuerpos de roca o sedimentos aflorantes en el área en estudio.

- Confirmación y posterior documentación de unidades litológicas, estructuras geológicas presentes, unidades geomorfológicas, rasgos morfo genéticos y morfodinámicos, características geomecánicas, entre otras; para obtener así zonas con características homogéneas y hacer la separación de las mismas.
- Rasgos topográficos que permitan definir lineaciones. Estas sirven para encontrar aptitudes estructurales y algunas veces definir contactos de roca.

De forma tal que la información levantada permita verificar y/o modificar el mapa geológico preliminar y generar los nuevos insumos.

A continuación, se pueden observar los posibles sitios de interés, con sus respectivas coordenadas planas y geográficas, como lo muestra la Tabla 4 los cuales fueron visitados en la cuenca. Cabe destacar que estos puntos se escogieron teniendo en cuenta criterios geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos sobre el trabajo de fointerpretación y la salida preliminar.

Tabla 4. Listado de los posibles puntos de interés para la recopilación de información primaria en la cuenca del Río Luisa y otros directos al Magdalena

SITIOS DE INTERÉS					
Cuenca	Id	X	Y	Lat	Long
Río Luisa	1	897473.47	1039522.89	4° 57.178' N	75° 0.115' W
Río Luisa	2	896244.32	1033058.76	4° 53.670' N	75° 0.774' W
Río Luisa	3	888423.81	1033829.95	4° 54.082' N	75° 5.005' W
Río Luisa	4	895034.53	1037455.44	4° 56.054' N	75° 1.432' W
Río Luisa	5	891860.10	1035922.04	4° 55.220' N	75° 3.148' W
Río Luisa	6	882384.38	1030624.04	4° 52.338' N	75° 8.269' W
Río Luisa	7	887829.65	1026274.55	4° 49.983' N	75° 5.320' W
Río Luisa	8	894540.35	1023938.21	4° 48.721' N	75° 1.689' W
Río Luisa	9	879503.56	1026245.13	4° 49.960' N	75° 9.823' W
Río Luisa	10	865634.74	1027157.94	4° 50.442' N	75° 17.324' W
Río Luisa	11	869870.49	1023936.69	4° 48.699' N	75° 15.030' W
Río Luisa	12	876535.36	1020634.68	4° 46.914' N	75° 11.423' W
Río Luisa	13	894251.24	1018906.29	4° 45.991' N	75° 1.842' W
Río Luisa	14	883641.42	1014954.06	4° 43.838' N	75° 7.576' W
Río Luisa	15	866077.29	1021354.87	4° 47.295' N	75° 17.079' W
Río Luisa	16	884531.75	1019803.89	4° 46.470' N	75° 7.098' W
Río Luisa	17	897673.76	1013400.72	4° 43.006' N	74° 59.987' W
Río Luisa	18	905793.31	1014883.45	4° 43.816' N	74° 55.597' W
Río Luisa	19	899916.24	1020767.79	4° 47.005' N	74° 58.780' W
Río Luisa	20	900767.67	1019465.51	4° 46.299' N	74° 58.318' W
Río Luisa	21	910078.58	1008857.04	4° 40.550' N	74° 53.276' W

SITIOS DE INTERÉS					
Cuenca	Id	X	Y	Lat	Long
Río Luisa	22	915866.93	1015735.82	4° 44.285' N	74° 50.150' W
Río Luisa	23	912027.81	1019839.52	4° 46.509' N	74° 52.229' W
Río Luisa	24	873630.79	1027821.60	4° 50.810' N	75° 13.000' W
Río Luisa	25	909158.88	1014920.22	4° 43.838' N	74° 53.777' W
Río Luisa	26	906392.59	1022306.68	4° 47.844' N	74° 55.278' W
Río Luisa	27	917467.80	1010854.71	4° 41.638' N	74° 49.282' W
Río Luisa	28	921095.24	1006528.77	4° 39.293' N	74° 47.318' W
Río Luisa	29	899696.20	1017040.80	4° 44.983' N	74° 58.896' W
Río Luisa	30	878179.79	1016805.81	4° 44.838' N	75° 10.531' W
Río Luisa	31	896260.76	1029436.15	4° 51.705' N	75° 0.763' W

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

4.2. FASE DE CAMPO

Reconocimiento del área de estudio por parte del especialista, para el levantamiento cartográfico detallado de todos elementos geológicos, geomorfológicos y su caracterización correspondiente para el estudio temático del sitio.

Obtención de data geológica y geomorfológica mediante el estudio detallado de los sitios de interés seleccionados en el análisis de las fotografías aéreas y la salida preliminar, así como de cualquier otro sitio (observado en campo al momento de la visita), que puedan presentar características significativas influyentes sobre la dinámica externa o interna del área en estudio.

Con la finalidad de poder categorizar y ordenar la información a recopilar en campo, se utilizaron formatos enfocados a la toma necesaria y oportuna de datos, los cuales permitan la generación de un modelo geológico preciso del área en estudio.

La calidad y veracidad de la información recolectada es directamente proporcional al registro fotográfico realizado para cada uno de los diferentes puntos de interés. Por lo que es fundamental realizar un soporte adecuado y concordante a la información levantada.

4.3. FASE POST CAMPO

Análisis de la información tanto secundaria como la recolectada en los reconocimientos de campo, los cuales conforman los elementos temáticos básicos de la Geología Aplicada a la Ingeniería, para el planteamiento de diferentes alternativas concernientes al cumplimiento de los objetivos propuestos en el estudio de la cuenca hidrográfica.

Análisis de resultados de laboratorio y/o de las descripciones de muestras, mediante este proceso se ordena, clasifica y se presentan los resultados de la recolección de muestras, en formatos, cuadros estadísticos, gráficas elaboradas y sistematizadas a base

de técnicas estadísticas con el propósito de facilitar su comprensión y de corroborar y soportar la información levantada en las salidas de campo.

Elaboración de los planos temáticos correspondientes (geológicos y geomorfológicos locales y/o de detalle, entre otros) a escala 1: 25.000, para las diferentes aplicaciones y elaboración del informe temático respectivo.

5. ANÁLISIS Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

5.1. TIPO DE INFORMACIÓN

La información revisada para la elaboración de este estudio, corresponde principalmente a informes técnicos de carácter municipal, los cuales, presentan de manera resumida, las características principales de las formaciones geológicas aflorantes en cada municipio; de igual manera, se hace referencia muy brevemente a las unidades geomorfológicas que conforman la superficie de los municipios, sin embargo, en la mayoría de los casos no guardan relación entre sí, ya que no se evalúan de acuerdo a metodologías similares.

La información más relevante sobre estos aspectos es la producida por el servicio geológico colombiano (SGC) en las planchas geológicas 244, 245, 263 Y 264, a escala 1:100.000; y en los Mapas geomorfológicos para fenómenos de remoción en masa en las planchas 244, 263 Y 264 a escala 1:100.000.

La revisión de este conjunto de información otorga un buen punto de partida al momento de conceptualizarse sobre las diferentes unidades geológicas y geoestructuras existentes en la zona, todo esto de acuerdo al análisis y alcance de la investigación desarrollada por el SGC.

A continuación, se presenta de manera gráfica la geología regional (Esc. 1: 100.000) de la cuenca objeto de estudio con base en la información del SGC, con la finalidad de poder visualizar las Formaciones Geológicas aflorantes en el área, así como las estructuras geológicas. Esta información servirá como punto de partido para los análisis de los aspectos geológicos a llevarse a cabo dentro de este estudio.

De igual forma, en la Figura 5 se incluye el mapa de geología a escala 1:100.000 que se utilizara como punto de arranque para la verificación y comprobación de las diferentes características geológicas expuestas in situ.

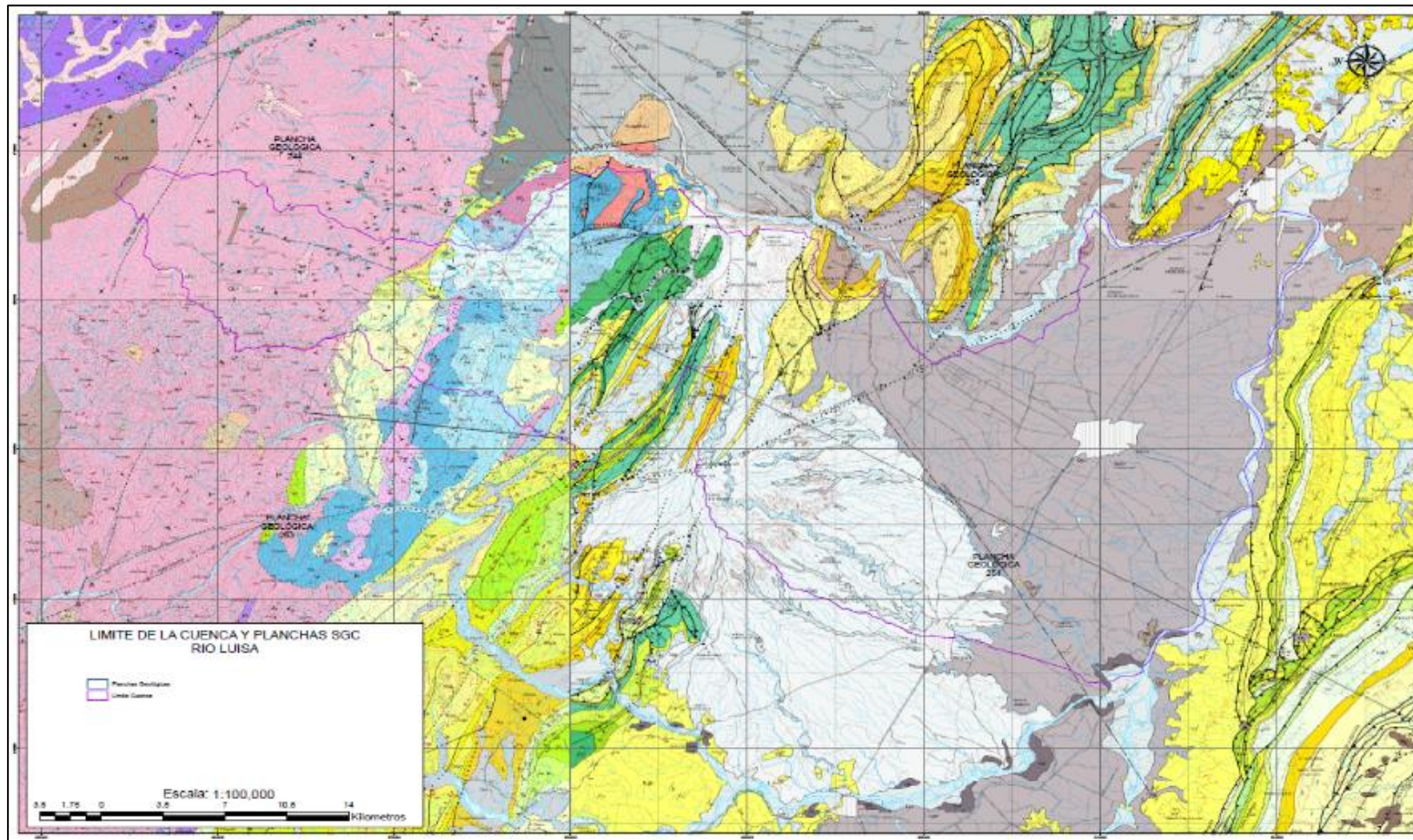
Al igual que las planchas, las aerofotografías e imágenes satelitales son de gran relevancia para este estudio y, la información que se obtengan a partir de estas, servirán como base para soportar todas las características y aspectos geológicos y geomorfológicos que abarcan el área en estudio.

La información a obtener tanto de las planchas, como las fotografías e imágenes satelitales, se complementará con el uso de Google Earth, modelos de elevación digital y sistemas de información geográfica, con la finalidad de poder correlacionar y complementar toda la información a ser levantada en campo.

5.2. REGISTROS

A continuación, en la Tabla 5 a Tabla 13 se muestra una síntesis de cada documento por componente:

Figura 5. Ubicación de la cuenca hidrográfica sobre la geología de las planchas geológicas 244, 245, 263 y 264 respectivamente



Fuente: Geoportel Servicio Geologico Colombiano - SGC. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.
(Ver digital: http://srvags.sgc.gov.co/Flexviewer/Mapa_Geologico_Colombia/)

Tabla 5. Registros Documentos – Geología - FISGEO-001

Componente de caracterización	FISGEO-001
Título del documento	POMCA RÍO LUISA FASE III
Fecha de publicación	1996
Autor (es)	CORTOLIMA
Fuente	CORTOLIMA
Nivel	Departamental
Elementos clave y conclusiones	Hace referencia a las formaciones geológicas presentes en el área de la cuenca divide por eras geológicas, así como presenta las unidades geomorfológicas más relevantes y los procesos morfodinámicos actuantes.
Ubicación	Cuenca del Río Luisa
Escala de trabajo	N/A
Tipo de documento	Informe

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Tabla 6. Registros Documentos – Geología - FISGEO-002

Componente de caracterización	FISGEO-002
Título del documento	Esquema de Ordenamiento territorial Municipio de Rovira
Fecha de publicación	2001
Autor (es)	
Fuente	Alcaldía Municipal de Rovira
Nivel	Local
Elementos clave y conclusiones	Se presenta la caracterización geológica del municipio de Rovira obtenida a partir de los mapas geológicos departamentales (INGEOMINAS, 1995) de igual manera se presenta rasgos relacionado a las características geoestructurales regionales. No se presenta un capítulo de geomorfología, sin embargo se presentan características fisiográficas paisajísticas asociadas a la litología presente.
Ubicación	Municipio de Rovira
Escala de trabajo	1:25000
Tipo de documento	Informe y plano

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Tabla 7. Registros Documentos – Geología - FISGEO-003

Componente de caracterización	FISGEO-003
Título del documento	Agenda Ambiental del Municipio Valle de San Juan
Fecha de publicación	2009
Autor (es)	CORTOLIMA
Fuente	CORTOLIMA
Nivel	Local
Elementos clave y conclusiones	Hace referencia a las características de las unidades geológicas presentes en el municipio tomadas del EOT.

Componente de caracterización	FISGEO-003
Ubicación	Municipio del Valle de San Juan
Escala de trabajo	N/A
Tipo de documento	Informe

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Tabla 8. Registros Documentos – Geología - FISGEO-004

Componente de caracterización	FISGEO-004
Título del documento	Esquema de Ordenamiento territorial
Fecha de publicación	2001
Autor (es)	Alcaldía Municipal del Valle de San Juan
Fuente	Alcaldía Municipal del Valle de San Juan
Nivel	Local
Elementos clave y conclusiones	Se presenta la caracterización geológica del municipio, de igual manera se presenta rasgos relacionado a las características geoestructurales regionales. No se presenta un capítulo de geomorfología, sin embargo se presentan características fisiográficas paisajísticas asociadas a la litología presente.
Ubicación	Municipio de Valle de San Juan
Escala de trabajo	1:25.000
Tipo de documento	Documento Técnico y Plano

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Tabla 9. Registros Documentos – Geología - FISGEO-005

Componente de caracterización	FISGEO-005
Título del documento	Agenda ambiental Municipio San Luis
Fecha de publicación	2001
Autor (es)	CORTOLIMA
Fuente	CORTOLIMA
Nivel	Local
Elementos clave y conclusiones	Hace referencia a las características de las unidades geológicas presentes en el municipio Se presenta una breve descripción de las geoformas desde el punto de vista de paisajes dentro del apartado de fisiografía y suelos.
Ubicación	Municipio de San Luis
Escala de trabajo	N/A
Tipo de documento	Documento Técnico

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Tabla 10. Registros Documentos – Geología - FISGEO-006

Componente de caracterización	FISGEO-006
Título del documento	Agenda Ambiental Municipio del Guamo
Fecha de publicación	2009
Autor (es)	CORTOLIMA
Fuente	CORTOLIMA
Nivel	Local
Elementos clave y conclusiones	Presenta las características más relevantes de las formaciones geológicas que afloran en el área del municipio, así como las principales estructuras geológicas. No se presenta un capítulo de geomorfología, sin embargo se presentan características fisiográficas paisajísticas asociadas a la litología presente siguiendo la clasificación de Villota de 1992.
Ubicación	Municipio de Guamo
Escala de trabajo	N/A
Tipo de documento	Documento Técnico

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Tabla 11. Registros Documentos – Geología - FISGEO-007

Componente de caracterización	FISGEO-007
Título del documento	Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Flandes
Fecha de publicación	2000
Autor (es)	-
Fuente	Alcaldía Municipal de Flandes
Nivel	Local
Elementos clave y conclusiones	Se desarrollan las principales características de las formaciones geológicas que se encuentran presentes en el área del municipio. Se explican las unidades geomorfológicas a partir de la metodología de H. Villota, 1991.
Ubicación	Municipio de Flandes
Escala de trabajo	1:25.000
Tipo de documento	Documento Técnico y planos

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Tabla 12. Registros Documentos – Geología - FISGEO-008

Componente de caracterización	FISGEO-008
Título del documento	Aerofotografías. Vuelo y sobre: C-2465 / S-36192; C-2805 / S-40825; C-2565 / S-37160; C-2364 / S-34938; C-2036 / S-31230; C-2565 / S-37161; C-2684 / S-38692; C-2684 / S-38690
Fecha de publicación	1991; 2007; 1995; 1989; 1981; 1995; 2003; 2003 (Respectivamente al anterior)
Autor (es)	-
Fuente	IGAC

Componente de caracterización	FISGEO-008
Nivel	Global
Elementos clave y conclusiones	Recopilación de información básica y relevante sobre las diferentes características geológicas y geomorfológicas en relieve montañoso, como los tipos de litologías, estructuras geológicas, morfométricas, morfodinámicas, morfo genética, morfoestructuras, entre otras. Además de su distribución espacial y la forma en como los factores endógenos y exógenos que moldean el planeta, han afectado sus propiedades en las últimas décadas.
Ubicación	Área de la cuenca
Escala de trabajo	1:32.100 a 1:50.700
Tipo de documento	Fotografías

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Tabla 13. Registros Documentos – Geología - FISGEO-009

Componente de caracterización	FISGEO-009
Título del documento	Imágenes Satelitales Rapideye. Plancha: 244IVC; 244IVD; 245IIIC; 245IIID; 245IVC; 263IIA; 263IIB; 263IID; 264IA; 264IB; 264IC; 264ID; 264IIA; 264IIC; 264IIIA; 264IIIB; 264IVA
Fecha de publicación	2012
Autor (es)	-
Fuente	IGAC
Nivel	Global
Elementos clave y conclusiones	Recopilación de información básica y relevante sobre las diferentes características geológicas y geomorfológicas en relieve plano, como los tipos de litologías, estructuras geológicas, morfométricas, morfodinámicas, morfo genética, morfoestructuras, entre otras. Además de su distribución espacial y la forma en como los factores endógenos y exógenos que moldean el planeta, han afectado sus propiedades en los últimos años.
Ubicación	Área de la cuenca
Escala de trabajo	7 metros (resolución espacial)
Tipo de documento	Fotografías

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

5.3. EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN

En la Tabla 14 se presenta la evaluación de los criterios de pertinencia, fiabilidad, calidad y actualidad de la información para el componente de geología y geomorfología, según la escala establecida para el proyecto, donde a partir de la misma, se configuró la valoración cualitativa final.

Tabla 14. Evaluación de Criterios – Geología

TÍTULO	FECHA	PERTINENCIA	FIABILIDAD	CALIDAD	ACTUALIDAD	PROMEDIO CALIFICACIÓN
POMCA RÍO LUISA FASE III, 1996	1996	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta
Esquema De Ordenamiento Territorial Municipio De Rovira 2001	2001	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta
Agenda Ambiental Valle De San Juan, 2009	2009	Media	Media	Alta	Baja	Media
Esquema De Ordenamiento Territorial Municipio Del Valle De San Juan 2001	2001	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta
Agenda Ambiental Municipio De San Luis, 2009	2009	Media	Media	Alta	Baja	Media
Agenda Ambiental Municipio Del Guamo, 2009	2009	Media	Media	Media	Media	Media
Esquema De Ordenamiento Territorial Municipio Flandes, 2000	2000	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta
Aerofotografías.	1981 a 2007	Alta	Alta	Alta	Media	Alta
Imágenes Satelitales Rapideye.	2012	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta

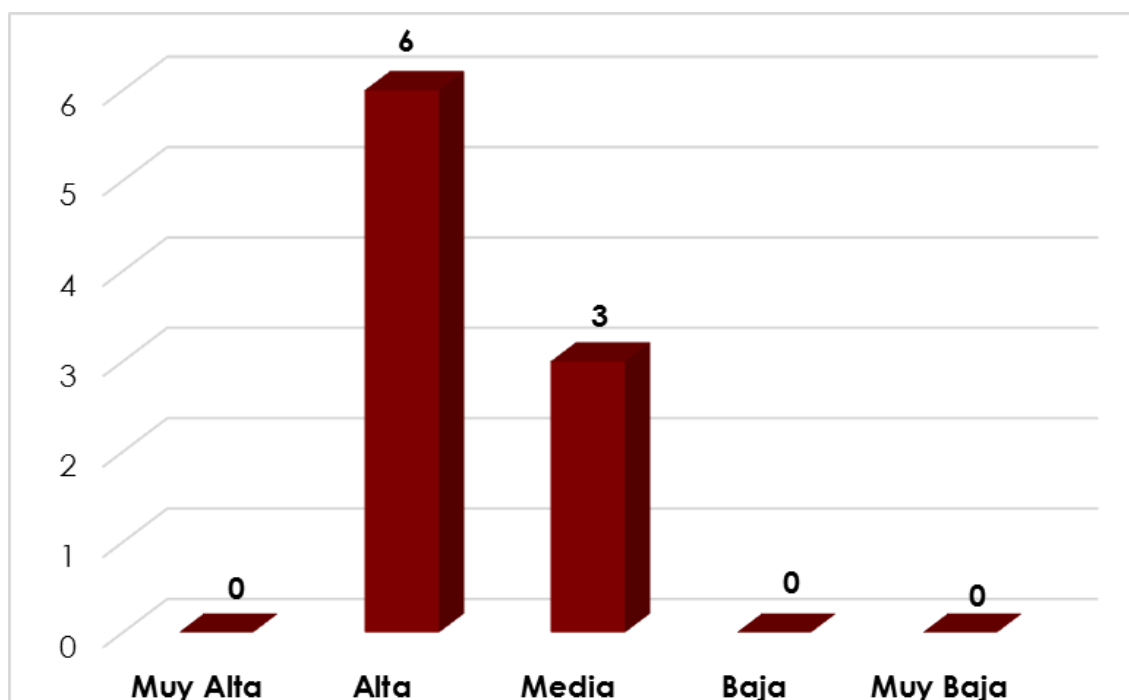
Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Del total de los documentos analizados, se encontraron tres (3) documentos que incluyen la temática de geología y cuatro (4) incluyen las dos temáticas. De los 9 documentos consultados, seis (6) son de nivel municipal, pertenecientes a los municipios que componen la cuenca hidrográfica (Agendas ambientales, EOT, planes de emergencia y acuerdos municipales), un documento de características multiregional y las secciones que comprenden las aerofotografías y las imágenes satelitales que abarcan el área total de la cuenca.

Lo anterior comprende la evaluación geológica y geomorfológica para el POMCA de la cuenca de Río Luisa y otros Directos al Magdalena.

De manera general la información presentada por los documentos, es obtenida a partir de la cartografía regional o departamental producida por INGEOMINAS, de lo cual podemos clasificar seis documentos en categoría alta y tres documentos clasificados en categoría media como lo muestra la Figura 6.

Figura 6. N° Documentos Revisados – Geología y Geomorfología



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

En el ámbito geológico, los documentos municipales describen las formaciones geológicas que se encuentran presentes o afloran dentro del área de cada municipio; en la mayoría de los casos, esta información es obtenida a partir del plano geológico del departamento de Tolima a escala 1:250.000, lo cual sirve para correlacionar la información presentada para cada municipio.

Es importante resaltar que, para cada uno de los documentos revisados, no se evidencian trabajos de campos o trabajos específicos que permitieran aumentar el nivel de detalle o disminuir la escala de trabajo, lo cual hubiese sido una contribución importante para la realización de este estudio. Las descripciones de las formaciones son obtenidas a partir de las descripciones generales expresadas en las memorias explicativas de los mapas utilizados.

Desde el punto de vista geológico estructural, los documentos nombran y describen las principales estructuras geológicas presentes en los distintos municipios, lo cual brinda una idea del régimen regional de esfuerzos que pueden estar afectando a las rocas en el área. En el POMCA Río Luisa, 1996, se presenta las formaciones geológicas presentes en el área de la cuenca la cual es concordante con la presentada en el resto de documentos evaluados, de igual manera que los estudios anteriores, la información es tomada de los estudios regionales presentados por INGEOMINAS.

Tomando en cuenta lo anterior se revisaron las planchas geológicas de INGEOMINAS a escala 1:100.000, con las cuales se pudo cotejar la información presente, con la de los

documentos antes mencionados, con lo cual se pudo determinar de una mejor manera las formaciones geológicas presentes en el área de estudio.

En lo referente a la Geomorfología, por tratarse de un componente concurrente con la Geología, se trata de manera transversal en casi todos los estudios, variando la metodología de evaluación de las geoformas. Aunque la mayoría de los documentos utilizan metodologías diferentes de evaluación, en algunas se utiliza la metodología propuesta por Villota, 1991; en la que se clasifican las expresiones fisiográficas de acuerdo a características paisajísticas y su litología correspondiente.

Sin embargo, con el fin encontrar documentos que brindaran información que pudiese ser extrapolada, se revisaron los mapas geomorfológicos del SGC a escala 1:100.000 disponibles para la zona de la cuenca, con lo cual se pudieron establecer criterios de evaluación, y definir una metodología a utilizar para la consecución del alcance del estudio.

Entre las aerofotografías y las imágenes satelitales se cubre toda la extensión de la cuenca en estudio. Para esta cuenca se manejan un total de 48 aerofotografías que se utilizarán para el análisis de información prioritario en la zona montañosa (comprendida principalmente por los municipios de Rovira, Valle de San Juan y San Luis), es decir, en un 45% del área en estudio; mientras que las 17 imágenes satelitales se utilizarán para recopilar información en el área faltante, la cual abarca prácticamente todo la zona plana o de abanicos que conforma la cuenca (Municipios del Guamo, Espinal y Flandes).

Las aerofotografías y las imágenes satelitales se usarán de esta manera para optimizar el proceso de recopilación de información, debido a que en relieves montañosos se facilita el uso de estereoscopia para la delimitación de unidades, estructuras, tipos de materiales entre otro. Mientras que, para las zonas planas, las diferencias de contrastes y filtros aplicados sobre las imágenes satelitales permiten la diferenciación de unidades de suelos y una mejor interpretación en cuanto a estructuras cubiertas o relieves.

Las aerofotografías presentan buen solape entre pares de fotos, lo que permite una adecuada observación en tres dimensiones. Se observa poca nubosidad o ningún otro tipo de interferencia asociada. Maneja una escala de trabajo promedio de 1: 35.000, lo que permitirá adaptar y corroborar los datos obtenidos con los de campos y precisar la información a plasmar en los mapas finales en escala 1:25.000.

En general las aerofotografías seleccionadas para este estudio presentan muy buena calidad, expresada en términos de resolución, color y nitidez. En cuanto a fiabilidad y pertinencia, las fotografías no presentan casi distorsión o deformación de los relieves y demás características fisiográficas y, abarcan con adecuada precisión, todas las características geológicas y geomorfológicas necesarias a corroborar y levantar en el área en estudio, por lo que se le otorga una muy buena calificación a este ítem.

Las imágenes satelitales del tipo Rapideye, presentan una resolución espacial de 7 m, lo que facilita la interpretación y adecuación de la información en escala 1:25.000, con la finalidad de extrapolarla a los mapas de geología y geomorfología.

Las imágenes satelitales, a pesar de presentar en algunos sectores nubosidad constante, posee una mejor resolución y menor distorsión que las aerofotografías. Además, permite la aplicación de diversos filtros que permite inferir estructuras y litologías que en muchos casos

son casi imposibles de resaltar con estereoscopia. Por tal motivo se le otorga una alta calificación para el análisis de pertinencia, calidad, fiabilidad y actualidad.

De igual manera, la precisión del el análisis y recopilación de las imágenes y aerofotografías se encuentra respaldada con modelos de elevación digital, refinamientos en sistema de información geográfica, modelos de sombras, entre otras herramientas, que garantizan la buena calidad de la información extraída de los sensores remotos utilizados.

6. MÉTODO DE TRABAJO EN LA FOTOINTERPRETACIÓN

Revisión bibliográfica: Se consulta la bibliografía de la zona de estudio, a fin de realizar un trabajo integral. Las consultas bibliográficas se hacen con criterio, ya que nunca deben deshacerse a la ligera los propios resultados porque no coincidan con los del mapa o trabajo consultado. Si al estudiarse el terreno se encuentra algo que llame claramente la atención, se debe estar seguro de que ese algo existe, esté reflejado o no en otros mapas.

El sistema efectivo para perfeccionar la interpretación, es comparar los mapas geológicos de buena calidad con las fotografías aéreas pertinentes. El trabajo con las fotografías debe hacerse estereoscópicamente, con gran atención y en todo momento la posición del modelo estereoscópico debe relacionarse a la del mapa.

Fotointerpretación. Una vez seleccionada la información se adquieren los mapas seleccionados, así como las fotografías aéreas y otros tipos de sensores remotos. Para el caso de las fotografías aéreas se realiza un análisis estereoscópico donde se resaltan en un acetato los siguientes aspectos:

- **Drenaje:** Se delimita la red de drenaje en la zona de influencia del proyecto con el fin de determinar el patrón de drenaje predominante. Los patrones de drenaje brindan información de la litología presente y su condición, ya que estos, se presentan de acuerdo a distintas condiciones (litológicas, estructurales, etc).
- **Delimitación de unidades litológicas:** En el mismo acetato se marcan los contactos de unidades de roca, así como los depósitos que se logren diferenciar, esto también incluye los trazos de lineamientos estructurales, fallas, ejes de pliegues, así como la aptitud de los planos estructurales.
- **Geomorfología:** Se hace un análisis de la morfología presente en el área, se identifican las unidades geomorfológicas, y se identifican e infieren como fueron originadas (morfogénesis) ya sea por los distintos procesos erosivos o de remoción, tipos de rocas, fracturaciones, plegamientos, etc. El análisis geomorfológico que se puede realizar sobre las fotografías aéreas es muy importante, aunque no exhaustivo, teniendo que recurrir al trabajo de campo para poder completarlo.
- **Procesos:** Delimitación de fenómenos de remoción en masa. Indicando los escarpes y cuerpos deslizantes, así como las zonas potencialmente inestables tales como posibles áreas donde se pueden presentar caídas de roca, mecanismos de fallas planares o en cuña. También se deberán resaltar los procesos erosivos tales como socavación y cárcavas, entre otros.
- **Obras humanas:** Se delimitan y referencian las obras humanas más destacables de las fotografías, carreteras, ferrocarriles, pueblos, minas, etc. Es conveniente tener a mano un mapa topográfico de la zona para la localización y rotulación de caminos, canales, nombres de pueblos, etc. Se aconseja que junto a los pueblos se rotule su nombre para la posterior identificación de la zona.

- **Tonalidad y textura:** El tono en las fotografías se refiere a la intensidad relativa de luz reflejada por el terreno y registrada en la imagen. En cambio, la textura representa la frecuencia de cambio de tonalidad en la foto. Aunque la tonalidad es un valor relativo, juega un papel de suma importancia en la identificación de rocas. En muchos casos, la tonalidad, considerada en conjunto con otras características de la roca, como drenaje, por ejemplo, puede ser diagnóstico para identificar la litología y rasgos estructurales de una región.

Los análisis realizados son complementados por medio de la utilización de herramientas adicionales como los mapas de sombras y modelos tridimensionales del área, con el fin de verificar y corregir los contactos entre las diversas unidades, tanto geológicas, como geomorfológicas.

Planeación de Reconocimiento de Campo: Con base en la anterior información se establecen los puntos de campo a verificar, en la cual no solo se deberán tomar en cuenta los afloramientos cercanos a la vía, sino los sitios donde se adelanta la toma de datos tales como la presencia de escapes, datos in situ de rumbos y buzamientos, tanto de planos de estratificación con lineamiento metamórfico y sistemas de diaclasas, así como la presencia de planos de falla. En esta etapa también es de gran utilidad planear la visita a las zonas de fuentes de materiales y sitios de disposición de sobrantes y/o escombros.

Transferencia de la información a un mapa preliminar: Posteriormente, luego de realizar la fotointerpretación de todas las imágenes que comprenden el área en estudio, se realiza el traslado de la información desde un documento a otro, es decir de la fotografía aérea al mosaico fotográfico aéreo.

Se chequean todas las unidades de interés fotointerpretadas para verificar que sus contornos o perímetro estén completos y que cada unidad corresponda a su leyenda establecida previamente. Para facilitar la transferencia al mapa y la posterior medición de áreas. Si alguna unidad fotointerpretada no está completa, entonces no se podrá cuantificar quedando fuera del contexto de unidades del mapa. Por lo tanto, se deben extender las fajas de fotografías superponiéndolas para observar todo el conjunto de unidades fotointerpretadas verificando que todas las unidades tengan continuación y cierre.

Se procede a calcar todos los rasgos registrados en el mosaico sobre un mapa base en digital. Para este proceso se utiliza un sistema de información geográfica avanzado para georreferenciar, rectificar y modificar el mosaico de forma tal, que el mapa resultante tenga una escala constante y las propiedades métricas adecuadas a la cuenca.

Al tener dibujados todas las áreas y símbolos sobre el mapa base, se procede a proporcionar la leyenda y los colores adecuados a cada uno, según los estándares y/o pautas vigentes para cada temática.

Fase post campo: Una vez realizada la fase de campo se procede a reevaluar la información, con el fin de reafirmar o corregir las apreciaciones realizadas previamente.

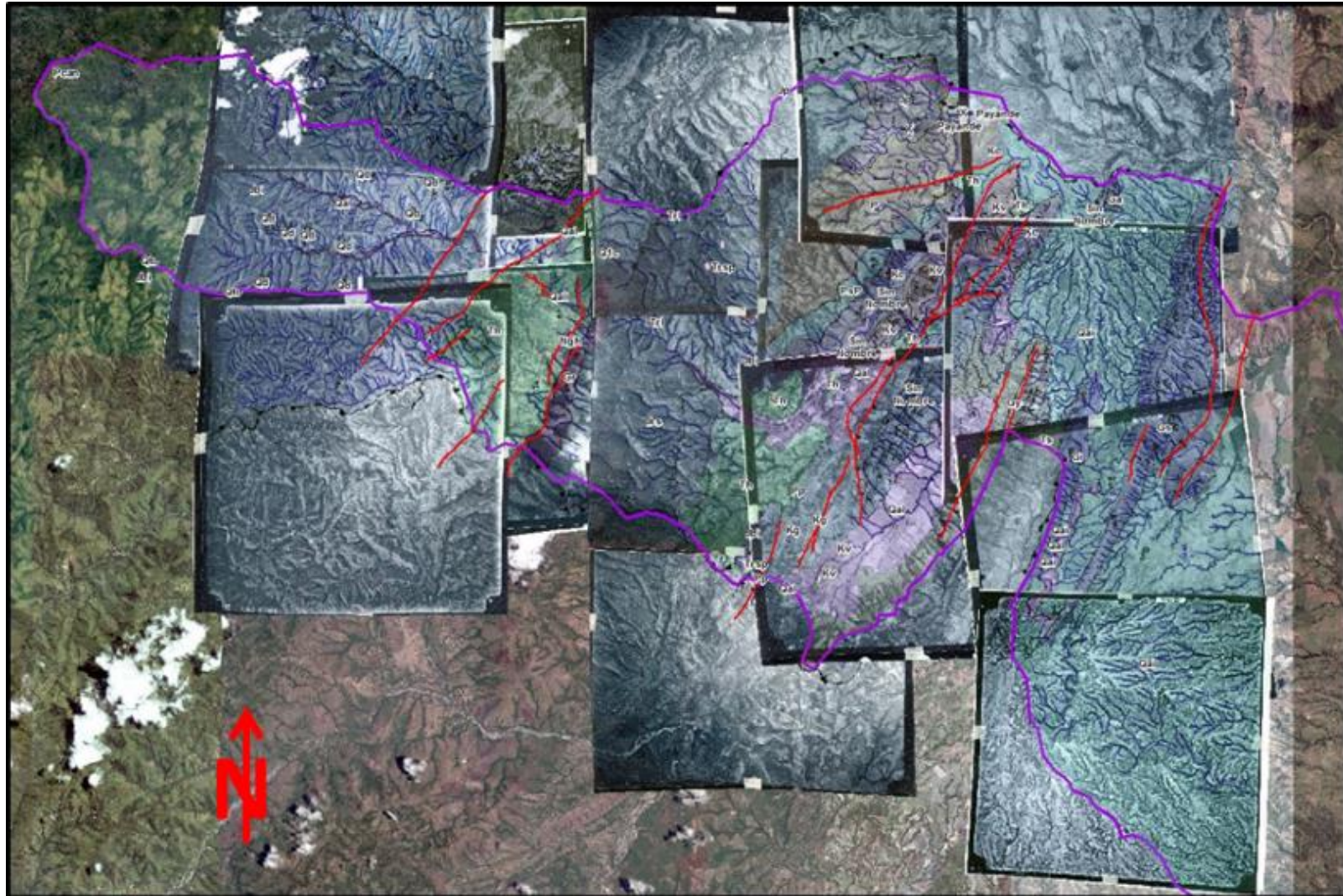
Siguiendo los métodos tradicionales expuestos anteriormente, inicialmente se hizo una recopilación de la información tanto cartográfica existente del SGC y se visitó el IGAC para identificar los vuelos de mejor recubrimiento y con ausencia de nubosidad. Estas fotografías fueron adquiridas para cada cuenca y posteriormente se realizó un proceso de

fotointerpretación basado en la identificación de los materiales desde el punto de vista geológico y estructural, con pares estereoscópicos (ver Tabla 2), haciendo la delimitación, sobre acetatos de las unidades litológicas, posteriormente elaborando una leyenda y convenciones para proceder a la elaboración de un modelo geológico de la zona en donde se lograron algunos aportes, en cuanto a la caracterización a la geología de la zona. Posteriormente se hizo un reconocimiento de campo, visitando sitios estratégicos.

La interpretación de las fotografías aéreas fue base fundamental para los reconocimientos de la cuenta del río Luisa donde se visitó principalmente el cañón de al costado oriental de Rovira, pero también el grupo de geología planeó el recorrido para algunas identificaciones en la zona del Batolito de Ibagué, así como las visitas a puntos estratégicos tales como la zona de contacto entre el abanico de Espinal y Guamo y las riberas del río Magdalena donde se diferenciaron los dos abanicos.

En la Figura 7, se demarcan los rasgos estructurales y litológicos obtenidos mediante el análisis fotointerpretativo, sobre las aerofotografías, ortofotos y otros sensores remotos de la cuenca en estudio.

Figura 7. Mosaico de aerofotografías analizadas para la parte alta y media de la cuenca en estudio



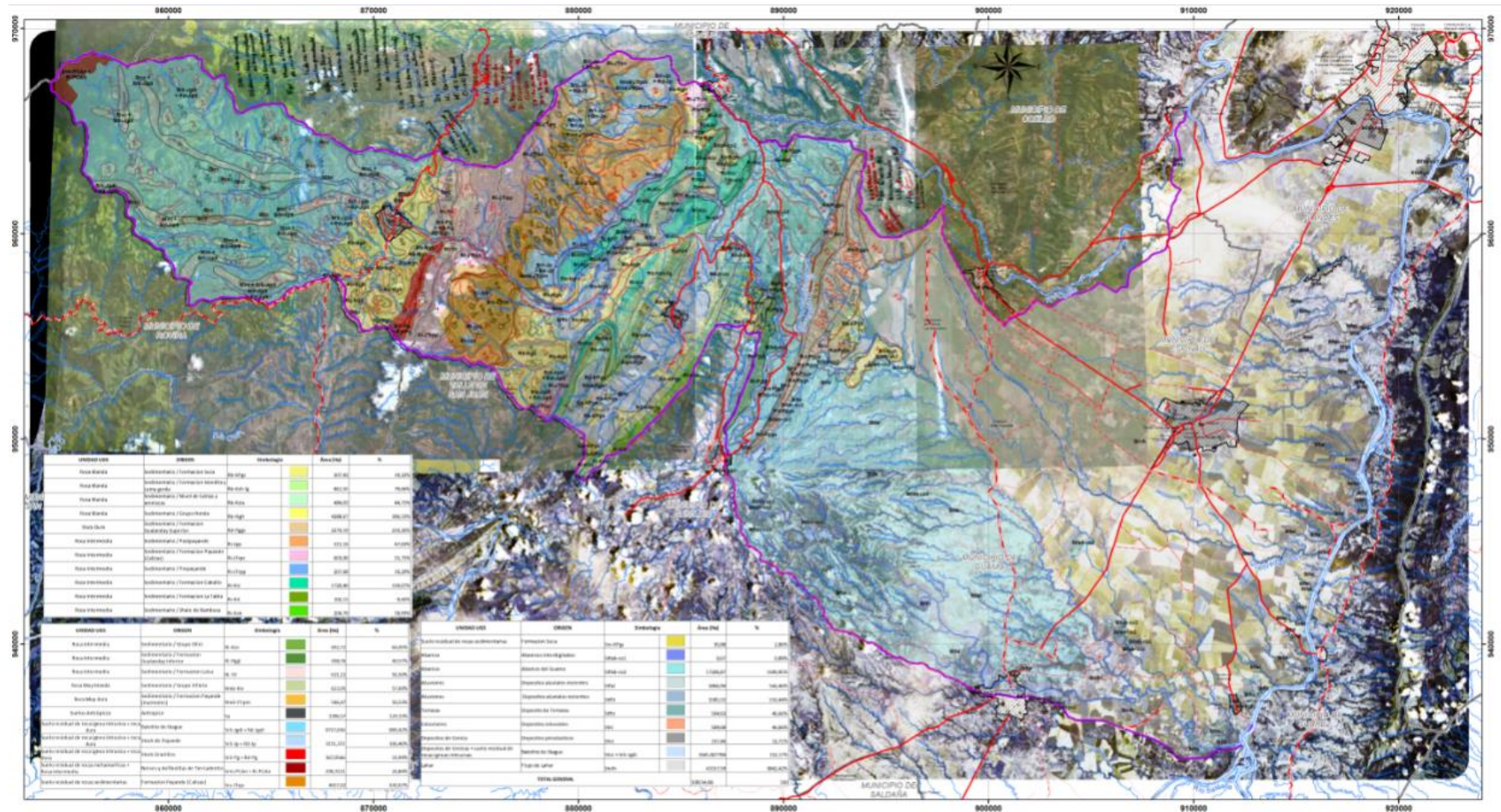
Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

En lo referente a elementos geomorfológicos en el área de estudio, se considera un insumo primordial para la homogeneización de las unidades geológicas superficiales, características similares como el comportamiento geomecánico de las rocas, junto con el mapa de geología para ingeniería.

Para la construcción del mapa de elementos geomorfológicos el objetivo fundamental se centra en identificar y caracterizar las geoformas desde los siguientes puntos de vista: morfogénesis, morfología, morfometría y morfodinámica. Para la generación de esta cartografía temática se inicia con actividades como recopilación y análisis de la información asociada al tema y el reconocimiento preliminar de campo, con las cuales se busca familiarizarse con las geoformas y el ambiente geomorfológico presentes en el área de estudio.

En la Figura 8, se observan los rasgos geológicos obtenidos a partir de las ortofotos para la realización del mapa geomorfológico.

Figura 8. Rasgos geomorfológicos obtenidos mediante la fotointerpretación de sensores remotos en la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017
 (Ver digital L:\Luisa_Directos_Magdalena\2. FASE DE DIAGNOSTICO\3.2. GEOLOGIA - GEOMORFOLOGIA\ANEXOS\Anexo 2. Salidas cartograficas\Salidas Cartograficas)

7. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

Teniendo en cuenta lo planteado por Dewey and Bird en su clasificación de Tectónica de Placas y Geosinclinales (Tectonophysics Ed. Elsevier Publisher Company. 5 de Agosto de 1979, Ámsterdam); Se plantea que la cordillera de Los Andes en este sector corresponde a un orógeno ortotectónico en el cual se han desarrollado dos cuencas sedimentarias importantes, la del valle del río Cauca y la del río Magdalena, a las cuales propone la denominación de Exogeosinclinal que corresponde a cuencas intermontanas de gran extensión, limitadas principalmente por fallas, es así como la Falla de Romeral hace parte del elemento estructural más importante del Valle del Cauca en el costado Oriental sobre la cordillera Central y el sistema de fallas de la cordillera Occidental que corresponden a las del piedemonte tales como las de Cali y otras que corresponden también a un límite tectónico. Para el caso del valle del río Magdalena en el sector de análisis también se presentan dos sistemas de fallas importantes; hacia el costado Oriental se pueden detectar los sistemas de las fallas de Suarez y más al Norte las que corresponden principalmente a la Falla de Salinas.

En este orden de ideas el valle del río Magdalena corresponde a una fosa dentro del orógeno en donde los ambientes de depositación fueron principalmente vulcanitas básicas y también una depositación de ambiente marino conocido como flysch donde se depositaron materiales como lutitas los cuales corresponde a la Formación de Caballos y Villeta principalmente y otras unidades del Cretácico las cuales presentan una mayor extensión en la zona de la cuenca en estudio, en la parte inferior de la cordillera Central. En esta gran cuenca posteriormente se depositaron materiales continentales conocidos como molasas en donde se destacan las Formaciones Honda y Gualanday las cuales están aflorando en la zona en estudio.

Teniendo en cuenta este modelo, para la cuenca del Río Luisa y otros directos al Magdalena, los materiales más representativos se encuentran posteriormente afectados por fenómenos de erosión que generaron una serie de abanicos coalescentes tales como el abanico del Guamo y el Espinal y son una consecuencia de desarrollos de diferentes eventos volcánicos que se formaron en el Plioceno y Holoceno destacándose focos como el Machín, el cual generó el abanico del Espinal en tanto que el sistema de abanicos de Guamo que hace parte de la prolongación del abanico de Ibagué corresponde a ambientes erosivos y que posteriormente fueron depositados en donde coexisten materiales ígneos intrusivos y metamórficos, transportando cantos rodados, gravas y arenas. Se destaca que estos abanicos han presentado diferentes grados de depositación y es así como el abanico de El Espinal se desarrolló después de un periodo (varias decenas de años), en donde hubo un suelo con vegetación que generó suelos de origen orgánico los cuales quedan sepultados bajo los depósitos volcánicos del abanico de El Espinal.

La parte un poco más occidental de los abanicos está conformada principalmente por materiales del Neógeno y Cretácico destacándose la presencia de las Formación Honda y Guaduas, en el Cretácico se encuentran elementos estratigráficos tales como la Formación Caballos que se depositó discordantemente sobre el Grupo Payandé. Estas discordancias se encuentran bien definidas tanto en el campo como en la interpretación de las fotografías aéreas. Un poco más hacia el Occidente de este sector se encuentra un bloque basculado conocido como el cerro del Gobernador donde la parte del Jurásico se encuentra conformada principalmente por depósitos de las formaciones Payandé y pre Payandé y alguna pequeña cuña del post Payandé. Hacia la zona de Rovira se destaca la presencia

de una cuenca local también de origen tectónico donde se depositó la Formación Honda que está limitada por la Falla del Gobernador y la discordancia entre la Formación Honda y el Batolito de Ibagué y hacia el costado más occidental del área se destaca la presencia del Batolito de Ibagué conformado principalmente por rocas graníticas.

8. EVOLUCIÓN Y DOMINIO GEOLÓGICO

Para la cuenca en estudio desde el punto de vista regional, durante el periodo del Jurásico cuando se inicia la separación de los continentes entre África y Suramérica, se desarrolló la placa de Suramérica el cual generó una serie de empujes en el costado más occidental del continente en donde se desarrolló el Orógeno Ortotectónico andino. En este sector se encuentra una tectónica de comprensión y es así como los valles del río Magdalena y Cauca presentan fundamentalmente por fallas de tipo inverso generadas como ya se ha dicho donde la placa de Suramérica cabalga sobre la placa de Nazca, formándose al Occidente de la placa de Suramérica lo que se conoce como la zona de subducción en el Océano Pacífico. Una vez se produjeron los esfuerzos de la formación del Orógeno Ortotectónico, tuvo lugar los fenómenos erosivos y también deposicionales que se han mencionado en la Geología Regional. El valle del río Magdalena inicialmente desarrolló depósitos del Cretácico, conformados por las formaciones Caballos y Villeta y otras asociadas como la de Hiló que se formaron en mares profundos. Posteriormente en la medida que fue emergiendo la cordillera se desarrollaron rocas de tipo molásico principalmente del Neógeno y es así como en la actualidad el valle del río Magdalena.

El sector de estudio se desarrolla sobre el flanco occidental del sistema de fallas del piedemonte de la cordillera central, que generó posteriormente una serie de eventos erosivos. También en la zona de debilidad en donde se emplazaron tanto los batolitos como las rocas volcánicas se desarrolló una intensa actividad volcánica en el centro de la cordillera occidental dentro de las cuales se destaca el Volcán Nevado del Ruiz y otros focos volcánicos que generaron derrames tanto en el costado oriental como occidental en el sector comprendido entre el nevado del Ruiz y el Tolima. La actividad volcánica finaliza con un vulcanismo explosivo se generaron una serie de depósitos de ceniza los cuales cubren gran parte de la zona occidental, especialmente en el sector del batolito de Ibagué cerca de Rovira, es así como el relieve debido a esta influencia presenta geoformas más suaves.

La parte occidental de la cuenca está compuesta por rocas ígneas intrusivas, como el Batolito de Ibagué, un Stock granítico, y en menor proporción por un basamento Precámbrico metamórfico, los Neises y Anfibolitas de Tierradentro. Hacia la parte central y Este de la cuenca se presentan unidades sedimentarias como la Formación Honda, Formación Gualanday y unidades del Cuaternario. Debido al tipo de rocas presentes, se observa que la mayor susceptibilidad a la erosión se presenta en la zona central y principalmente en la zona occidental de la cuenca, ya que en esta área predominan las rocas ígneas, cuya mineralogía las hace más susceptibles a la meteorización química; por lo que estas son las zonas con mayor probabilidad de ocurrencia de movimientos de remoción en masa.

9. ESTRATIGRAFÍA REGIONAL (ESC. 1: 100.000)

A modo de referencia y resumen, en la Tabla 15 se relacionan las formaciones geológicas presentes en el área de estudio de la cuenca hidrográfica de acuerdo a cada documento consultado; todo esto bajo un formato comparativo en la que se incluye el símbolo de la unidad geológica de referencia, su ubicación en la escala del tiempo geológico haciendo alusión únicamente al período de depositación, y posteriormente una breve descripción de las mismas, con sus características más resaltantes.

En la Figura 9, se detalla la distribución de las unidades geológicas aflorantes en el área en estudio a nivel regional, que corresponde al Mapa Geológico con fines de Ordenamiento de la Cuenca del Río Luisa a Escala 1: 100.000.

Tabla 15. Formaciones Geológicas Aflorantes en el Área de la Cuenca

SÍMBOLO GEOLÓGICO	UNIDAD GEOLÓGICA	PERIODO GEOLÓGICO	
PCAn	Gneis y Anfibolitas de Tierradentro	PRECÁMBRICO	
Dmi	Formación El Imán	DEVÓNICO	
Pg	Stock Granítico	PÉRMICO	
TRI	Formación Luisa	TRIÁSICO	
Trsp	Formación Payende		
Jrs	Formación Saldaña	JURÁSICO	
Jgdi	Batolito de Ibagué		
Jp	Stock de Payende		
Kic	Formación Caballo	CRETÁCICO	
Kit	Calizas del Tetuán		
Ksb	Shale de Bambuca		
Khs-lg	Formación Hondita y Loma Gorda		
Kso	Grupo Olini		
Ksla	Nivel de Lutitas y Areniscas		
Kslt	Formación La Tabla		
KPgs	Formación Seca		
Pggi	Formación Gualanday Inferior		PALEÓGENO (TERCIARIO INFERIOR)
Pggm	Formación Gualanday media		
Pggs	Formación Gualanday Superior		
Ngh	Grupo Honda	NEÓGENO (TERCIARIO SUPERIOR)	
Tad	Rocas Hipoabisales		
Qai	Abanico de Ibagué	CUATERNARIO	
Qag	Abanico de Guamo		
Qae	Abanico de Espinal		
Qto	Depósitos Piroclásticos		
Qta	Terrazas aluviales altas		
Qtb	Terrazas aluviales Bajas		
Qal	Aluviones recientes		

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

A continuación, se realiza una descripción de cada unidad, desde la más antigua hasta la más reciente.

9.1. PRECÁMBRICO

Gneis y Anfibolitas de Tierradentro (PCan): Esta denominación fue utilizada por Barrero y Vesga (1976), para describir neises y anfibolitas, al norte del departamento del Tolima. Núñez y Murillo (1982) extendieron el nombre a rocas similares que afloran en las planchas geológicas No. 244 y 263 del SGC; particularmente en esta última afloran como xenolitos y “techos pendientes”, dentro del Batolito de Ibagué. El único cuerpo representativo sobre la cuenca en estudio se presenta al extremo Occidental del área (SGC, 1984).

Las anfibolitas y néises máficos están conformados por plagioclasa y hornblenda con un contenido que se acerca al 90%. Los néises félsicos tienen como minerales esenciales cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, en porcentajes variables y biotita, que alcanza entre 15 y 20%, en las variedades micáceas. Las cuarcitas y cuarcitas biotíticas son comunes en la carretera Los Guayabos – Roncesvalles, entre las quebradas San Francisco y San Pablo. El metamorfismo es de baja presión y facies anfibolita (SGC, 1984).

Son comunes las zonas migmatíticas, cerca del contacto con el Batolito de Ibagué. Por comparaciones regionales se considera esta unidad de edad precámbrica.

“Esta edad se apoya además, en una datación radiométrica de una anfibolita, cerca de Armero (Tolima), que dio una cifra de 1.360 m. a. (Vesga y Barrero, 1978)” (SGC, 1984).

9.2. DEVÓNICO

Formación El Imán (Dmi): Núñez y Murillo (1982) propusieron este nombre para una secuencia sedimentaria, que aflora en el Cerro El Imán y las quebradas El Imán, San Rafael y Bolaños, en la región Noreste de la Plancha No. 263 del SGC. Esta secuencia fue estudiada por Forero (1970) y Rodríguez (1972) y no existe un consenso general sobre su forma de presentación. Las evidencias cartográficas muestran que se halla intruida por Stocks Graníticos y cubierta discordantemente por sedimentos de las formaciones Luisa y Honda, tal y como se muestra hacia el occidente del área en estudio, como un cuerpo aislado de muy poca extensión (SGC, 1984).

La unidad consta de tres conjuntos, más o menos bien diferenciados, y que fueron reconocidos por Forero (1970); de base a techo ellos son: areniscas cuarcíticas y conglomerados cuarzosos con delgadas intercalaciones de shales negros y grises; Forero (1970) de un espesor de 70 m para la parte expuesta (SGC, 1984).

El conjunto medio son shales negros y grises muy deformados, con espesor promedio de 30 m, tiene restos de branquiópodos y briozoos muy deformados e indeterminados. El conjunto superior consta de areniscas friables con algunas intercalaciones de arcillolitas, fuertemente meteorizadas, de color rojizo y con abundante fauna de branquiópodos, briozoos, crinoideos y tilobites. El espesor es difícil precisar por la deformación. La fauna fósil ha sido analizada por Forero (1970), Rodríguez (1972) y Gutiérrez (com. Escrita, 1973) quienes reportan especies del Devoniano medio exclusivamente. Esto permite afirmar que al menos la parte superior de la unidad, de donde proviene la mayoría de la fauna analizada, es de Devónico medio (SGC, 1984).

9.3. PÉRMICO

Stock Granítico (Pg): Se da este nombre a un cuerpo intrusivo, de forma alargada, que aflora al Este del poblado de Rovira, atravesado por el Río Luisa. El plutón al parecer está intruyendo rocas de la Formación El Imán (SGC, 1984).

Además es cubierto, discordantemente, por las formaciones Saldaña y Honda al SE de Rovira, los afloramientos parecen indicar que el stock allí presente, intruyen rocas fósiles del Devoniano (SGC, 1984).

Las rocas más comunes son de color rosado constituidas por cuarzo (15 – 20%), plagioclasa (30 – 40%), feldespato potásico (30 – 40%), biotita (5 – 7%) y ocasionalmente hornblenda. La textura dominante es holocristalina medio granular; en ocasiones se observa textura porfirítica, causada por la invasión de sílice en forma de cuarzo finogranular. Los minerales máficos están entre intermedia y fuertemente cloritizados, formando cristales esqueléticos. La roca típica es una granodiorita, con frecuentes variaciones a cuarzomonzonita e inclusive granito (SGC, 1984).

Por la posición estratigráfica se asume, para este intrusivo, edad Paleozoico superior (Permo –Carbonífero?) (SGC, 1984).

9.4. TRIÁSICO

Formación Luisa (Tri): Esta unidad descrita inicialmente por Nelson (1969), como Formación Pre- Payandé, fue definida por Geyer (1973), quien tomó como sección tipo los afloramientos del río Luisa, al Noreste de la Plancha No. 263 del SGC. La formación aflora al Occidente de la carretera Rovira – El Corazón (SGC, 1984).

En el río Luisa la secuencia consta de arcillolitas y limolitas rojo violáceas, en la parte baja, y areniscas rojas, feldespáticas, de grano fino a conglomerático, con lentejones de conglomerados que se tornan más abundantes hacia el techo de la secuencia. Los conglomerados son polimígticos, muy compactos, de color rojo a veces muy oscuros, con cantos de rocas intrusivas de composición intermedia, limolitas y metamorfitas néisicas y granulíticas, frecuentemente los cantos son angulares o subangulares y las rocas se convierten en brechas (SGC, 1984).

En el río Cucuana, Cediél, et al. (1980), describen una secuencia, en donde son comunes las areniscas rojas feldespáticas y las limolitas y arcillolitas rojo – violáceas, estas últimas especialmente en la mitad superior. En ninguna de las secciones descritas se ha establecido con seguridad el tope y la base de la unidad, por lo tanto su espesor real no ha podido ser determinado con exactitud (SGC, 1984).

Sobre la cuchilla La Colorada se observó que la Formación Luisa descansa discordantemente sobre intrusivos granitoides, que pueden ser el origen del feldespato encontrado en las areniscas y de los cantos ígneos de los conglomerados; esta misma situación parece ser insinuada por Cediél, et al. (1980), en el río Cucuana. El Batolito de Ibagué y numerosos diques oscuros dacítico – andesíticos intruyen en la unidad y producen efectos de contacto en ella, con formación de algunas mineralizaciones. Las formaciones Payandé, Saldaña y Honda la cubren discordantemente (SGC, 1984).

Por su posición estratigráfica Geyer (1973) y Cediél, et al. (1980), la ubican en el Permo – Triásico (SGC, 1984).

Formación Payande (Trsp): Renz (en Trumpy, 1943) y Nelson (1959) dan este nombre a una secuencia predominantemente calcárea, que aflora en el flanco Occidental de la Cordillera Central, Núñez y Murillo (1982) aplican, esta misma terminología, a una sucesión de calizas que afloran en el Noreste de la Plancha No. 263 del SGC, y que tienen continuidad física con los afloramientos, en donde fue originalmente estudiada la formación (SGC, 1984).

La unidad es, aparentemente, discordante sobre capas rojas de la Formación Luisa y suprayace, también discordantemente, por las formaciones Saldaña y Honda Y depósitos aluviales La Falla, La Colorada – Samaría la coloca en contacto con sedimentitas de las formaciones La Tabla y Gualanday Medio. Apófisis del Batolito de Ibagué, así como diques dacítico – andesíticos la intruyen, causando localmente marmorización y depósitos de “skarn” (SGC, 1984).

La unidad consta casi totalmente, de calizas grises, grises azulosas y ocasionalmente grises oscuras, muy duras; son especialmente micritas y biomicritas. Hacia la parte superior se presentan algunos niveles de areniscas y arcillolitas calcáreas, con algunos estratos de shales carbonáceos.

El espesor, aflorante en la plancha es de aproximadamente 600 – 700 m, pero se desconoce tanto el tope como la base de la secuencia. Esta situación ha sido reportada por varios investigadores como Geyer (1973), Cediél, et al. (1980) (SGC, 1984).

La fauna fósil, encontrada en varios sitios en donde aflora la Formación Payandé, en el departamento del Tolima, confirma una edad triásico – superior, para la secuencia media superior (Mojica, 1980). Se desconoce la edad de la parte inferior (SGC, 1984).

9.5. JURÁSICO

Formación Saldaña (Jrs): Se utiliza la denominación propuesta por Cediél, et al. (1980), para la secuencia vulcano-sedimentaria, conocida anteriormente como Formación Post – Payandé. En la Plancha No. 263 del SGC ocupa un sector en el costado Noreste y una franja, de sentido Norte – Sur, en el extremo Suroeste cerca a la población de San Antonio (SGC, 1984).

La unidad descansa discordantemente sobre las formaciones Luisa y Payandé y es intruida por el Batolito de Ibagué y rocas hipoabisales. La Formación Honda reposa discordantemente sobre ella (SGC, 1984).

La litología de la formación es muy variada; se destacan, entre las rocas volcánicas, dacitoides, y andesitoides, en el sentido de Streckeisen (1979). Las texturas son fanerítica fina, afeníticas y porfiríticas, ocasionalmente pilotaxítica. Alguna parte del material volcánico son piroclastitas, principalmente tobas, y no se descarta la presencia de rocas híbridas. Las sedimentitas son más frecuentes en la mitad superior; se trata de lutitas, limolitas y arcillolitas; con niveles de areniscas y conglomerados de carácter arcósico. La coloración dominante en la secuencia es rojo-violácea, aunque se reconocen coloraciones grises,

verdosas y negras. El espesor, en el sector de San Antonio, en donde mejor está expuesta la secuencia, es de aproximadamente 800 – 1000 m (SGC, 1984).

Mojica, et al. (1976), describen la presencia de amonitas, en rocas calcáreas asignadas a la unidad, cerca de Payandé (Tolima). Esta fauna parece corresponder al Triásico superior, por lo tanto, una edad Triásico - Jurásica puede ser inferida (SGC, 1984).

Batolito de Ibagué (Jgdi): En la Plancha No. 244 del SGC, Mosquera, et al. (1982) cartografiaron un cuerpo ígneo intrusivo de composición granodiorítica, que Nelson (1959) había denominado Batolito de Ibagué, este Plutón se extiende, hacia el extremo occidental de la cuenca, con una amplia y continua extensión hasta las cercanías del Poblado de Rovira.

El Batolito de Ibagué es un cuerpo intrusivo de litología variada; Núñez (1999a), con base en la recopilación del análisis de 154 muestras de rocas, muestra cómo el cuerpo ígneo varía en composición desde cuarzodiorita hasta granito; en donde el promedio composicional es granodiorita (36,36%), tonalita (26,62%), cuarzodiorita (14,29%), cuarzomonzodiorita (12,34%), granito (7,79%) y cuarzomonzonita (2,60%). Son comunes las variaciones a tonalita y granodiorita (SGC, 2002).

Frecuentemente se presentan autolitos o gabarros, sin orientación preferencial; diques porfiríticos y afaníticos de dacita – andesita y diques, venas y venillas cuarzo – feldespáticas son abundantes; estas últimas manifestaciones podrían considerarse, quizás, como fases tardías de la intrusión. En algunos sectores, especialmente hacia los contactos, se presenta orientación en los máficos (SGC, 1984).

Hacia el Oriente, el Batolito tiene contactos intrusivos con rocas jurásicas – triásicas de las formaciones Luisa, Payandé y Saldaña; algunas veces el contacto es tectónico con estas mismas unidades. Con sedimentitas del Cenozoico muestra contactos tectónicos y discordantes (Grupo Honda).

Según Núñez (1999a), las relaciones estratigráficas del Batolito de Ibagué indican que el plutón se emplazó después del Triásico y antes del Aptiano-Albiano, tiempo que corresponde al lapso Jurásico. Esta posición estratigráfica está confirmada por varias dataciones isotópicas que indican el rango entre 131 + 2 y 151 + 4 Ma que corresponde al lapso Jurásico medio - tardío – a Cretácico temprano (SGC, 2002).

Stock de Payande (Jp): Barrero (1969) denominó Stock de Payandé al cuerpo ígneo que aflora al occidente de Payandé y al occidente de la Plancha No. 245 del SGC, entre los ríos Coello, al norte, y Luisa, al sur. Las mejores exposiciones sobre el área en estudio, se encuentran al extremo norte, sobre las quebradas Río Frío, Consuelo, Aguirre, El Salitre y El Salto (SGC, 2002).

De acuerdo con Barrero (1969), el Stock de Payandé está compuesto por dos unidades petrográficamente diferentes, pero estrechamente relacionadas en el tiempo. La unidad más antigua, y a su vez la más pequeña, consiste de una cuarzodiorita; y la unidad más joven y más grande es una granodiorita que localmente ha sido teñida de color rosado (SGC, 2002).

Estas dos intrusiones fueron seguidas por emplazamiento de diques de pegmatita - aplita, andesita - dacita y lamprófidos. Núñez (1999b), con base en el análisis modal de 40 secciones delgadas, realizado por Barrero (1969), en el triángulo de clasificación de Streckeisen (1976), encontró que el 45% de las muestras corresponden a granodioritas, 30% a tonalitas y 25% a cuarzdioritas (SGC, 2002).

Nelson (1959) indica que al occidente de Payandé, calizas de la Formación Payandé son intruidas por rocas ígneas ácidas, de composición granodiorítica, que han producido extensas zonas de contacto termal. "Las rocas calcáreas fueron metamorfoseadas a mármoles, mientras que las intercalaciones de areniscas y areniscas calcáreas fueron transformadas en hornfelsas compuestas por diópsido, wollastonita, tremolita, epidota, albita y esfena; también se encuentran hornfelsas compuestas por granates de grosularia-andradita". Además, reporta que no se observa metamorfismo térmico en la secuencia cretácica, expuesta en la zona (SGC, 2002).

La edad del Stock de Payandé, según Nelson (1959), es jurásica, puesto que estas rocas ígneas ácidas intruyen las calizas del Triásico al occidente de Payandé, y que no se observó metamorfismo de contacto en la parte basal de la secuencia cretácica. De acuerdo con Barrero (1969), el Stock de Payandé debe ser de fines del Jurásico o principios del Cretácico; aunque no encontró una relación de campo directa entre el Stock de Payandé y las calizas del Triásico, con base en petrografía, presume efectos térmicos del stock, sobre los sedimentos triásicos (SGC, 2002).

Núñez (1999b) correlaciona el Stock de Payandé con los numerosos cuerpos intrusivos de composición intermedia a ácida (Batolito de Ibagué y los stocks de San Cayetano, Los Naranjos y Anchique, entre otros) que aparecen en las estribaciones orientales de la Cordillera Central y el Valle Superior del Magdalena. La correlación la realiza con base en la posición estratigráfica y tectónica de estos cuerpos, la cual es similar para el Stock de Payandé (SGC, 2002).

9.6. CRETÁCICO

9.6.1. Inferior

Formación Caballo (Kic): La primera referencia de esta unidad fue de Corrigan (1967) para hacer alusión a la secuencia arenosa del Cretácico inferior en el Valle Superior del Magdalena. El nombre proviene del Cerro Caballos localizado al occidente de la Inspección de Policía Olaya Herrera (Plancha No. 282 del SGC) y el Municipio de Ortega en el Departamento del Tolima. Beltrán y Gallo (1968) dividieron la Formación Caballos en tres unidades ("porciones") de las cuales la superior e inferior se componen de arenitas y la intermedia de lodolita físil con intercalaciones menores de arenisca (SGC, 2002a).

Descripciones, análisis y discusiones sobre la Formación Caballos en otras partes de la cuenca del Valle Superior del Magdalena aparecen en el catálogo realizado por Renzoni (1994), los trabajos de Flórez & Carrillo (1994) y Vergara (1994) sobre la estratigrafía del Cretácico inferior del Valle Superior del Magdalena (SGC, 2002a). La Formación Caballos aflora en la parte central de la cuenca, con una extensión significativa, aunque sin mucha continuidad.

Se subdividió la Formación Caballos en tres miembros informales, correlacionables con las unidades de Beltrán y Gallo (1968). De esta manera, la Formación Caballos queda aquí subdividida de base a techo en **Miembro Caballos Inferior**, **Miembro Caballos Medio** y **Miembro Caballos Superior** (SGC, 2002a). En el sector central de la cuenca, las mejores exposiciones se encuentran en la quebrada El Cobre y sus alrededores.

En la quebrada El Cobre (Plancha No. 245 del SGC “Girardot”, 5 km al norte de la Plancha No. 264 “Espinal”) la Formación Caballos presenta las siguientes características: el **Miembro Caballos Inferior** se compone de arenitas cuarzosas de grano muy grueso hasta fino, en capas lenticulares con estratificación cruzada y láminas carbonosas con restos de plantas carbonizadas; el espesor medido fue de 29 m. El **Miembro Caballos Medio** se compone de lodolita laminada gris oscuro, con intercalaciones de caliza micrítica y arenita calcárea, de carácter eminentemente marino; presenta una porción inferior calcárea, con capas de lumaquela o micritas fosilíferas y una parte superior más lodosa, donde predomina lodolita físil con algunas intercalaciones de calizas; el espesor no se determinó, por encontrarse varias veces repetido por fallas de cabalgamiento. El **Miembro Caballos Superior** está compuesto por cuarzoarenitas de grano medio a fino, de color crema y tono rojizo, con estratificación cruzada, intercaladas con capas lenticulares de caliza micrítica fosilífera; el espesor medido por Suescún y Taborda (1949) fue de 31 m (SGC, 2002a).

La Formación Caballos descansa discordantemente sobre tobas soldadas de la Formación Saldaña; el contacto superior con la Caliza del Tetuán es neto y concordante. En el sector oriental, el contacto inferior no se observa y el contacto superior es neto concordante con el Grupo Villeta (SGC, 2002a).

La Formación Caballos es un depósito isotópico heterócrono (Etayo et al., 1969), por lo tanto, las edades que han sido establecidas para la Formación Caballos en otros puntos de la cuenca. La edad establecida para los diferentes miembros que afloran en el sector occidental es: **Miembro Caballos Inferior** no tiene datos bioestratigráficos reportados; la edad se deduce a partir de la posición estratigráfica y se le asigna una edad Barremiano – Aptiano temprano en la sección de la quebrada El Cobre. El **Miembro Caballos Medio** contiene la mayoría de datos bioestratigráficos; en la quebrada El Cobre, los fósiles reconocidos en la base de esta unidad indican una edad Aptiano temprano (*Chelonoceras* sp., *Cymatoceras colombiana* Durham, *Heminautilus etheringtoni* Durham, *Ancyloceras* sp., *Parahoplites* sp., equinoideos, trigonias y lamelibranquios, entre otros) y se extiende posiblemente hasta el Albiano temprano (Etayo, 1964). El **Miembro Caballos Superior**, de acuerdo con las descripciones de Bürgl (1961), correspondería al Albiano inferior (SGC, 2002a).

Estos miembros son correlacionables litológicamente con las formaciones Alpujarra, El Ocal y Caballos, respectivamente, nomenclatura propuesta por Flórez & Carrillo (1994), para el Cretácico Inferior del Valle Superior del Magdalena. También se tomaron muestras para análisis palinológico y se obtuvo un grano de polen muy deteriorado de *Classopollis echinatus*, cuyo rango de edad es Albiano tardío Cenomaniano (SGC, 2002a).

Calizas de Tetuán (Kit): Nombre informal utilizado por las compañías de petróleo y empleado por Allen (en: Barrio & Coffield, 1992) para referirse a una sucesión sedimentaria de edad cretácica dentro de la Subcuenca de Girardot; posteriormente, Etayo (1994b) y Etayo & Flórez (1994), aplican este nombre, también de manera informal, y dicen que se

trata de nomenclatura litoestratigráfica empleada en la rutina de los registros de pozo (SGC, 2002a).

En la sección del carreteable al pozo Tomogó-1, la Caliza del Tetuán constituye una sucesión de lodolitas calcáreas laminadas, intercaladas con calizas micríticas laminadas, de color gris oscuro a negro, con fósiles de amonitas y bivalvos. El espesor de la unidad en este sitio es de 142,7 m (SGC, 2002a).

El contacto inferior es neto con la Formación Caballos y se marca dónde termina la capa de arenita gris clara más alta de la Formación Caballos. El contacto superior se localiza en donde inicia la sucesión monótona de lodolita laminada negra del *Shale* de Bambucá. La edad de la Caliza del Tetuán, según Etayo (1994b), es Albiano medio hasta Albiano tardío (SGC, 2002a).

9.6.2. Superior

Shale de Bambucá (Ksb): Nombre empleado de manera informal por compañías de petróleos y utilizado por Allen (en: Barrio & Coffield, 1992) como una lutita fósil de edad Cenomaniano que se encuentra entre la Caliza del Tetuán y la Formación Hondita, en el sentido de Porta (1966), (SGC, 2002a).

En la sección del carreteable al pozo Tomogó-1, la unidad aflora en un 90% y se compone predominantemente de una sucesión monótona de lodolita laminada de color negro a gris oscuro de carácter calcáreo en la parte media de la unidad, con intercalaciones esporádicas de capas lenticulares de caliza micrítica y varios niveles de concreciones calcáreas (SGC, 2002a).

El contenido fosilífero es moderadamente alto hacia la base de la unidad y notoriamente escaso a nulo en el resto de la sección. Además, en la parte media presenta niveles muy delgados de bentonita (< 3 cm) y pirita diseminada. El espesor medido de la unidad fue de 141,6 m (SGC, 2002a).

El límite inferior se localizó en el techo del último estrato de caliza perteneciente a la Caliza del Tetuán y el límite superior se ubicó en la base de la primera aparición de estratos calcáreos de la Formación Hondita. Ambos límites son netos y concordantes (SGC, 2002a).

Formación Hondita y Loma Gorda (Ksh-1g): se cartografiaron las formaciones Hondita y Loma Gorda como una sola unidad litoestratigráfica, debido a que no se pudieron diferenciar claramente, ya sea por problemas estructurales o ausencia de contraste morfológico (SGC, 2002a).

De Porta (1965) definió las dos unidades en el área de Guataquí - Piedras en la quebrada Hondita y al sur del camino de loma Larga, y las ubicó estratigráficamente entre el Grupo Olini, situado por encima y una lodolita laminada negra (sin nombre) situada por debajo (SGC, 2002a).

De Porta (1965) describe la Formación Hondita como caracterizada por "alternancia de calizas arenosas dispuestas en bancos que varían entre unos centímetros y un metro, con lutitas y *shale*". El espesor total es de aproximadamente 90 m (SGC, 2002).

De Porta (1965) describe la Formación Loma Gorda que tiene 147 m de espesor y consta de tres segmentos que de base a techo son: el Segmento 1: con un espesor de 50 m, inicia con una sucesión de *shale* y lutitas grises con grandes concreciones calcáreas, seguido por una alternancia de chert, lutitas y arenitas y finaliza con intercalación de lutitas y *shale* negro con grandes concreciones calcáreas. El Segmento 2 tiene un espesor de 30 m de una sucesión de *shale* negro. El Segmento 3 tiene un espesor 67 m que inicia con una capa de lutita arenosa que posteriormente alterna con bancos e arenita, que más arriba se hace nodulosa; el segmento finaliza con concreciones calcáreas grandes dentro de las intercalaciones de lutitas y arenitas (SGC, 2002).

El límite sobre las Lutitas negras sin denominación es neto y fácil de marcar en la cartografía y se toma donde se inicia la intercalación de calizas arenosas con lutitas y *shale*, después de una sucesión monótona de *shale* negro a gris con tendencia a estar cubierto por depósitos recientes. El contacto entre la Formación Hondita y la Formación Loma Gorda es difícil de localizar; según De Porta (1965) se marca donde desaparecen las intercalaciones de calizas arenosas, pero esto parece servir sólo para el área de Girardot - Piedras. Por lo tanto, este contacto sólo se puede determinar al hacer observaciones detalladas y en la Plancha No. 245 del SGC, "Girardot", no fue posible determinarlo en la cartografía; De Porta (1965) lo marca en la sección de la quebrada Hondita. El Contacto con el Grupo Olini es neto y concordante, se coloca en la base del primer nivel, de espesor mayor a 1 m, de limolitas silíceas del Grupo Olini y puede ser observado en la parte superior de la cuchilla Quitacuy (SGC, 2002).

Grupo Oliní (Kso): Nombre introducido por Petters (1954a), al mencionar la unidad que contiene los foraminíferos descritos por él, sin dar más información de la unidad. De Porta (1965) utiliza este término para describir una secuencia litológica compuesta por dos niveles silíceos, denominados Lidita Inferior y Lidita Superior, separados por un nivel de lutitas; como localidad tipo menciona el camino Piedras - La Tabla (Departamento del Tolima) y como secciones de referencia, algunos cortes por la carretera Girardot – Guataquí (SGC, 2002).

Al occidente del río Magdalena, el Grupo Olini aflora como delgadas cintas en los bordes de las complejas estructuras que cruzan la cuenca en estudio, en muy buena exposición por la vía Girardot - Nariño. De igual manera, al occidente del río Magdalena, el Grupo Olini no fue subdividido; sólo se distinguió un conjunto, el cual, al cartografiar, no fue posible dividir, compuesto por una sucesión de limolitas silíceas y chert, con esporádicas intercalaciones de lodolitas y micritas, el cual se encuentra, generalmente, repetido varias veces por fallamiento (SGC, 2002).

La parte inferior de la secuencia, consta de micritas y lodolitas calcáreas, las cuales pasan gradualmente a limolitas silíceas, con delgadas intercalaciones de liditas y chert. Su parte media, consta de capas de lidita, que miden entre 20 y 50 cm, con intercalaciones ocasionales de capas delgadas de limolitas silíceas. Los niveles de chert son de color gris claro a oscuro y a veces amarillo crema, presentan estratificación ondulosa no paralela y contienen gran cantidad de foraminíferos *Siphogenerinoides* sp. La parte superior, presenta capas delgadas de chert de hasta 25 cm, con delgadas intercalaciones de limolitas silíceas y cuarzoarenitas de grano muy fino, color blanco amarillentos, con estratificación plana paralela continua; las limolitas silíceas se presentan en mayor cantidad y tienen alto contenido de escamas y restos de peces (SGC, 2002).

Al occidente del río Magdalena, el Grupo Olini se encuentra limitado hacia su base por la aparición de la primera capa de chert, por encima de un conjunto de lodolitas oscuras correspondiente a la Formación Loma Gorda; ese contacto es neto y concordante. El contacto superior es neto y se encuentra determinado por la desaparición de las capas de chert y la aparición de lodolitas y arenitas del Nivel de Lutitas y Areniscas (SGC, 2002).

La edad del Grupo Olini va desde el Coniaciano tardío hasta el Santoniano con posibilidad que llegue hasta el Campaniano tardío (SGC, 2002).

Nivel de Lutitas y Areniscas (Ksla): Nombre y rango utilizado por De Porta (1965) en el sector de Guataquí – Piedras (Plancha No. 245 del SGC), para describir unas lodolitas y arenitas calcáreas que se presentan sobre el Grupo Olini (SGC, 2002).

Los afloramientos del Nivel de Lutitas y Arenas, en general, son pobres y nunca se observó una sección completa de esta unidad; sin embargo, se midieron dos secciones estratigráficas, una en el río Cucuana y otra por el camino al pozo Pacandé 1; además, se redefinió la sección levantada por Bermúdez y Morcote (1995) en el Valle de San Juan (SGC, 2002a).

En el río Cucuana presenta 151,5 m de espesor, de los cuales aflora el 30% y se compone de lodolitas, limolitas y arenitas calcáreas de grano muy fino, color verde oscuro grisáceo a gris amarillento, con laminación ondulosa no paralela discontinua; las arenitas muestran pseudoconcreciones de arenita calcárea de grano fino, con mayor dureza que el resto de la roca (SGC, 2002a).

En la sección del Valle de San Juan, el Nivel de Lutitas y Arenas mide 115 m, de los cuales aflora el 70% y se compone de lodolitas calcáreas de color pardo grisáceo, con intercalaciones, hacia la parte superior, de cuarzoarenitas con cemento calcáreo y conglomerado. La lodolita calcárea se presenta en estratos muy gruesos con laminación plana paralela discontinua y ondulosa no paralela discontinua (SGC, 2002a).

El contacto inferior con el Grupo Olini es neto y concordante, y genera un buen contraste morfológico entre las dos unidades y se puede observar en la sección del río Cucuana y en la sección del Valle de San Juan. El contacto superior con la Formación La Tabla es neto y concordante; en la sección del río Cucuana hay un cambio morfológico brusco entre limolita calcárea del tope del Nivel de Lutitas y Arenas y cuarzoarenitas de grano medio de la base de la Formación La Tabla (SGC, 2002).

Se asume para el Nivel de Lutitas y Arenas una edad Campaniano medio - tardío (SGC, 2002a).

Formación La Tabla (Kslt): Nombre y rango asignados por De Porta (1965). Su nombre procede del caserío La Tabla, en el Departamento del Tolima (Plancha No. 245 del SGC "Girardot"); como sección tipo, el autor propone la sucesión litológica que aflora por el camino entre Piedras y La Tabla (SGC, 2002a).

En la sección del río Cucuana afloran solamente los primeros 18 m, de un total de aproximadamente 100 m de espesor (medidos en corte geológico), los cuales se componen de arenita cuarzosa, de color gris a amarillo pálido, glauconítica, de grano medio a grueso, moderado a bien calibrado, cementados con sílice, en estratos medios a gruesos con

estratificación cruzada; se intercalan capas delgadas de lodolita y lodolita arenosa, de color gris claro; hacia la parte superior de la unidad, es característica la presencia de arenitas conglomeráticas con guijos bien redondeados de cuarzo lechoso (huevos de paloma) (SGC, 2002a).

El contacto inferior de la Formación La Tabla, en el sector occidental, es neto y concordante con el Nivel de Lutitas y Arenas y se puede ver en la sección del río Cucuana; en el sector oriental, este contacto es neto y concordante con la Lidita Superior del Grupo Olini en la sección del río Vichía (SGC, 2002a).

En ambos sectores (occidental y oriental) el contacto superior con la formación suprayacente es neto y concordante y pasan de arenitas cuarzosas blancas de la Formación La Tabla a lodolitas rojas de la Formación Seca (SGC, 2002a).

De acuerdo con los datos antes citados y por su posición estratigráfica, la Formación La Tabla correspondería al Maastrichtiano en el sector occidental. En el sector oriental abarcaría desde el Campaniano medio Maastrichtiano, si se considera que el Nivel de Lutitas y Arenas se correlaciona con la parte inferior de la Formación La Tabla (SGC, 2002).

Formación Seca (KPgs): Nombre dado por De Porta (1965) para designar una sucesión lutítica de tono principalmente rojizo - violáceo, que aflora en la quebrada Seca (Plancha No. 226 del SGC “Líbano”, Municipio de Cambao). El autor indica como localidad tipo la carretera Cambao - San Juan de Río Seco y como sección de referencia la que se encuentra en la carretera Honda - Guaduas (Plancha No. 227 del SGC “La Mesa”) (SGC, 2002).

En el sector occidental de la Plancha No. 264 del SGC “Espinal”, la Formación Seca aflora en inmediaciones de la escuela Santa Lucía, al noreste de Chicoral y en el valle de la quebrada Chipalo; presenta pobre exposición y no fue posible obtener una sección estratigráfica completa (SGC, 2002a).

Observaciones puntuales muestran que la unidad consta de arcillolitas de color rojo y gris verdoso con intercalación hacia la base de limolitas y arenitas líticas de grano fino a medio, de color crema y gris, compuestas por feldespato, chert y otros líticos en matriz arcillosa; las arenitas ocasionalmente exhiben estratificación cruzada y contienen niveles delgados conglomeráticos de chert negro y pardo amarillento; la unidad forma amplios y extensos valles que contrastan con las rocas supra e infrayacentes (SGC, 2002a).

La Formación Seca descansa en contacto neto concordante sobre las arenitas de la Formación La Tabla; el contacto se traza en el cambio litológico de arenita de cuarzo, de grano grueso, de la Formación La Tabla, a arcillolita de color rojo correspondiente a la Formación Seca (SGC, 2002).

En el sector occidental, el contacto superior es neto concordante con la Formación Gualanday Inferior y se determina por la aparición del primer conglomerado o arenita perteneciente a la Formación Gualanday Inferior; se observa en la cuchilla El Hachote y en el caserío La Primavera (SGC, 2002a).

Para Van Der Hammen (1958), esta unidad corresponde con la Formación Guaduas de la Sabana de Bogotá, excepto su parte superior de edad Maastrichtiano. De Porta (1965), con

base en la identificación de *Ostrea* sp., *Siphogenerinoides bramlettei* y *Siphogenerinoides clarki* y una asociación palinológica formada por *Leiotriletes guaduensis*, *Bilamonocolpites medius*, *Tricolpopollenites* sp., y *Monocolpopollenites* sp., asociado con angiospermas (similares a las encontradas en la Formación Guaduas), acepta una edad Maastrichtiano - Paleoceno (SGC, 2002a).

9.7. PALEÓGENO

Grupo Gualanday (Pgg): El nombre de Gualanday fue originalmente utilizado por Scheibe (1934), para describir una secuencia compuesta por arcillolitas, arenitas y conglomerados expuesta cerca de la población de Gualanday, 20 km al oeste de Girardot (Plancha No. 245 del SGC). Raasveldt (1956) divide la unidad en tres miembros informales, que de base a techo son Gualanday Inferior (arenitas con lentes de conglomerado), Gualanday Medio (predominantemente arcilloso con algunas intercalaciones de arenitas y conglomerado) y Gualanday Superior (predominantemente conglomerático); Van Houten & Travis (1968) elevan la unidad al rango de grupo y cada una de sus partes al rango de formación, de tal forma que el Grupo Gualanday queda constituido, de base a techo, por las formaciones **Gualanday Inferior** (Pggi), **Gualanday Medio** (Pggm) y **Gualanday Superior** (Pggs) (SGC, 2002a).

En el área de la cuenca en estudio, el contacto inferior del Grupo Gualanday es discordante angular con la Formación La Tabla en la Vereda Tomín y flanco oriental del Anticlinal Valle de San Juan y concordante neto con la Formación Seca en flanco oriental del Anticlinal de San Antonio y cuchilla El Hachote. El contacto superior es discordante con el Grupo Honda en la Vereda San Antonio y con depósitos cuaternarios de los abanicos de Guamo y Espinal. Raasveldt (1956), Van der Hammen (1958) y Van Houten y Travis (1968), asignan una edad Eoceno temprano y medio al **Gualanday Inferior**, Eoceno tardío a Oligoceno medio al **Gualanday Medio** y Oligoceno tardío al **Gualanday Superior**, de tal manera que el Grupo Gualanday tendría una edad comprendida entre Eoceno temprano - Oligoceno tardío (SGC, 2002a).

Formación Gualanday Inferior (Pggi): Se encuentra en la cuchilla El Hachote, en la Vereda Tomín, en el costado occidental de la quebrada El Valle, al norte de Chicoral y en el flanco oriental del Sinclinal de San Antonio.

En la cuchilla El Hachote, tiene un espesor de 144 m y está constituida por capas medias a gruesas de lodolitas arenosas que gradan localmente a arenitas lodosas; hacia la parte media y techo de la unidad, se intercalan secuencias granodecrecientes de conglomerados arenosos que gradan a arenitas conglomeráticas y a arenitas; en la base de la formación aparece un estrato muy grueso de conglomerado arenoso. Las lodolitas son abigarradas con colores que varían de pardo grisáceo claro a gris amarillento; son comunes las costras de acumulación de óxidos de hierro y granos flotantes de chert y cuarzo, de tamaño arena a guijarro. Los conglomerados son matriz - soportados, macizos, con clastos de tamaño gránulo a guijarro muy grande (máximo 4 cm de longitud), compuestos principalmente por chert (SGC, 2002a).

Formación Gualanday Medio (Pggm): Aflora en el Sinclinal de San Antonio, en el costado oriental de la quebrada El Valle, al occidente del cerro Montegrande, en la parte inferior del cerro Carrasposo y al norte de Chicoral (SGC, 2002a).

En el área de la Plancha No. 264 del SGC “Espinal”, las rocas pertenecientes a la Formación Gualanday Medio generalmente están cubiertas por depósitos recientes, excepto en el Sinclinal de El Muan, donde se encuentra fallada; el espesor de la unidad en el valle del río Luisa es de 650 m calculados por cortes geológicos; se compone, en el Sinclinal de El Muan, de lodolitas abigarradas con colores gris, crema, amarillo o tono rojizo, con algunas intercalaciones delgadas a medias de sublitoarenitas y conglomerado polimíctico; geomorfológicamente, esta unidad tiende a formar valles (SGC, 2002a).

Formación Gualanday Superior (Pggs): Aparece en el sector compuesto por los cerros Gordo, Carrasposo, El Sapo y La Cresta del Indio, al norte de Chicoral, al occidente del cerro Montegrande y en el cerro El Muan donde ocupa el núcleo del Sinclinal de San Antonio.

En la sección del cerro Gordo, la Formación Gualanday Superior tiene un espesor de 142 m y se caracteriza por arenitas con intercalaciones de conglomerado y lodolitas hacia la parte superior e inferior de la unidad. Los conglomerados se presentan en capas gruesas a muy gruesas, son arenosos, con esporádicos lentes de arenitas y arenitas conglomeráticas, matriz - soportados, con fragmentos redondeados de tamaño guijo grande (de hasta 22 cm de diámetro en su longitud mayor), que normalmente presentan imbricación; la matriz es arenosa fina a gruesa, de color blanco; la composición de los guijos en orden de abundancia es: chert amarillo, pardo y gris, porcelanita, cuarzo, lodolita silíceo gris con venas de cuarzo, lodolitas y cuarzoarenitas (SGC, 2002a).

Las arenitas son líticas, de grano fino hasta conglomerático, color morado en roca fresca y color amarillo en roca alterada; algunos estratos contienen lentes de conglomerado o muestran gránulos o guijos flotantes, subangulares a redondeados, de composición similar a la de los conglomerados (SGC, 2002a).

9.8. NEÓGENO

Grupo Honda (Ngh): Esta unidad fue definida por Hettner (en: De Porta, 1974), quien le asignó el nombre de Honda Sandstein. Butler (1942) deduce de Hettner que la sección tipo aflora en la Cordillera de San Antonio, al este de Honda (Tolima) y redefine, subdivide y extiende esta unidad al Valle Superior del Magdalena. Fue De Porta (1965) el primero en elevar la unidad a la categoría de grupo. Guerrero (1993) redefine el grupo en las formaciones La Victoria y Villavieja para la subcuenca de Neiva, en el Valle Superior del Magdalena (SGC, 2002a).

La secuencia, en general, se presenta en forma de colinas bajas y onduladas o como paleoaltos, que han sido descubiertos por procesos erosivos, sobre los abanicos y sedimentos recientes que los cubren (SGC, 2002a).

En general, la morfología del Grupo Honda es levemente ondulada y por los buzamientos bajos no hay exposiciones de gran espesor. Granulométricamente se pueden distinguir dos facies en el Grupo Honda, una areno - lodosa y otra areno - conglomerática (SGC, 2002a).

La facies areno - lodosa aflora en la margen oriental del río Magdalena y en la vía Carmen de Apicalá - Vereda Chimbí y conforma el núcleo del Sinclinal de Carmen de Apicalá. Está constituida por capas delgadas a gruesas de litoarenitas de color gris oliva claro con intercalaciones de lodolitas y arcillolitas de color verde claro y esporádicos lentes de

conglomerados. La facies areno - conglomerática aflora al suroccidente de la plancha en las veredas Chicuambe y Guatavita; está constituida por litoarenitas conglomeráticas en secuencias granodecrecientes y conglomerados (SGC, 2002a).

El Grupo Honda yace discordante sobre sedimentitas del Cretácico en el flanco oriental Anticlinal de Chicuambe, Vereda La Manga y en el caserío de Luisa García y sobre el Paleógeno en el Sinclinal de Carmen de Apicalá (SGC, 2002a).

El contacto superior es discordante con depósitos cuaternarios de los abanicos de Espinal y Guamo, aluviones y terrazas aluviales. De acuerdo con Stirton (1953), la fauna reportada en Coyaima, (Plancha No. 282 del SGC “Chaparral”) pertenece al Oligoceno tardío, pero según Wellman (1970), esta misma fauna debe corresponder al Mioceno. La fauna encontrada en Carmen de Apicalá indica una edad Mioceno tardío (Stirton, 1953) (SGC, 2002a).

De Carmen de Apicalá, Stirton (1953) ha citado restos de Siluri y Perciformes, Pelmédusidae, Alligatoridae, Crocodylidae, Myrmecophagidae, Scleromys schuermanni Stehlin y Scleromys sp., Protheroheriidae, Leontiniidae, Toxodontidae y Astrapotheriidae. Posteriormente Langston (en: De Porta, 1974) determina Eocaiman sp. y Caiman neivensis Mook (SGC, 2002a).

Rocas Hipoabisales (Tad): Se describen bajo esta denominación diques y cuerpos de rocas afaníticas – porfiríticas, de composición dacítica – andesítica. Estas manifestaciones ígneas son comunes al Noroeste de Rovira. El tamaño rara vez supera los 4km²; los diques presentan espesores entre pocos centímetros y 2m (SGC, 1982).

La mineralogía más frecuente es cuarzo, plagioclasa (An₃₀ – An₅₀), hornblenda y ocasionalmente biotita, la pirita es constante y se halla asociada a fracturas y microfracturas. El contenido de cuarzo varía por encima y por debajo del 10%, que marca la diferencia entre andesitas y dacitas (SGC, 1982).

Edades radiométricas de pórfidos de la Cordillera Central dan cifras que corresponden al Neogeno (Irwing, 1971; Barrero y Vesga, 1976; Gonzalez, 1976); por esta razón se les asigna esa edad a estas rocas (SGC, 1982).

9.9. CUATERNARIO

Abanico de Guamo (Qag): Son depósitos de color gris claro a tonos amarillentos, generados en diversos eventos de actividad del volcán Cerro Machín y se pueden apreciar en inmediaciones de la Vereda Santa Isabel, a lo largo del río Coello, cubriendo el Abanico de Ibagué y calizas de la Formación Payandé en la carretera Buenos Aires - Payandé, en la Plancha No. 245 del SGC “Girardot” (SGC, 2002).

En el área de estudio se presentan, generalmente, como bancos arenosos, con algo de gravas, cuya fracción gruesa es predominantemente pumácea, con esporádicos cantos de dacitas, rocas ígneas intrusivas y metamórficas. Los espesores máximos expuestos pueden alcanzar los 25 m. Presentan, generalmente, compactación moderada a baja, lo que indica una alta permeabilidad (SGC, 2002).

En el cambio de pendiente, al salir de la zona montañosa, los flujos provenientes del volcán Cerro Machín no encontraron la topografía favorable para conformar conos de deyección, ya que debían superar alturas superiores a los 50 m, de los escarpes formados en las terrazas disecadas del Abanico de Ibagué, y bajaron así encañonados por el río Coello (INGEOMINAS, 1997). Algunos superaron las alturas existentes en la localidad de Payandé, y bajaron por el río Luisa, que son los depósitos que conforman el Abanico de Guamo, y otros superaron la llamada "Barrera de Gualanday" (localizada en la población de Gualanday), la cual está constituida por estratos de la Formación Gualanday; y forma así el Abanico de Espinal, el cual se describe más adelante (SGC, 2002).

De acuerdo con dataciones C_{14} , obtenidas en madera carbonizada, dan entre 5.100 y 1.200 años antes del presente (Cepeda et al., 1995), (SGC, 2002).

Abanico de Espinal (Qae): Se trata de un depósito de flujo de lodos que ingresó al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday, con los flujos que lograron superar la barrera que lleva su mismo nombre, donde tiene su ápice. En este sitio se encuentra la barrera constituida por estratos de la Formación Gualanday, que había impedido la extensión del Abanico de Ibagué hacia el oriente (SGC, 2002).

El Abanico de Espinal se originó con el aporte del volcán Cerro Machín. Se diferencia del Abanico de Ibagué por su mayor contenido volcánico y material más fino (SGC, 2002).

Corresponde a depósitos de color gris claro a amarillento, conformados por cantos y fragmentos heterométricos, con diámetros generalmente entre 1 y 30 cm, ocasionalmente hasta de 1 m, dentro de un matriz limo arenosa. Se observan niveles de ceniza y orientaciones de flujo, principalmente en los niveles gruesos, y muestran en ocasiones gradaciones locales o disposición caótica de sus componentes (SGC, 2002).

En general, la selección es regular a mala; presenta niveles planos paralelos lenticulares y superficies onduladas. Los cantos y fragmentos son pumitas dacitas e ignimbritas y, en menor proporción, rocas intrusivas ácidas a intermedias y filitas (SGC, 2002).

La matriz es de cuarzo hialino, feldespatos, biotita fresca y alterada, líticos oscuros y accesorios. Los granos de la matriz son angulares a subangulares, y presentan una alta descomposición de feldespatos. Los fragmentos piroclásticos tienen formas angulosas y en menor proporción subredondeadas elipsoidales. Se encuentran cantos retrabajados provenientes de rocas intrusivas y metamórficas, subredondeados a redondeados con esfericidad notable; también fragmentos de rocas metamórficas como filitas aplanadas y alargadas con bordes redondeados, estos últimos en baja proporción (SGC, 2002).

En general, estos depósitos son friables y pulvulentos, y presentan una mediana compactación por cementación. En la parte occidental, el primer flujo presenta suelos poco desarrollados con baja retención de agua, su aspecto es desértico, cubierto por hierbas, pastos y escasos árboles; Los depósitos del Abanico de Espinal están en contacto discordante con las formaciones del Cretácico y Cenozoico que le infrayacen, y cubren una paleotopografía principalmente conformada por arenitas, lodolitas y conglomerados del Grupo Honda. Este depósito presenta espesores muy variados, que van disminuyendo en dirección suroccidente (SGC, 2002).

No se tiene referencia de la edad del depósito, pero por presentarse menos disecado que el Abanico de Guamo, se piensa que es un depósito más reciente (SGC, 2002).

Depósitos Piroclásticos (Qto): Depósitos piroclásticos de caída, producto de la actividad cuaternaria de volcanes, aledaños al eje de la Cordillera Central, oscureciendo las relaciones entre unidades litológicas más antiguas y suavizando la morfología del terreno (SGC, 2001a).

Las capas piroclásticas están compuestas generalmente por cenizas, lapilli pumítico y, ocasionalmente, bombas volcánicas. En los cortes de las carreteras a Letras, Herveo y Murillo se observa espesores de más de 30 m de cenizas y lapilli pumítico con varios niveles de suelos fósiles intercalados, que se acomodan a la topografía preexistente. Localmente, aparecen algunos niveles arcillosos intercalados en la secuencia de ceniza-lapilli que indica una depositación en un medio acuoso. El grado de litificación, por lo general, es bajo (SGC, 2001a).

La edad considerada para estos depósitos corresponde al intervalo Pleistoceno tardío - Holoceno y corresponden a vestigios de la actividad volcánica cuaternaria que se extiende hasta hoy en el Complejo Volcánico Ruiz – Tolima y se manifiesta adicionalmente, en las fuentes termales que rodean a los volcanes anteriores (SGC, 2001a).

Terrazas Aluviales altas (Qta): Morfológicamente corresponden a superficies planas, horizontales o inclinadas, que altiméricamente alcanzan entre 15 y 100 m de altura sobre el nivel medio de los ríos (SGC, 2002a).

Al extremo occidente de la cuenca en estudio, se presentan algunas terrazas altas, aisladas, en el valle del río Magdalena, que han sido erosionadas. Se componen generalmente de cantos, gravas y bloques subredondeados a subangulares de cuarzoarenitas, areniscas arcósicas, limolitas rojas, aglomerados, tobas líticas y cristalinas de color violeta y pardo, rocas intrusivas ácidas a intermedias muy alteradas (granitos y cuarzomonzonitas), pórfidos andesíticos, filitas, esquistos verdes, esquistos biotíticos, neises, chert negro y crema; cuarzo lechoso, ahumado y hialino. Los cantos de diámetro mayor a 10 cm tienden a ser redondeados; la matriz es areno - arcillosa, rojiza. La selección es regular a mala. El 20% de los cantos son subredondeados, aplanados y elipsoidales. Presentan niveles de arcillas rojas (SGC, 2002a).

Terrazas Aluviales bajas (Qtb): Morfológicamente corresponden a superficies planas que sobresalen hasta 5 m del nivel medio de los ríos y las cuales son, probablemente, más recientes que las terrazas altas (SGC, 2002a).

La composición de estos depósitos depende de la geología local del área de la cuenca drenada principalmente por el Río Magdalena; las que se originaron de ríos provenientes de la Cordillera Central se componen de cantos heterométricos, subangulares a subredondeados constituidos de rocas sedimentarias, intrusivas y metamórficas, provenientes de las zonas topográficamente más altas y por el retrabajamiento de los abanicos de Espinal y Guamo. Están dispuestas en matriz areno lodosa, con selección regular a mala. Su expresión morfológica es de pequeñas mesetas horizontales cubiertas, generalmente, por cultivos. Sus espesores son variados y se presentan en más de un nivel (SGC, 2002a).

Aluviones recientes (Qal): Están asociados principalmente a los ríos y quebradas que actualmente drenan el área en estudio. En el sector occidental están compuestos por bloques, cantos, gravas, arenas, limos y arcillas, provenientes de las unidades que los ríos están socavando, principalmente de rocas intrusivas, sedimentarias y del retrabajamiento de los abanicos del Guamo y Espinal (SGC, 2002a).

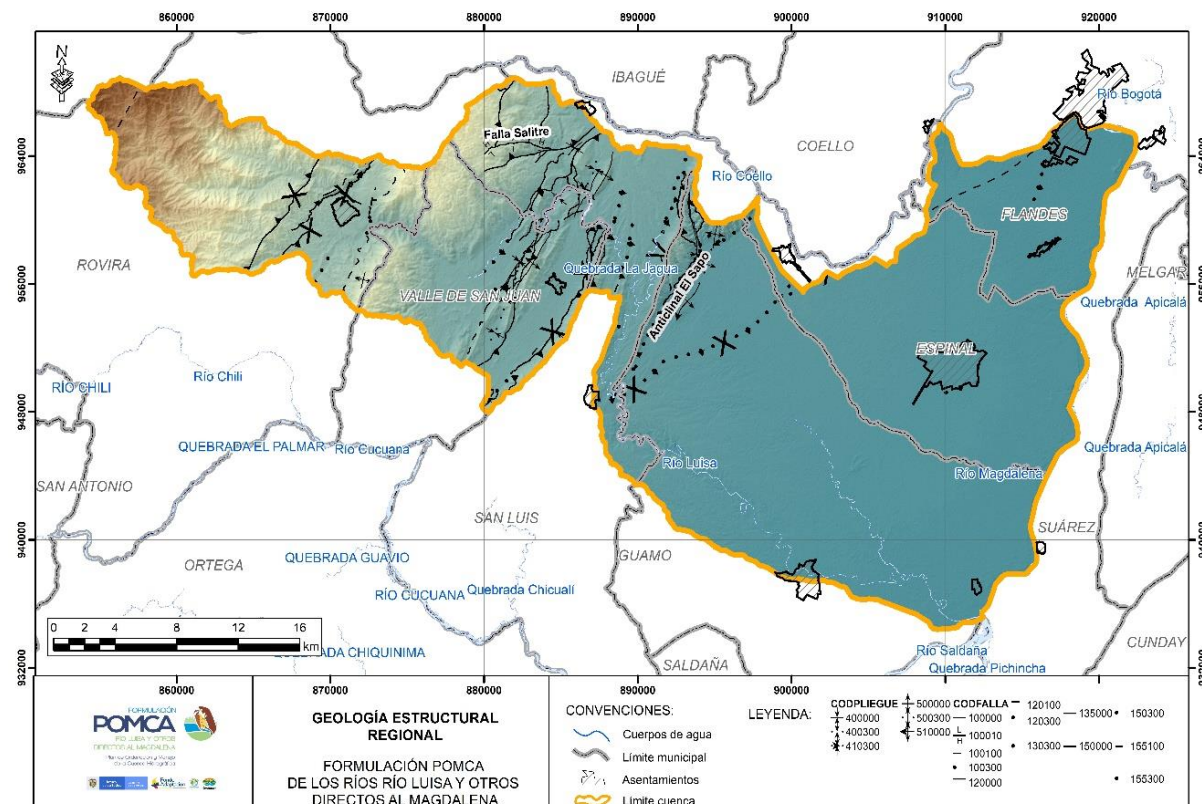
En el sector oriental predominan los cantos de chert negro y pardo, limolitas síliceas y areniscas cuarzosas, principalmente. Corresponden a acumulaciones en áreas restringidas, con espesores delgados que se han depositado en el fondo de los valles de los ríos y quebradas (SGC, 2002a).

10. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL (ESC. 1: 100.000)

A continuación, y con base a la memoria explicativa de la geología de las planchas 244, 245, 263 y 264 del SGC, se realizará una breve descripción de las principales estructuras geológicas que dominan y modifican constantemente la zona en estudio.

En la Figura 10, se observan las principales estructuras geológicas que se describirán a continuación.

Figura 10. Geología estructural 1: 100.000. Modificado de SGC.



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

10.1. PLIEGUES

Sinclinal de La Aguada: Su nombre deriva de la Vereda La Aguada. Es un sinclinal abierto, subvertical con inmersión moderada; el plano axial tiene una dirección N30°E y buzamiento al NW; la inmersión es hacia el SW. El núcleo del sinclinal está conformado por el Nivel de Lutitas y Areniscas; los flancos por las formaciones Hondita y Loma Gorda (SGC, 2002a).

Anticlinal de Gualanday: Su nombre se debe a la población de Gualanday localizada sobre las riberas del río Coello. La mayor parte de la estructura se localiza en la Plancha No. 245 del SGC. Es un anticlinal suave, vertical, con poca inmersión hacia el sur y dirección del plano axial N10°E. La estructura está conformada por la Formación Gualanday Superior (SGC, 2002a).

Anticlinal Valle de San Juan: Su nombre deriva del Municipio de Valle de San Juan. Es un anticlinal cerrado, muy inclinado, sin inmersión (horizontal). La dirección del plano axial es de N30°E con buzamiento al SE. El núcleo del anticlinal está conformado por las formaciones Hondita y Loma Gorda; el flanco oriental por la Formación Gualanday Inferior y el flanco occidental está cortado por la Falla Valle de San Juan. Hacia el norte, la estructura es cortada por la Falla Valle de San Juan y hacia el sur por la Falla La Aguada (SGC, 2002a).

Anticlinal de Contreras: Su nombre deriva de la Vereda Contreras. Es un anticlinal cerrado, muy inclinado, con poca inmersión: la dirección del plano axial varía de N35°E al sur a N20°E al norte; el buzamiento del plano axial es hacia el SE y la inmersión hacia el NE. El núcleo del anticlinal está conformado por la Formación Caballos y los flancos por la Caliza del Tetuán, Shale de Bambucá, formaciones Hondita y Loma Gorda, y Grupo Olini; tanto el flanco occidental como el oriental se encuentran cortados por las fallas Contreras y Contreras Este, respectivamente. La estructura continúa hacia el suroeste en la Plancha No. 263 del SGC, "Ortega", donde no recibe nombre y hacia el norte, es truncado por la Falla Contreras (SGC, 2002a).

Anticlinal El Sapo: Su nombre deriva del cerro El Sapo. Es un anticlinal suave, vertical, con poca inmersión. La dirección del plano axial es N10°E y la inmersión hacia el SW. Está conformado por la Formación Gualanday Superior; hacia el sur, la estructura está cubierta por depósitos cuaternarios de los abanicos de Espinal y Guamo, y hacia el norte, es cortado por la Falla El Sapo (SGC, 2002a).

10.2. FALLAS

Falla Cajones: Referenciada con este nombre por Suescún & Taborda (1949) en la quebrada Cajones al sur de Payandé. Corresponde a un cabalgamiento con vergencia NW, que atraviesa la esquina noroccidental de la Plancha No. 264 del SGC, desde la Plancha No. 245 del SGC hasta la Plancha No. 263 del SGC, "Ortega"; la dirección del plano de falla es N50°E y el buzamiento de 40° al SE calculados en corte geológico. Esta falla controla el curso del río Luisa y produce repetición del Miembro Medio de la Formación Caballos como se observa en la quebrada El Cobre. En la Plancha No. 264 del SGC, esta estructura no es evidente debido a que se encuentra cubierta por aluviones recientes; su continuación en la Plancha No. 263 del SGC es incierta, puesto que no está cartografiada, sin embargo, se considera que continúa y posiblemente finalice contra la Falla La Manga. No muestra evidencias de neotectónica (SGC, 2002a).

Falla La Manga: Se llama así por la Vereda La Manga. Es un cabalgamiento con vergencia NW, con dirección del plano de falla N35°E y buzamiento de 40° al SE, calculado en corte geológico; presenta también una componente dextral evidenciada por la disposición en echelon del Sinclinal de La Aguada. Esta falla monta rocas del Cretácico (formaciones Caballos, Hondita y Loma Gorda) sobre rocas del Grupo Honda. El trazo de la Falla La Manga se puede continuar hacia el suroeste, por lo menos 7 km, después de los cuales se intercepta con la Falla Colorada - Samaria y origina una escama tectónica de rocas triásico - jurásicas (SGC, 2002a).

Falla La Aguada Oeste y La Aguada Este: Estas fallas se encuentran en los flancos del Sinclinal de La Aguada y deben su nombre a la Vereda La Aguada. La Falla La Aguada Oeste es predominantemente un cabalgamiento con vergencia al NW, dirección del plano

de falla N35°E y buzamiento de 35° al SE, estimado por la inclinación de los estratos que conforman el flanco del sinclinal; esta falla monta rocas de las formaciones Hondita y Loma Gorda sobre rocas del Grupo Honda; la expresión morfológica de la falla se manifiesta porque conforma un valle rectilíneo entre las cuchillas Valle de San Juan y El Pital. No presenta indicios de neotectónica (SGC, 2002a).

La continuación de esta estructura hacia el suroeste, coincide con el trazo de la Falla Colorada - Samaria, la cual ha sido interpretada como un cabalgamiento con vergencia al SE (Amézquita & Montes, 1994; Amaya & Santamaría, 1994) o una falla vertical (Núñez et al., 1984). Sin embargo, el análisis realizado para la Falla Colorada - Samaria, indica que de la Falla de Cucuana hacia el norte, el plano de la falla buza en sentido contrario que el trazo que va de la Falla de Cucuana hacia el sur; por lo tanto, se piensa que se trata de dos fallas distintas (SGC, 2002a).

La Falla La Aguada Este es un retrocabalgamiento de la Falla La Aguada Oeste, con vergencia al SE, dirección predominante del plano de falla N50°E y buzamiento de 45° al NW, estimado por la inclinación de los estratos en el bloque colgante; esta falla monta estratos de las formaciones Hondita y Loma Gorda sobre estratos del Grupo Olini e interrumpe el Anticlinal Valle de San Juan; morfológicamente origina un valle a lo largo de su traza. No muestra evidencias neotectónicas (SGC, 2002a).

Falla Valle de San Juan: Toma este nombre por el Municipio de Valle de San Juan. Es una falla inversa con vergencia al NW, dirección del plano de falla N35°E y buzamiento de 55° al SE, estimado en corte geológico. Esta falla pone un contacto rocas de la Formación Caballos y de las formaciones Hondita y Loma Gorda y trunca el eje del Anticlinal Valle de San Juan hacia el norte. Morfológicamente no es muy evidente; no muestra evidencias neotectónicas (SGC, 2002a).

Falla Contreras Este: El nombre se deriva de la vereda y cuchilla del mismo nombre. Es una falla inversa con vergencia al NW, dirección del plano de falla N40°E y buzamiento de 50° al SE estimado en corte geológico; afecta el flanco oriental del Anticlinal de Contreras, y repite rocas de las formaciones Hondita y Loma Gorda. No presenta evidencias de neotectónica (SGC, 2002a).

Falla El Sapo: Su nombre proviene del cerro El Sapo. Es una falla de rumbo dextral con componente inverso. La falla tiene una dirección preferencial de N30°E, y sufre una deflexión a N45°E de 2 km, aproximadamente. El buzamiento de la falla es de 60° al SE, calculado a partir de corte geológico. Existen varios cabalgamientos con vergencia SW y dirección N-S asociados a la falla, que repiten secuencia de la Formación Gualanday Superior. La falla trunca los ejes de los anticlinales El Sapo y Gualanday, que muestran disposición en echelon a lado y lado del trazo de la falla. La falla no presenta evidencias de neotectónica (SGC, 2002a).

Falla Cucuana Este: Referenciada con este nombre por INGEOMINAS (1997a), donde la asocian al Sistema Cucuana - Río Bogotá. Se trata de una falla de rumbo dextral con dirección N70°E y buzamiento cercano a la vertical. En el trazo de la falla se interrumpe la continuidad de las rocas del Paleógeno y Cretácico a lado y lado de la falla. Morfológicamente, la falla controla parte del curso del río Coello y del río Magdalena en cercanías de Flandes. Vergara (en: INGEOMINAS, 1997a) detectó posible actividad neotectónica de esta falla, relacionada con pequeñas deformaciones superficiales y

drenajes incipientes en un trayecto de 5 km sobre la falla, en alrededores de Flandes (SGC, 2002a).

Se considera que esta estructura es la continuación del trazo de la Falla de Cucuana, interrumpido en el sector de San Luis, debido probablemente a que allí no hubo ruptura, sino deformación dúctil (SGC, 2002a).

Sistema de Fallas al Noroeste de Rovira: Tienen movimiento reciente; son estructuras de gran extensión, que cruzan la cordillera y al parecer pueden clasificarse como fallas transformantes. El movimiento más importante puede ser de tipo horizontal, con ligero componente vertical. Entre este tipo de fallas se destaca la Falla de Ibagué (SGC, 1982).

Existen además otras fallas, aproximadamente paralelas entre sí, que tienen movimiento vertical importante; entre estas fallas se destacan la de Chapetón - Pericos, la de San Rafael, la del Volcán Machín y la del W de Rovira (SGC, 1982).

El diaclasamiento casi siempre coincide con la dirección de máximos esfuerzos y es muy notorio en el Batolito de Ibagué.

Falla de Buenos Aires: Estructura inferida y muy poco reconocida. Se infiere por un ligero escarpe de dirección aproximada N45°W, que sigue paralelo al rumbo de la carretera Ibagué - Bogotá, y por pequeños lomos alineados; esta estructura pasa cerca de las poblaciones de Picaleña y Buenos Aires. Se asume que se trata de una falla de desgarre, cuyo frente de cabalgamiento son las fallas que repiten secuencias del Grupo Gualanday que todo este sistema se generó como acomodación, luego del corrimiento del bloque norte que generó la Falla de Ibagué (SGC, 2002).

Falla del Río Bogotá: El valle del río Bogotá está formado por pliegues sinclinales amplios, afectados en sus flancos por fallas con componente de rumbo, como la que corre a lo largo del mismo río, la cual tiene algunos rasgos de actividad neotectónica. Los sinclinales terminan hacia el norte, mediante frentes de cabalgamiento; esto se puede observar claramente al norte de la población de Tocaima, donde la terminación del Sinclinal de Tocaima, cabalga sobre el cerro del Copó y delimita la Falla de Salcedo en la Plancha No. 246 del SGC "Fusagasugá" (Acosta & Ulloa, 1997), (SGC, 2002).

En este valle los sinclinales posiblemente se deslizaron, y siguieron una dirección suroccidente - nororiente sobre estructuras pre-existentes, y repitieron secuencias de rocas cretácicas y cenozoicas (SGC, 2002).

Lineamiento Guaduas: Su nombre deriva de la quebrada Guaduas o Guaduala) sobre la cual existen los rasgos morfológicos alineados. Gómez (1991) denomina Falla El Guamo a una parte de este lineamiento. El lineamiento coincide con el límite entre los abanicos de Espinal y Guamo; presenta una dirección N30°W (SGC, 2002a).

11. GEOLOGÍA BÁSICA CON FINES DE ORDENAMIENTO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS (ESC. 1: 25.000)

La cuenca del río Luisa, posee un total de 108196.945 ha y está conformada por rocas que van desde el Precámbrico, hasta las más recientes. Estas últimas presentan la mayor extensión sobre el área en estudio (del casi 60 %) y fueron resultado de procesos de origen volcánico, tipo flujo lahárico.

Las rocas del Precámbrico ocupan un 0.27% con 290.31ha, las cuales afloran hacia el extremo occidental de la cuenca. De igual manera, hacia el occidente afloran rocas intrusivas del Pérmico, abarcando un área de 361.93 ha, correspondiente al 0.33% del área en estudio.

Hacia la parte media de la cuenca, aparecen bien expuestas las rocas del Triásico, Jurásico - Triásico y Jurásico, ocupando un 0.56%, 7.60% y 12% respectivamente, que corresponden al 610.59, 8223.56 y 12979.65 ha de la cuenca. La mejor representación de estas rocas está conformada por el grupo de rocas sedimentarias de Payandé, el Batolito de Ibagué, que aflora en casi toda la parte alta de la cuenca, junto con otros cuerpos intrusivos de poca extensión ubicados hacia el centro del área en estudio.

Continuando la secuencia, aparecen discordantemente las rocas del Cretácico, las cuales se encuentran en paquetes muy apretados y controlados estructuralmente, conformando un área de 5.13% de la cuenca, lo cual corresponde al 5552.86 ha. También, fuertemente plegado, aparece representando el Paleógeno, el Grupo Gualanday con 2.72% de área sobre la cuenca y 2942.02 ha.

Del Neógeno, aparecen bien expuestas y representadas, las Rocas del Grupo Honda, dispersas en la parte media de la cuenca, con un porcentaje sobre el área en estudio de 4.25% correspondiente a 4603.07 ha.

En la zona baja de la cuenca, y abarcando el mayor porcentaje de materiales expuestos sobre el área en estudio, se encuentran los depósitos cuaternarios, teniendo como máximos exponentes los abanicos del Guamo y del Espinal. También aparecen algunos depósitos en la zona alta y media de la cuenca, correspondiente en su mayoría a aluviones o coluviones. El porcentaje sobre el área en estudio es de 67.13%, el cual corresponde a un área de 72632.96 ha.

A continuación, se describen las características más resaltantes de las unidades geológicas que conforman la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena, reconocidas y levantadas en campo o mediante sensores remotos, las cuales, para un mejor entendimiento, se ordenan cronológicamente desde las más antiguas a las más recientes.

Para la realización de la cartografía de estos depósitos se tuvieron en cuenta los cambios topográficos, fotointerpretación, las características morfológicas del terreno y pequeños cambios en la dirección de los drenajes.

En la Figura 11 se muestran gráficamente las unidades geológicas presentes en la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena, las cuales se encuentran descritas de manera resumida en la Tabla 16.

Tabla 16. Unidades geológicas observadas en la zona de estudio

Periodo	Nombre	Descripción	Simbología		Área (ha)	%
			Nomenclatura	Color (RGB)		
Cuaternario-Q	Depósitos coluviales	Depósitos de fragmentos de arenitas, arcillolitas y lodolitas de grano medio a fino, de colores amarillo rojizo a blanco, deleznable en matriz limo - arcillosa	Qco	171/171/186	116.33	0.1
	Depósitos aluviales	Depósitos resultantes del transporte de la dinámica de ríos, compuestos por una matriz arenosa muy abundante, con fragmentos de tamaño grava, guijarros y bloques.	Qal	227/230/232	9284.27	8.6
	Depósitos piroclásticos	Depósito de fragmentos expulsados por actividad volcánica, provenientes de los volcanes Cerro Machín y Nevado del Tolima.	Qto	213/217/221	145.34	0.1
	Terraza aluvial intramontana	Depósitos de gravas embebidos en una matriz areno limosa, de color gris a habano, muy disgregada.	Qt	199/199/209	6.50	0.00
	Terraza aluvial baja	Depósitos de conglomerados, con tonalidades grises, oligomícticos de origen: bioquímicos, intrusivos, extrusivos y metamórficos. Embebidas en una matriz areno arcillosa de color gris a gris oscuro, selección regular	Qtb	213/213/221	118.03	0.1

Periodo	Nombre	Descripción	Simbología		Área (ha)	%
			Nomenclatura	Color (RGB)		
	Terraza aluvial alta	Depósitos heterométricos de gravas con diversas tonalidades, compuestas por rocas bioquímicas, intrusivas, extrusivas y metamórficas, embebidos en una matriz areno arcillosa.	Qta	241/242/244	198.68	0.2
	Abanico del Espinal	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Qae	242/242/242	41559.6	38.4
	Abanico El Guamo	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Qag	185/185/185	21247.3	19.6
Neógeno-N	Grupo Honda	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Ngh	255/230/0	4777.56	4.4
Paleógeno-E	Formación Gualanday Superior	Arenitas conglomeráticas y lodolitas. Los conglomerados se presentan en capas gruesas a muy gruesas, son arenosos, con esporádicos lentes de arenita y arenita	Pggs	255/184/153	2478.82	2.3

Periodo	Nombre	Descripción	Simbología		Área (ha)	%
			Nomenclatura	Color (RGB)		
		conglomerática, matriz soportada.				
	Formación Gualanday Inferior	Intercalaciones de lodolitas conglomeráticas y arenitas conglomeráticas, con costras de óxido de hierro y clastos de chert y cuarzo.	Pggi	255/148/102	357.94	0.3
Cretácico-K	Formación Seca	Lutita de tono principalmente rojizo-violáceo, intercalaciones de limolitas y arenitas con arcillolitas de potente espesor.	Kpgs	26/255/48	581.87	0.5
	Nivel de lutitas y arenitas	Niveles gruesos de lodolitas de espesor grueso y arenitas calcáreas de espesor medio a delgado	Ksla	51/255/71	546.30	0.5
	Grupo Oliní	Secuencia litológica compuesta por niveles silíceos, separados por un nivel de lutitas, intercalaciones de liditas fracturadas y meteorizadas, con laminación ondulosa.	Kso	166/191/64	669.36	0.6
	Formación Hondita y Lomagorda	Shales y lutitas negras, con tonalidades que van desde gris oscuro a negro, muy disgregado, poca resistencia y muy fracturadas.	Ksh-lg	140/255/128	739.81	0.7
	Grupo Villeta	Lodolitas intercaladas muy meteorizadas, tabulares, intercalados con calizas masivas, tonalidades grises, fracturadas, resistencia muy baja, algunos niveles contienen concreciones.	Kv	51/225/51	807.18	0.7

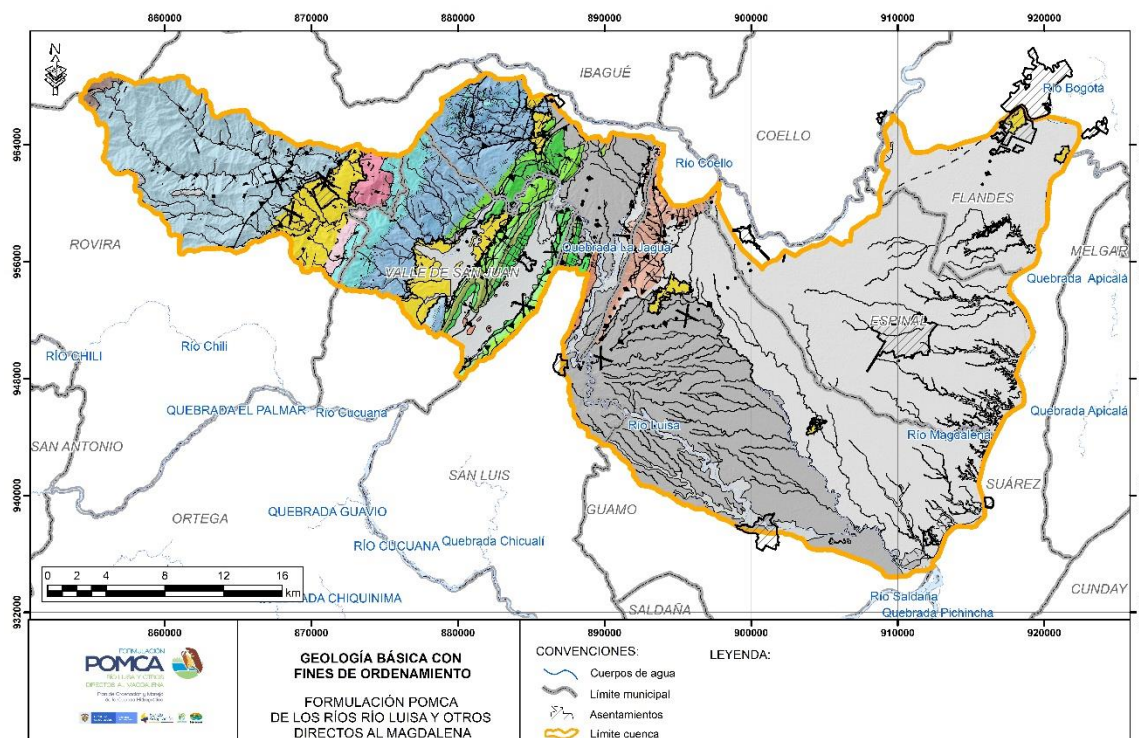
Periodo	Nombre	Descripción	Simbología		Área (ha)	%
			Nomenclatura	Color (RGB)		
	Formación Shale de Bambuca	Lodolitas calcáreas de espesor grueso, muy diaclasada, con segmentos con matriz de micrita y muy meteorizada.	Ksb	153/255/0	261.05	0.2
	Formación Tetuán	Lodolita calcárea laminada, intercalada con caliza micrítica, de color gris a negro, con fósiles de amonitas y bivalvos.	Kit	102/255/0	71.96	0.1
	Formación Caballos	Miembro inferior: arenitas cuarzosas de grano grueso. Miembro medio: lodolitas laminadas negras a gris oscuro, con intercalaciones de micrita. Miembro superior: cuarzoarenitas de grano medio a fino.	Kic	117/255/26	1475.38	1.4
Jurásico-J	Batolito de Ibagué	Rocas ígneas principalmente félsicas, variando de granodioritas a tonalitas, con cristales de tamaño medio a grueso y textura cristalina y masiva.	Jgdi	186/229/247	11667.3	10.8
	Stock de Payandé	Cuerpo intrusivo félsico, de composición granodiorítica, aunque puede variar entre tonalita y cuarzodiorita.	Jp	117/191/240	1219.70	1.1
	Formación Payandé	Secuencia de calizas: micritas y biomicritas con estratificación masiva, colores grises de claros a oscuros, en ocasiones un metamorfismo incipiente y	Jpp	140/212/242	575.64	0.5

Periodo	Nombre	Descripción	Simbología		Área (ha)	%
			Nomenclatura	Color (RGB)		
		fractura concoidea. Intercalaciones de capas de conglomerados.				
Triásico-T	Formación Prepayandé	Estratos gruesos muy meteorizados de arcillolitas, intercalados con lutitas violáceas de grosor medio a fino. Las lutitas se encuentran muy fracturadas y fisiles.	JTrpp	117/240/240	2451.46	2.3
	Formación Payandé Mármoles	Secuencia de mármoles circundando cuerpos ígneos (Stock de Payandé), mineralizaciones tipo Skarn	Trpm	140/201/242	5301.41	4.9
	Formación Luisa	Conglomerados polimícticos, de color rojo a violáceos, altamente cementados y empaquetados. Clastos inequigranulares y angulosos.	TRI	255/128/166	757.18	0.7
Paleozoico-P	Stock Granítico de Rovira	Cuerpo intrusivo de grano medio, y composición cuarzomonzonítica, granodiorítica y ocasionalmente granítica.	Pg	250/209/225	451.61	0.4
Mesoproterozoico-MP	Anfibolitas de Tierradentro - Anfibolitas	Anfibolitas y neises en su mayoría constituidos por hornblenda y plagioclasa, pueden tener cuarzo y epidota, textura equigranular, naturaleza básica.	Pcaa	188/151/143	150,51	0.15
	Anfibolitas de Tierradentro - Neises y Esquistos	Neises y anfibolitas máficos, con alto contenido de plagioclasa y hornblenda o por neises félsicos	Pcan	188/151/143	136.66	0.15

Periodo	Nombre	Descripción	Simbología		Área (ha)	%
			Nomenclatura	Color (RGB)		
		con un mayor porcentaje de cuarzo y plagioclasa.				
			Total general		108154.86	100.00

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Figura 11. Geología con fines de ordenamiento de la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena 1: 25.000



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

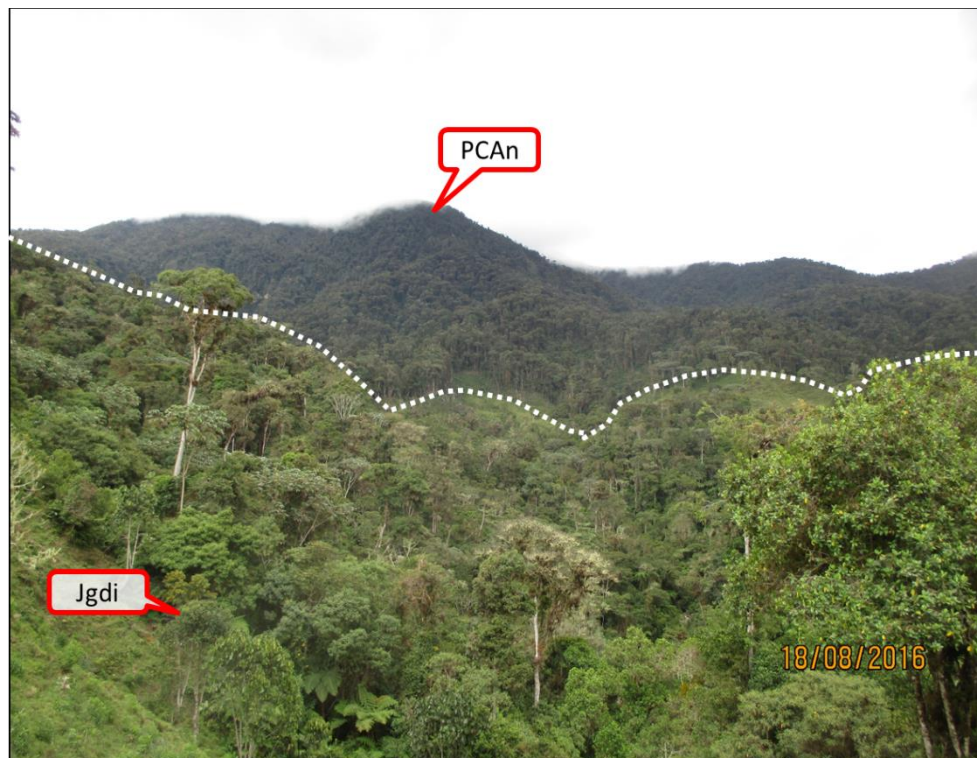
11.1. ROCAS DEL PRECÁMBRICO

Gneis y anfibolitas de Tierradentro (PCAn): Está compuesta por rocas metamórficas de tipo neises y anfibolitas máficas, con alto contenido de plagioclasa y hornblenda o por neises félsicos con un mayor porcentaje de cuarzo y plagioclasa.

Esta unidad no se pudo caracterizar en campo debido a lo intrincado y difícil de acceso para llegar a afloramientos representativos, debido a que se encuentra en la parte más alta de toda la cuenca en una zona con pendientes muy pronunciadas, cimas quebradas y cañones muy profundos.

Sin embargo, según las observaciones realizadas a distancia en campo, sobre las rocas expuestas en la zona alta del Río Luisa, aunado al proceso de fotointerpretación, se pudo delimitar aproximadamente el macizo rocoso como se observa en la Figura 12.

Figura 12. Contacto entre los Gneises y Anfibolitas de Tierradentro (PCAn) con el Batolito de Ibagué (Jgdi), en la Parte Alta de la Cuenca en Estudio. Coordenadas: E= 856778.701237 N= 966265.235001 Altura: 2520.19 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

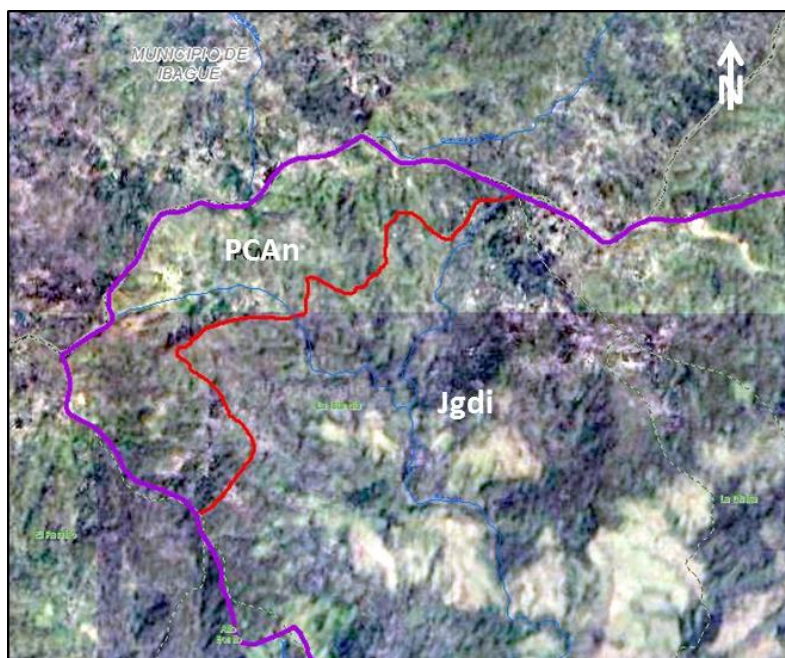
Obsérvese en la Figura 13, sobre una de las ortofoto utilizadas para la fotointerpretación en el área en estudio, como las tonalidades de los materiales del terreno, la morfología menos suavizada y relieves quebrados, el cambio de vegetación y el patrón de drenaje, ayudan a delimitar este cuerpo del Batolito de Ibagué, bien expuesto del lado derecho.

Esta unidad tiene una extensión de 136 ha sobre la cuenca, y aunque presenta continuidad en su extensión, se encuentra restringido al límite occidental de la cuenca.

De igual manera, sobre la quebrada del río Luisa, en la parte superior de la cuenca y hasta donde se pudo acceder sin problemas, se encontraron gran cantidad de cantos rodados subangulares y subredondeados de anfibolitas, neises y migmatitas como lo muestra la Figura 14, donde claramente se pueden observar cristales máficos de hornblenda sobre las anfibolitas, y en los neises se pueden visualizar la segregación de los minerales.

Según lo expuesto por Vesga y Barrero en 1978, luego de realizarse una datación radiométrica sobre unas anfibolitas extraídas cerca de Armero, la formación se ubicó en el rango de los 1.360 ma de edad.

Figura 13. Delimitación de la unidad PCAn con base a la Fotointerpretación de Imágenes Satelitales



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

11.2. ROCAS DEL PÉRMICO

Stock Granítico (Pg): Los principales afloramientos observados en campo se localizaron al Sureste del poblado de Rovira, en la carretera que va desde este municipio, hasta Valle de San Juan. Mediante sensores remotos, se logró delimitar este cuerpo, el cual tiende a ser alargado y, debido a la Falla del Gobernador, entra en contacto con la Formación Honda al Sur de Rovira.

Tiene una extensión de 451 ha sobre la cuenca, y aunque presenta continuidad en su extensión, se encuentra restringido en una franja hacia el suroccidente de la cuenca.

Son rocas ígneas félsicas, con cristales de tamaño medio que pueden variar entre cuarzomonzonita, granodiorita o granito. Presenta una textura cristalina masiva y debido al fracturamiento puede presentar una porosidad secundaria. Hacia el Occidente, es posible que la roca se encuentre aún más fracturada debido al control tectónico que le impone la Falla del Gobernador.

Como se observa en la Figura 15, los afloramientos que se visualizaron en campo fueron producto del corte que se realizó para el emplazamiento de la vía.

Figura 14. Rocas de la unidad PCAn sobre el río Luisa en la parte alta de la cuenca.
Coordenadas: E= 858168.781443 N= 964534.647863 Altura: 2211.90 msnm.



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

En la mayoría de los sitios se observaron los afloramientos soterrados por el suelo residual producto de la meteorización de la roca, dejando solo algunas ventanas para observación del material fresco.

El suelo residual de esta roca presenta espesores aproximadamente de 15 m, compuesto por arenas gruesas o gravas del mismo material parental, embebidas en una matriz arcillo limosa, de color beige a habano.

Figura 15. Stock Granítico (Pg) aflorando al sur oriente del poblado de Rovira. Nótese el importante espesor de suelo residual originado por la meteorización de esta roca ígnea. Coordenada: E= 873362.194806 N= 959813.023934 Altura: 800.49 msnm.



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

En una cantera, al margen de la misma vía, se observó un macizo rocoso fresco el cual se puede observar en la Figura 16, donde se aprecia la tonalidad clara del cuerpo intrusivo, con una cierta coloración rosada, posiblemente debido al feldespato potásico. También se observa un dique andesítico de color gris oscuro y grano fino, el cual se emplazó dentro del cuerpo intrusivo en un evento posterior. No se observaron familias de diaclasas importantes, por lo general fracturas inducidas por el proceso de excavación.

En muestra de mano, se observa la roca equigranular, con una apariencia sacaroidea, de color blanco a beige, con muchos cristales de cuarzo y feldespato principalmente como lo muestra la Figura 17.

Figura 16. Dique Andesítico intruyendo el Stock Granítico (Pg). Coordenadas E= 873362.194806 N= 959813.023934 Altura: 800.49 msnm.



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Figura 17. Fragmento de roca de la unidad Pg donde se pueden observar las principales características de este cuerpo ígneo. Coordenadas: E= 873140.971966 N= 959713.143433 Altura: 831.87 msnm.



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

No se encontró, ni se observó ni en campo ni en sensores remotos contacto entre este cuerpo intrusivo con la Formación El Imán.

Por la posición estratigráfica se asume, para este intrusivo, edad Paleozoico superior (Carbonífero-Pérmico) (SGC, 1984).

11.3. ROCAS DEL TRIÁSICO

Formación Luisa (Trl): Nombre utilizado en esta memoria para describir el techo de la secuencia, correspondiente a conglomerados polimígticos de color rojo a violáceo, muy cementados y empaquetados.

Presenta clastos angulares y subangulares de diferentes tamaños, dándole una connotación de brecha, generalmente compuestas por rocas de origen ígneo y metamórfico como se observa en la Figura 18.

Figura 18. Conglomerado Brechoide de la Formación Luisa (Trl) Aflorando al Oriente del Poblado de Rovira. Coordenadas E= 875801.865648 N= 958740.064649 Altura: 731.56 msnm.

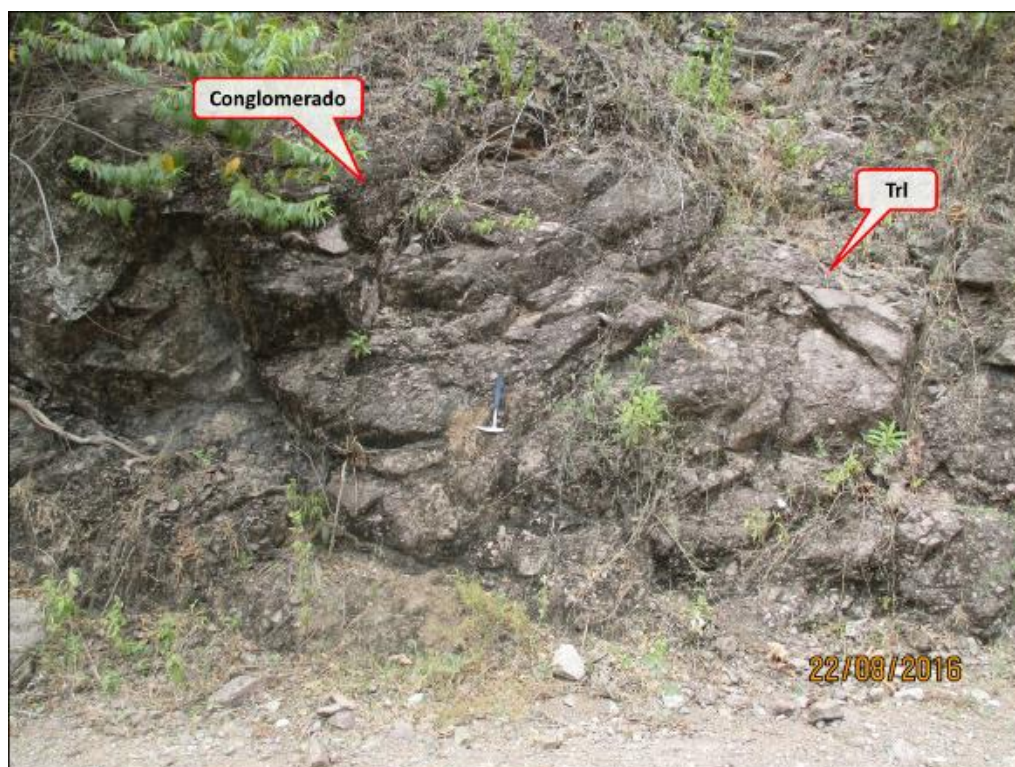


Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Su suelo residual es muy reducido (<1m) y está compuesto de una matriz arenosa de color rojo, con clastos heterogéneos meteorizados provenientes del mismo conglomerado.

Las mejores representaciones de esta formación se observaron sobre el río Luisa, cerca de la vía que lleva de Valle de San Juan a Rovira, por la vereda Santa Rosa. En este punto se observó el macizo rocoso bien diferenciado, presente en la Figura 19, donde se encontró la superficie de la roca bien expuesta y con algunas fracturas. Presenta una extensión de 757 ha en la cuenca de estudio.

Figura 19. Afloramiento de la Formación Luisa (Trl); obsérvese los Conglomerados de color Violeta Típico de esta Formación. Coordenadas: E= 875422.806158 N= 958843.355640 Altura: 739.17 msnm.



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Esta Formación se ubica al costado norte del río Luisa, al occidente de la cuenca, como un cuerpo continuo, pero con poca extensión.

Por su posición estratigráfica Geyer (1973) y Cediél, et al. (1980), la ubican en el Permo – Triásico (SGC, 1984).

11.4. ROCAS JURÁSICO – TRIÁSICAS

Formación Prepayandé (JTrpp): Esta unidad descrita inicialmente por Nelson (1969), como Formación Pre- Payandé. Se ubica al occidente de la zona en estudio, en una franja irregular continua de norte a sur, con una extensión de 2451 ha.

En la vía desde Rovira a Valle de San Juan, sobre la vereda Santa Rosa y al margen del río Luisa, se logró observar la secuencia que forma parte de esta unidad a plenitud.

Dentro de los afloramientos expuestos en la vía, se lograron observar estratos potentes muy meteorizados de arcillolitas, intercalados con lutitas violáceas de potencia media a baja. Las lutitas se encontraron muy fracturadas y físilas, en fragmentos tabulares, formando suelos residuales de poco espesor (< a 2m), mientras que de la lodolitas solo se pudo apreciar su saprolito, debido a su alto estado de meteorización que se puede observar en Figura 20.

Esta última, presenta espesores hasta de 15 m, pero tienden a ser variables. Por esa misma razón suavizan las morfologías y relieves en la zona.

Figura 20. Contacto entre Arcillolitas y Lutitas meteorizadas de la formación Prepayandé (JTrpp). Coordenadas E= 874465.379935 N= 959662.868063 Altura: 799.67 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Siguiendo la secuencia y sobre la misma vía, aparecen estratos potentes de areniscas arcósicas rojizas, de grano fino a conglomeráticas, muy resistentes, poco fracturadas y ligeramente meteorizadas, las cuales no presentaban un espesor significativo de suelo residual (< 2m). Tampoco se observaron familias de diaclasas importantes a nivel superficial, como lo muestra la Figura 21.

Por su posición estratigráfica Geyer (1973) y Cediél, et al. (1980), la ubican en el Permo – Triásico (SGC, 1984).

Para el caso práctico de este estudio, se conserva la nomenclatura de Nelson, debido a la similitud que existe entre lo correlacionado en campo y toda la secuencia estratigráfica correspondiente a lo descrito por él en su estudio.

Figura 21. Nivel de Areniscas Arcósicas aflorando cerca del poblado de Rovira. Coordenadas: E= 873711.297742 N= 959728.010431 Altura: 783.48 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Formación Payandé: Renz (en Trumpy, 1943) y Nelson (1959) dan este nombre a una secuencia predominantemente calcárea, que aflora en el flanco Occidental de la Cordillera Central; Núñez y Murillo (1982) aplican esta misma terminología, a una sucesión de calizas que afloran en el Noreste de la zona en estudio, y que tienen continuidad física con los afloramientos, en donde fue originalmente estudiada la formación (SGC, 1984).

Se ubica al Noroccidente de la zona en estudio, en una franja irregular continua de norte a sur, con una extensión de 5301 ha para las calizas, sobre la cuenca en estudio. El caso del mármol se presenta como franjas circulares contorneando los cuerpos intrusivos que le dieron origen y presentan una extensión de 575 ha.

Para el caso práctico de esta memoria, y debido al cambio litológico tan marcado, se divide en dos miembros:

Calizas (JTrpc): Está compuesta de un conjunto de calizas micríticas y biomicríticas, con tonalidades que van de grises claros a grises oscuros y en ocasiones azulosos. Los macizos rocosos más representativos sobre el área en estudio fueron estudiados sobre la Quebrada Chicalá, cercana al Poblado de Payandé como lo muestra la Figura 22.

Presentan estratificación masiva, poco meteorizada pero muy fracturada. En ocasiones aparece con un metamorfismo incipiente. Al golpe del martillo geológico, la fractura tiende a ser concoidea.

**Figura 22. Calizas Micríticas y Masivas (JTrpc) Aflorando en la Quebrada Chicalá.
Coordenadas: E= 884530.619002 N= 964900.691525 Altura: 717.65 msnm**



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

En la Figura 23, se puede evidenciar que se encontraron intercalaciones menores de limolitas, limolitas calcáreas y/o areniscas. Las limolitas y limolitas calcáreas son de grano muy fino, de tonalidades amarillo claro a grises según la cantidad de caliza que tenga dentro de su estructura, además se observaron en campo muy fracturadas y muy diaclasadas, de medianamente a muy meteorizadas. Mientras las areniscas son de grano fino a medio, con coloraciones amarillo claro, también con contenido calcáreo ya que efervesce al contacto del ácido, medianamente meteorizada y muy diaclasadas.

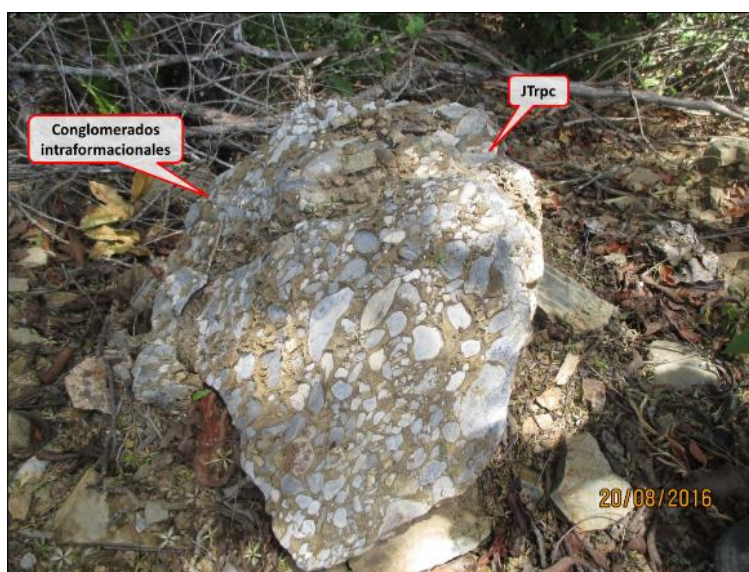
En el punto No. 117 de control geológico, en el mapa de geología básica a escala 1:25.000, se hallaron conglomerados intraformacionales observados en la Figura 24, compuestos con fragmentos alargados de calizas grises dentro de una matriz calcárea de color marrón oscuro, que posiblemente se originaron dentro de cavidades, donde los procesos de disolución acelerados iban depositando los fragmentos de calizas más grandes junto con sedimentos finos y calcita, que dieron origen a estas rocas.

Figura 23. Contacto entre los Diferentes Niveles de Materiales de la Formación Payandé (JTrpc). Coordenadas: E= 884444.965456 N= 965273.306242 Altura: 831.73 msnm.



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Figura 24. Conglomerado Intraformacional de la Formación Payandé (JTrpc). Nótese los Clastos de Caliza de la misma formación. Coordenadas: E= 884769.333258 N= 965723.003833 Altura: 803.30 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

También, dentro del “Open pit” realizado por CEMEX para la extracción de calizas, se observaron espesores masivos representativos de calizas con tonalidades grises. En la parte superior, tal cual como se observa en la Figura 25, un dique de andesita de un evento posterior, intruye esta formación.

Figura 25. Dique Andesítico intruyendo la Formación Payandé (JTrpc).
Afloramientos expuestos en el Open Pit realizado por CEMEX cerca al Poblado de Payandé. Coordenadas: E= 885000.810805 N= 966453.744590 Altura: 782.62 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Este material genera suelos residuales muy reducidos (< a 2m) de espesor, sobre el área en estudio. Además, no presentan vegetación tupida o abundante de tipo arbustivo o arbóreo.

La fauna fósil, encontrada en varios sitios en donde aflora la Formación Payandé, en el departamento del Tolima, confirma una edad Triásico superior, para la secuencia media superior (Mojica, 1980). Se desconoce la edad de la parte inferior (SGC, 1984).

Mármoles (JTrpm): Afloran al norte del área en estudio. La Formación Payandé fue intruida por el Stock de Payandé (JP) ocasionando la formación de mármol a partir de las calizas, y mineralizaciones “Tipo Skarn” por metasomatismo, como la que se encuentra en Mina Vieja, antigua mina de cobre, al oeste del poblado de Payandé.

Los mejores afloramientos de esta formación se lograron caracterizar en la vía desde Payandé hacia la vereda El Salitre. Donde se observaron mármoles con tonalidades que van desde el gris claro, pasando por el blanco hasta colores azulados o verdosos tal cual lo representa la Figura 26.

Estos macizos rocosos se observaron cómo cuerpos masivos y muy homogéneos, con estructura cristalina masiva y generalmente equigranular con cristales muy brillantes. Debido a su estructura interna, estos mármoles se presentan muy poco meteorizadas o con poco metamorfismo, y generalmente sin fracturas, a menos que fueran provocadas por los diferentes medios de extracción en las minas (acción antrópica).

Figura 26. Explotación de Mármol (JTrpm) en la Vereda el Salitre. Coordenadas: E= 879097.241153 N= 963822.794833 Altura: 782.62 msnm.



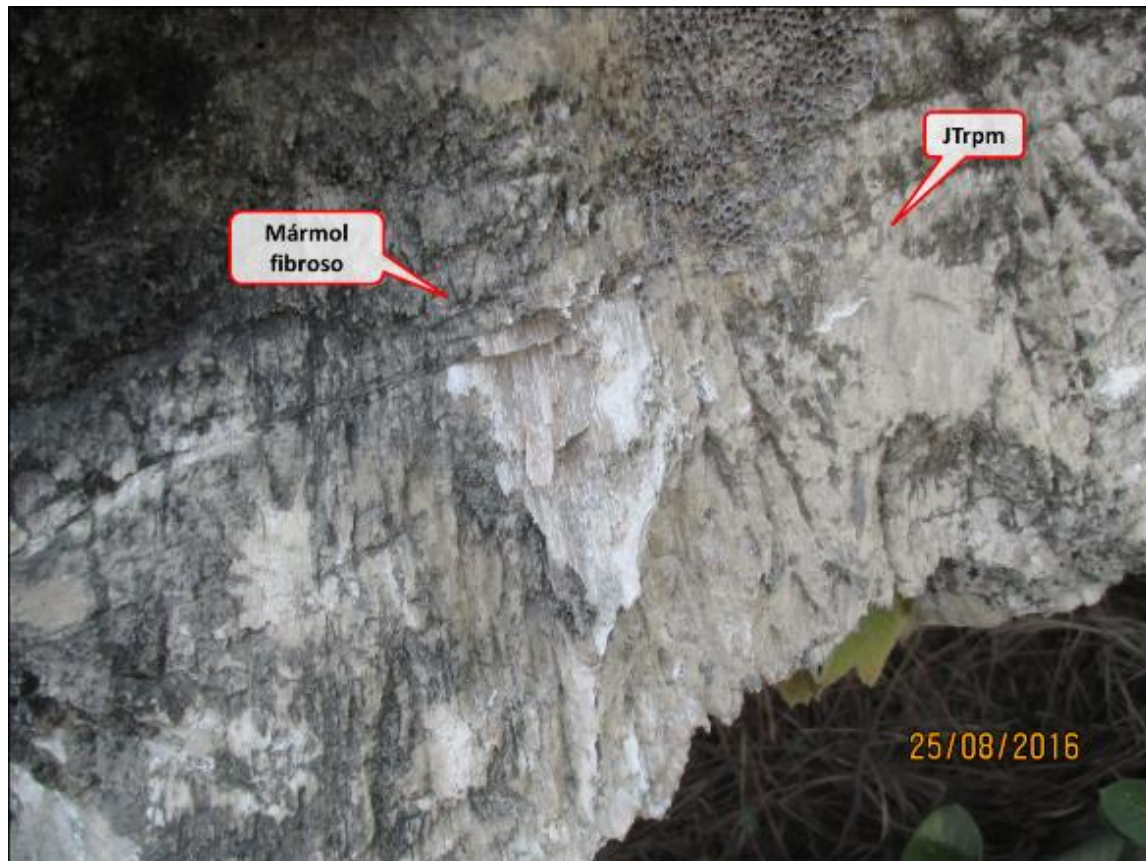
Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

En ocasiones, en las minas de explotación de mármoles, se lograba visualizar el contacto entre el intrusivo (Stock de Payandé), los mármoles y las calizas.

Hacia la vereda Guasimito, un poco más hacia el sur, se encontraron una serie de explotaciones mineras, donde se encontraba expuesto un mármol fibroso tipo aragonito, como se observa en la Figura 27, el cual se encontraba muy poco meteorizado, muy poco

fracturado y extremadamente resistente a fracturarse mediante el golpeteo generado por la piqueta de geólogo.

**Figura 27. Mármol Fibroso Producto del Metasomatismo causado por la intrusión del Stock de Payandé (Jp). Coordenadas: E= 878904.879735 N= 959055.516792
Altura: 905.94 msnm**



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Este material genera suelos residuales muy reducidos (< a 2m) de espesor, sobre el área en estudio. Además, presentan escasa vegetación de tipo arbustivo o arbóreo.

11.5. ROCAS DEL JURÁSICO

Batolito de Ibagué (Jgdi): Tiene su mejor connotación hacia el Occidente de Rovira y su extensión ocupa prácticamente toda la parte alta de la cuenca (11667 ha).

A pesar de su extensión, su acceso es muy limitado debido a la complejidad de su paisaje, modelado continuamente por procesos erosivos, además de los complejos procesos tectónicos que bascularon este inmenso cuerpo ígneo hacia la superficie.

En la vía desde Rovira hacia la vereda La Divisa, al el Occidente de la cuenca, se lograron observar afloramientos bien expuestos de roca fresca de composición félsica, que

generalmente varían entre granodioritas (mayoritariamente) hacia tonalitas, con cristales de tamaño medio a grueso y textura cristalina masiva, ilustrada en la Figura 28.

Figura 28. Granodiorita Típica del batolito de Ibagué (Jgdi), expuesta al occidente del poblado de Rovira. Coordenadas: E= 860994.277207 N= 964373.714651 Altura: 2166.33 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Los suelos residuales que se forman de este tipo de roca, presentan espesores significativos importantes. En algunos sectores se lograron observar hasta 30 metros de material disgregado y desconfinado, de coloración generalmente beige a habano claro, compuesta por gravas y arenas de gruesa e media dentro de una matriz arcillosa.

Desde la vereda Islandia (Punto de Control No. 48 en el plano de geología básica Escala 1: 25.000), se observaron potentes suelos residuales con tonalidades rojizas y naranja, de composición netamente arcillosa, debido a la mezcla del suelo residual original con material volcánico de tipo ceniza como se observa en la Figura 29, lo que provocó la pérdida de la estructura original del depósito.

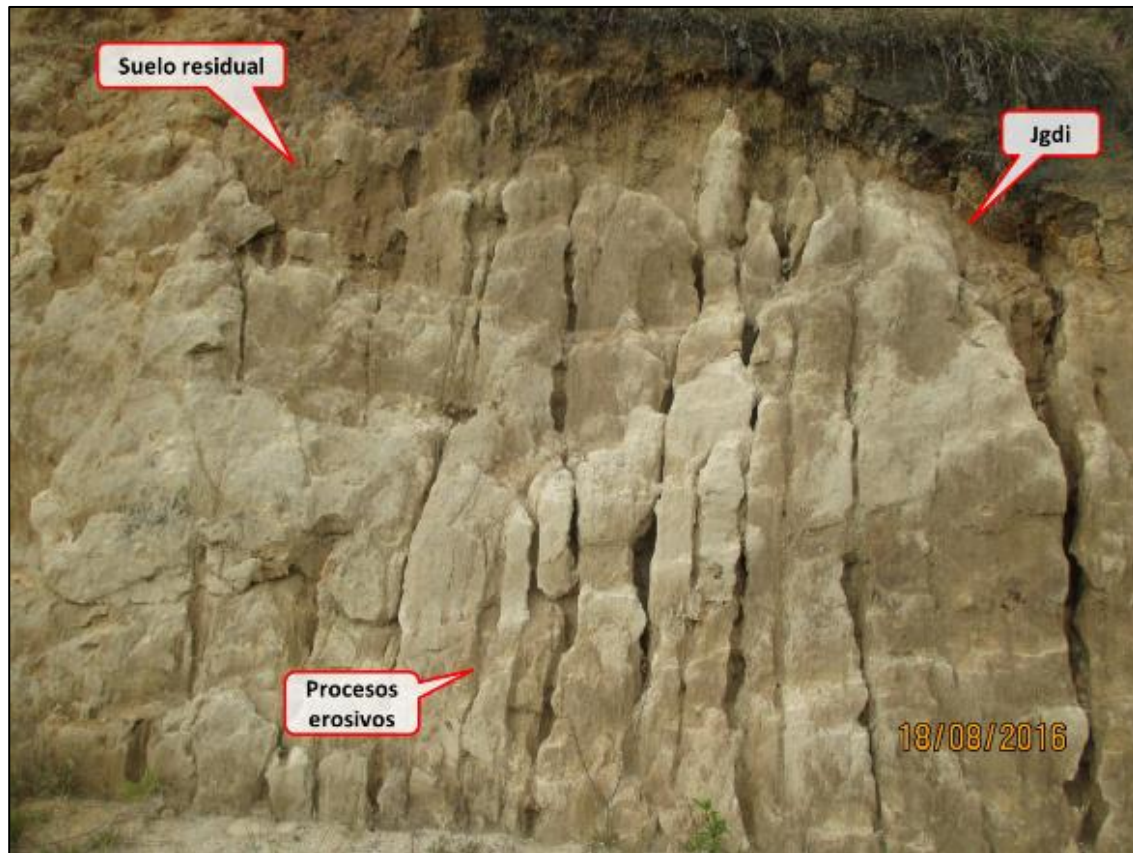
Figura 29. Suelo Residual del Batolito de Ibagué (Jgdi) Alterado por Materiales Volcánicos en su Mayoría de Tipo Ceniza. Coordenadas E= 858166.847995 N= 964373.714651 Altura: 2166.33 msnm.



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

También se observaron deslizamientos o procesos de remoción en masa, así como procesos erosivos puntuales en la vía hacia la vereda La Divisa, producto de los cortes o cambios de geometría en las laderas, los cuales desconfinan los depósitos de suelos residuales, tal como se evidencia en la Figura 30.

Figura 30. Procesos Erosivos Tipo Surcos Sobre Suelo Residual del batolito de Ibagué (Jgdi). Coordenadas: E= 860384.770455 N= 963161.454581 Altura: 1939.56 msnm.



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Según Núñez (1999a), las relaciones estratigráficas del Batolito de Ibagué indican que el plutón se emplazó después del Triásico y antes del Aptiano-Albiano, tiempo que corresponde al lapso Jurásico. Esta posición estratigráfica está confirmada por varias dataciones isotópicas que indican el rango entre 131 + 2 y 151 + 4 Ma que corresponde al lapso Jurásico medio - tardío – a Cretácico temprano (SGC, 2002).

Stock de Payandé (Jp): Se ubica al norte y centro occidente de la cuenca. Se exponen como pequeños cuerpos redondeados y alargados con una extensión de 1219 ha, pero no presentan continuidad superficialmente.

En la vía desde el poblado de Payandé hacia el sector de salitre, sobre algunos cortes para el emplazamiento de la vía, se observaron las mejores exposiciones de este cuerpo intrusivo. Se trata de una roca ígnea intrusiva félsica, de composición mayoritariamente granodiorítica aunque, según (SGC, 2002) la composición puede variar también entre tonalitas y cuarzdioritas.

La roca se observó superficialmente meteorizada, con coloraciones rosadas posiblemente debido al feldespató potásico, con textura cristalina masiva. También se observaron espesores de aproximadamente de 10 a 15 m de suelo residual de composición arenosa, embebida en una matriz arcillo limosa de color habano (ver Figura 31).

Figura 31. Stock de Payandé (Jp) Aflorando al Occidente del Poblado de Payandé. Coordenadas E= 879097.241153 N= 963822.794833 Altura: 782.62 msnm.



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

En algunas minas, donde se logró acceder por la zona del Salitre, se observó roca fresca de color blanco, con algunas micas tipo biotita, y generalmente con pocas o sin ninguna familia de diacasa asociada, aunque en ocasiones se observaron fracturadas por el proceso de extracción del material, como se muestra en la Figura 32.

Figura 32. Stock de Payandé (Jp), Intruyendo la Formación Payandé, lo cual produjo metasomatismo y originó los Mármoles (JTrpm). Coordenadas: E= 884424.179025 N= 966564.129528 Altura: 823.58 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Sobre algunos afloramientos, se observaron procesos erosivos puntuales afectando el horizonte de suelo residual.

Generalmente, estos cuerpos son asociados al mismo evento que emplazó el Batolito de Ibagué. La correlación se realiza con base en la posición estratigráfica y tectónica de estos cuerpos, la cual es similar para el Stock de Payandé (SGC, 2002).

En la zona en estudio aparece intruyendo a la Formación Payandé, generando rocas de contacto termal o metasomatismo, como mármoles o skarn.

11.6 ROCAS DEL CRETÁCICO

Formación Caballos (Kic): El nombre proviene del Cerro Caballos localizado al occidente de la Inspección de Policía Olaya Herrera (Plancha No. 282 del SGC) y el Municipio de Ortega en el Departamento del Tolima. Beltrán y Gallo (1968) dividieron la Formación Caballos en tres unidades ("porciones") de las cuales la superior e inferior se componen de

arenitas y la intermedia de lodolita físil con intercalaciones menores de arenisca (SGC, 2002a).

Esta Formación aflora hacia la parte media de la cuenca en estudio y presenta una extensión significativa, pero sin tener mucha continuidad debido a factores exógenos y endógenos que le han dado su disposición actual. Presenta una extensión de 1475 ha sobre el área en estudio.

Los afloramientos mejor expuestos para la zona en estudio se encontraron sobre la quebrada El Cobre y sobre la vereda El Hobo. En la quebrada El Cobre se observó que el contacto entre la Formación Caballos y la Formación Payandé es discordante y no de falla como se había supuesto en estudio anteriores.

En la Figura 33, se observa el contacto entre una arenita de la Formación Caballos en la parte superior, descansando discordantemente con unas limolitas calcáreas con intercalación de lutitas de la Formación Payandé.

Figura 33. Contacto Discordante entre las Arenitas de la Formación Caballos (Kic) y las Limolitas Calcarías de la formación Payandé (JTrpc) en la quebrada El Cobre. Coordenadas: E= 884932.855876 N= 964227.932420 Altura: 682.02 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Hacia la quebrada El cobre, se identificó el miembro superior, compuesto por areniscas con tonalidades amarillo claro y algunos parches rojizos, estratos de potencia media, muy compacta y poco fracturada, con intercalaciones de calizas masivas de potencia intermedia, con tonalidad habana clara, poco meteorizado y fracturado con fósiles de lumaquelas, representadas en la Figura 34.

Figura 34. Calizas Fosilíferas de la Formación Caballos (Kic), Aflorando en la Quebrada el Cobre. Coordenadas: E= 885212.408801 N= 964044.848486 Altura: 671.68 msnm.



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

En el miembro medio, sobre la vereda el Hobo, se observaron espesores importantes de lodolitas laminadas con tonalidades de grises, físis, muy fracturadas y meteorizadas originando suelos residuales de hasta 20m de espesor. En ocasiones se encontraron intercalaciones de potencia baja de calizas masivas y micríticas de color gris oscuro; tal cual lo muestra la Figura 35. Junto a estas se encontraron gran cantidad concreciones calcáreas.

Figura 35. Nivel de Lodolitas Laminado de la Formación Caballo (Kic). Coordenadas E= 888148.668134 N= 963497.914668 Altura: 744.33 msnm.



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

El miembro inferior, caracterizado hacia la Quebrada El Cobre, se encontraba compuesto por una arenisca cuarzosa de grano grueso a medio, con estratificación cruzada, poco meteorizada y prácticamente masiva, con tonalidades rojizas, típicas de deposición continental.

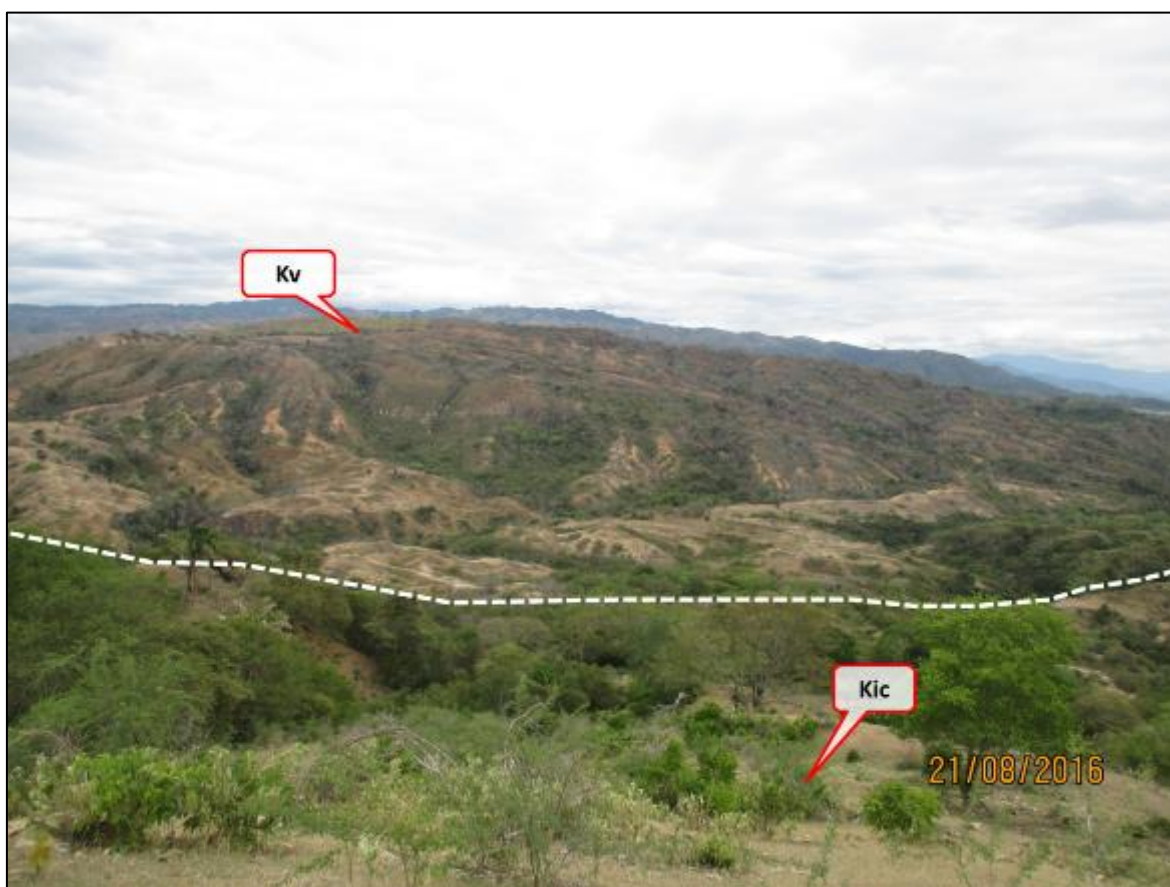
Cabe destacar, que a excepción de la quebrada el Cobre, la Formación Caballos aflora en cerros controlados estructuralmente y donde muchas veces los depósitos de suelos residuales y saprolitos enmascaran las secuencias estratigráficas.

La edad establecida para los diferentes miembros que afloran en el sector occidental es: **Miembro Caballos Inferior** no tiene datos bioestratigráficos reportados; la edad se deduce a partir de la posición estratigráfica y se le asigna una edad Barremiano – Aptiano temprano en la sección de la quebrada El Cobre. El **Miembro Caballos Medio** contiene la mayoría de datos bioestratigráficos; en la quebrada El Cobre, los fósiles reconocidos en la base de esta unidad indican una edad Aptiano temprano (*Chelonicerias* sp., *Cymatoceras colombiana* Durham, *Heminautilus etheringtoni* Durham, *Ancyloceras* sp., *Parahoplites* sp., equinoideos, trigonias y lamelibranquios, entre otros) y se extiende posiblemente hasta el Albiano temprano (Etayo, 1964). El **Miembro Caballos Superior**, de acuerdo con las descripciones de Bürgl (1961), correspondería al Albiano inferior (SGC, 2002a).

Grupo Villeta (Kv): Está conformado por las tres formaciones descritas a continuación, siguiendo la misma secuencia de tope a base. En algunos sectores sobre el área en estudio, se utilizó esta nomenclatura para describir afloramientos o sectores mayores donde el grado de meteorización o amplios espesores de suelos residuales, no permitía llegar a una mejor aproximación del miembro correspondiente, como lo muestra la Figura 36.

Sin embargo, estos sitios generalmente se encontraban compuestos superficialmente por suelos residuales de coloraciones habano claro hasta los grises claros, de composición generalmente arcillosa, muy disgregados, poco compactados y muy plásticos. Ocasionalmente se encontraban dentro de estos suelos, concreciones calcáreas de diferentes tamaños bien conservadas. Estos suelos podían presentar espesores variables llegando en ocasiones a los 25 m.

Figura 36. Afloramientos del Grupo Villeta (Kv) cubierto por Espesores Significativos de Suelos Residuales o Saprolitos, Aflorando Sobre el área de Estudio. Coordenadas: E= 888005.789733 N= 963344.485357 Altura: 756.57 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Calizas del Tetuán (Kit): Nombre informal utilizado por las compañías de petróleo y empleado por Allen (en: Barrio & Coffield, 1992) para referirse a una sucesión sedimentaria de edad cretácica dentro de la subcuenca de Girardot; posteriormente, Etayo (1994b) y Etayo & Flórez (1994), aplican este nombre, también de manera informal, y dicen que se

trata de nomenclatura litoestratigráfica empleada en la rutina de los registros de pozo (SGC, 2002a).

Las Calizas del Tetuán afloran hacia el extremo sur del centro de la cuenca, en una zona muy retirada de las vías transitables y sin un fácil o rápido acceso a los macizos expuestos, debido a condiciones de relieve o de acceso a los predios. Por tal motivo, la descripción y delimitación de esta formación se realizó con fotografías tomadas a la distancia o análisis de sensores remotos.

Presenta sendos espesores de lodolitas intercaladas con calizas masivas, ambas de mediana potencia, con tonalidades grises, meteorizadas y fracturadas, originando suelos residuales de entre 10 a 15 m, muy disgregado y que tienden a formar depósitos de remoción en masa.

Se encuentra dispuesta en una franja continua sobre un relieve alomado controlado estructuralmente, abarca 71.96 ha del área en estudio.

El contacto inferior es neto con la Formación Caballos y se marca dónde termina la capa de arenita gris clara más alta de la Formación Caballos. El contacto superior se localiza en donde inicia la sucesión monótona de lodolita laminada negra del *Shale* de Bambucá. La edad de la Caliza del Tetuán, según Etayo (1994b), es Albiano medio hasta Albiano tardío (SGC, 2002a).

Shale de Bambucá (Ksb): Nombre empleado de manera informal por compañías de petróleos y utilizado por Allen (en: Barrio & Coffield, 1992) como una lutita físil de edad Cenomaniano que se encuentra entre la Caliza del Tetuán y la Formación Hondita, en el sentido de Porta (1966), (SGC, 2002a).

Sobre la vereda El Hobo, en un carretable, se encontró bien expuesto un afloramiento de esta unidad, donde se pudieron caracterizar una secuencia potente de lodolitas calcárea laminadas, medianamente meteorizadas y con varias familias de diaclasas. Presentaba tonalidades grises en estado fresco, y un color amarillento meteorizado.

También se observaron algunas pequeñas intercalaciones de caliza masiva, poco meteorizada y fracturada, masiva y micrítica, con tonalidades amarillentas por lixiviación de partículas de las lodolitas meteorizadas.

En la Figura 37 se observa un pliegue de arrastre dentro de la formación, producto de la deformación de los materiales incompetentes (lodolitas) dentro de los más competentes (calizas). De igual manera, se observaron gran cantidad de concreciones elípticas de color gris y alternado dentro de las laminaciones.

Figura 37. Intercalaciones de Lodolitas y Calizas del Shale de Bambuca (Ksb). Obsérvese el Pliegue de Arrastre en el Centro de la Figura. Coordenadas: E= 890252.007177 N= 964439.352478 Altura: 682.56 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Esta formación suele generar depósitos de suelos residuales, con tonalidades grises oscuras y espesores que pueden variar desde los 20 a los 30 m.

Esta unidad aflora en la parte central de la cuenca y aparece restringida a zonas altas y de pendientes escarpadas, con difícil acceso. Por lo que solo se pudo caracterizar un tramo hacia la parte norte del área en estudio. Presenta una extensión de 261 ha.

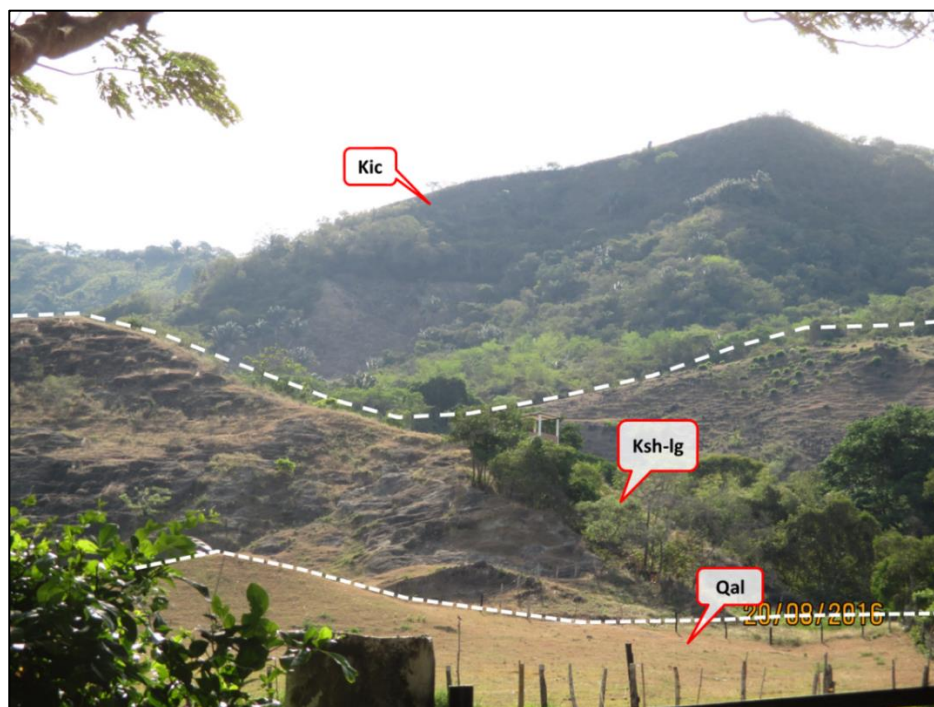
El límite inferior se localizó en el techo del último estrato de caliza perteneciente a la Caliza del Tetuán y el límite superior se ubicó en la base de la primera aparición de estratos calcáreos de la Formación Hondita. Ambos límites son netos y concordantes (SGC, 2002a).

Formación Hondita y Loma Gorda (Ksh-Ig): De Porta (1965) definió las dos unidades en el área de Guataquí - Piedras en la quebrada Hondita y al sur del camino de Loma Larga, y las ubicó estratigráficamente entre el Grupo Olini, situado por encima y una lodolita laminada negra (sin nombre) situada por debajo (SGC, 2002a).

Los afloramientos avistados en campo se encontraron al suroriente del poblado del Valle de San Juan, muy retirados de las vías transitables y sin un fácil o rápido acceso a los macizos expuestos, debido a condiciones de relieve o de acceso a los predios. Por tal motivo, la descripción y delimitación de esta formación se realizó con fotografías tomadas a la distancia o análisis de sensores remotos.

Se lograron caracterizar espesores considerables de material muy meteorizado proveniente de estratos potentes de shales y lutitas negras, con tonalidades que van desde el gris oscuro al negro, muy disgregadas y originando depósitos a media ladera con espesores aproximados de 20 m (ver en Figura 38).

Figura 38. Contacto entre la Formación Caballos (Kic) y la Formación Hondita y Loma Gorda (Ksh-Ig). Sobre esta Última suprayace un Aluvi3n. Coordenadas: E= 884901.744783 N= 957069.698214 Altura: 604.63 msnm.



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

Se encuentra ubicado en ambos lados de las lomas que conforman el Valle de San Juan, en un ambiente netamente estructural (sinclinal) y en contacto corcondante en la parte inferior con el grupo Oliní. Posee una extensión de 739.8 ha sobre la cuenca en estudio.

Grupo Oliní (Kso): De Porta (1965) utiliza este término para describir una secuencia litológica compuesta por dos niveles silíceos, denominados Lidita Inferior y Lidita Superior, separados por un nivel de lutitas; como localidad tipo menciona el camino Piedras - La Tabla (Departamento del Tolima) y como secciones de referencia, algunos cortes por la carretera Girardot - Guataquí (SGC, 2002).

Los afloramientos más representativos de esta secuencia, caracterizados en campo, se ubicaron en un corte sobre una vía destapada en la vereda "Hijo del Valle", cerca del poblado del Valle de San Juan. En la cuenca en estudio, el grupo Olini aparece condicionado a lomas de ambiente estructural, en sectores con relieves muy escarpados y de difícil acceso mayoritariamente, y presenta una extensión de 669 ha sobre esta.

A pesar de encontrarse en zonas dominadas estructuralmente, presenta contacto concordante en la parte superior con la Formación Hondita y Lomagorda, y en la parte inferior con el Nivel de Lutitas y Areniscas.

El sector caracterizado presentaba potentes estratos de limolitas silíceas con tonalidades que iban desde el gris claro hasta el habano claro, muy meteorizada y fracturada y formando suelos residuales de aproximadamente 5 m de espesor, donde se observaban procesos erosivos puntuales.

También se observaron intercalaciones de liditas medianamente potentes, con tonalidades habanas y oxidadas (deposición continental), muy fracturadas y meteorizadas y con laminación ondulosa como se observa en la Figura 39.

Figura 39. Contacto entre los niveles de Limolitas y Liditas del Grupo Olini (Kso), Cercano al Poblado del Valle de San Juan. Coordenadas: E= 881136.942051 N= 952532.675427 Altura: 630.99 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

La edad del Grupo Oliní va desde el Coniaciano tardío hasta el Santoniano con posibilidad que llegue hasta el Campaniano superior (SGC, 2002).

Nivel de Lutitas y Areniscas (Ksla): Nombre y rango utilizado por De Porta (1965) en el sector de Guataquí – Piedras, para describir unas lodolitas y arenitas calcáreas que se presentan sobre el Grupo Oliní (SGC, 2002).

Los afloramientos más representativos caracterizados sobre el área en estudio, se encontraron en un corte sobre la vía que va desde Valle de San Juan al poblado de Payande, más específicamente sobre la vereda El Dinde.

Se observaron dos niveles representativos, una lodolita calcárea de gran potencia con intercalaciones de areniscas de poca potencia.

Las lodolitas calcáreas presentan tonalidades grises claras, efervescen al contacto con el ácido, se encontraron muy fracturadas y muy meteorizadas, con varias familias de diaclasas bien definidas y laminación ondulosa. Debido al fracturamiento intenso, esta unidad suele formar depósitos de suelos residuales de aproximadamente 10 m de espesor.

Las areniscas aparecen en estratos poco potentes, intercaladas entre los sendos depósitos de lodolitas (ver en Figura 40). Presentan tonalidades habano claro en roca fresca y se encontraron medianamente meteorizadas y poco fracturadas. Debido al contraste entre formación se logra exaltar la erosión diferencial por diferencias de materiales.

Figura 40. Intercalaciones de Areniscas y Lodolitas del Nivel de Lutitas y areniscas, en un Corte Sobre la vía Principal al Poblado del Valle de San Juan. Coordenadas: E= 887004.260229 N= 959353.103948 Altura: 609.78 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Ambas estratificaciones se observaron buzando en el sentido de la pendiente, hacia la vía. Posiblemente confinada por esta. Sobre el área en estudio, esta formación se dispone en franjas alargadas sobre lomas en ambiente netamente estructural y ocupa una totalidad de 546.3 ha.

Se asume para el Nivel de Lutitas y Arenas una edad Campaniano medio - tardío (SGC, 2002a)

Formación Seca (KPgs): Nombre dado por De Porta (1965) para designar una sucesión lutítica de tono principalmente rojizo - violáceo, que aflora en la quebrada Seca. El autor indica como localidad tipo la carretera Cambao - San Juan de Río Seco y como sección de referencia la que se encuentra en la carretera Honda - Guaduas (SGC, 2002).

Aflora hacia la parte sur central de la cuenca en estudio, aparece expuesto en las partes bajas de las lomas que conforman la geofomas del Valle de San Juan. Se encuentra en contacto discordante con depósitos aluviales recientes y suprayaciendo formaciones del Cretácico que se encuentran muy empaquetadas en este sector.

Debido a la poca competencia de los materiales de esta formación que aparecen expuestos en el área en estudio, se tienden a generar morfologías residuales con espesores considerables de suelos *in situ*. Se extiende alrededor de las 581.8 ha.

En la cuenca hidrográfica en estudio, se caracterizaron algunos afloramientos bien expuestos de esta formación, cercanos a la vía que conecta el Poblado del Valle de San Juan con el Poblado de Payandé.

La secuencia reportada presenta intercalaciones de limolitas y areniscas con arcillolitas de potente espesor.

Las arcillolitas presentan tonalidades grises oscuras, muy meteorizadas y fracturadas, suavizando así la morfología del terreno debido a la acumulación *in situ* de suelos residuales con espesores que pueden alcanzar hasta los 20 m.

En cuanto a las intercalaciones de areniscas y limolitas, se observaron con una potencia intermedia baja, meteorizados y medianamente fracturados, con tonalidades que van desde los grises claros hasta habano claro. Las areniscas presentan grano medio y en ocasiones se observaron pequeños lentes feldespáticos, posiblemente asociados a cambios de energía violentos en ambientes fluviales transicionales (ver en la Figura 41).

Figura 41. Arenisca Meteorizada de la Formación Guaduas (KPgs). Coordenadas: E= 883082.426052 N= 954156.195942 Altura: 623.41 msnm.



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Para Van Der Hammen (1958), esta unidad corresponde con la Formación Guaduas de la Sabana de Bogotá, excepto su parte superior de edad Maastrichtiano. De Porta (1965), con base en la identificación de algunos fósiles, asociado con angiospermas (similares a las encontradas en la Formación Guaduas), acepta una edad Maastrichtiano - Paleoceno (SGC, 2002a).

11.7. ROCAS DEL PALEÓGENO

Formación Gualanday Inferior (Pggi): Los afloramientos avistados en campo se encontraron al noroccidente del poblado de San Luis, muy retirados de las vías transitables y sin un fácil o rápido acceso a los macizos expuestos, debido a condiciones de relieve o de acceso a los predios. Por tal motivo, la descripción y delimitación de esta formación se realizó con fotografías tomadas a la distancia o análisis de sensores remotos.

Esta formación se encuentra al oriente de la cuenca en estudio y se dispone como una franja larga de 357.9 ha, conformada por un relieve alomado, de ambiente netamente estructural.

La formación está compuesta por intercalaciones de lodolitas conglomerados y areniscas conglomeráticas principalmente, con algunas costras de óxido de hierro con clastos de chert y cuarzo.

Los estratos de lodolitas, son potentes, de color pardo a gris, muy meteorizadas y fracturadas, generalmente formando espesores considerables de saprolito y/o suelo residual que en ocasiones ocultan otros estratos. Las lodolitas tienen contenido arenoso y a veces tienden a ser arenitas lodosas, manteniéndose competentes ante los factores externos e internos.

En cuanto a los conglomerados y areniscas conglomeráticas, como lo muestra la Figura 42, aparecen en estratos gruesos, matriz-soportado (arena), muy compactos, medianamente meteorizados y poco fracturados, compuestos en su mayoría por clastos de chert de subangular a subredondeados. Con tonalidades generalmente habanas y en ocasiones con vetas o parches de oxidación.

Figura 42. Areniscas Conglomeráticas de la Formación Gualanday Inferior (Pggi), Expuesta en un Afloramiento Cercano a la Vía Principal que Conduce al Poblado del Valle de San Juan. Coordenadas: E= 882768.122926 N= 953952.559680 Altura: 631.56 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Para el caso de esta Formación, presenta escasa depositación de suelos residuales o saprolitos *in situ*, debido a lo alomado y escarpado del paisaje. Razón por la cual los depósitos provenientes de las lodolitas tienden a desplazarse por las pendientes hasta las partes bajas, originando eventos de remoción en masa.

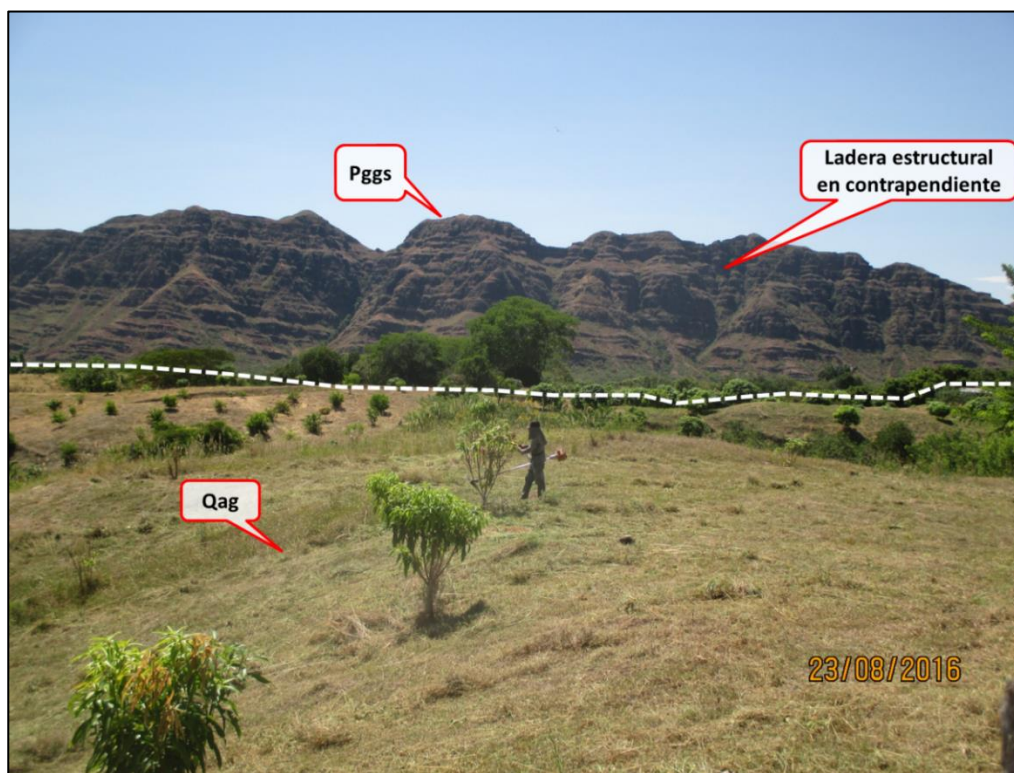
Raasveldt (1956), Van der Hammen (1958) y Van Houten y Travis (1968), asignan una edad Eoceno tardío a Oligoceno medio al Gualanday Medio (SGC, 2002a).

Formación Gualanday Superior (Pggs): Aparece bien expuesta al oriente de la cuenca en estudio, compuesto por los cerros Gordo, Carrasposo, El Sapo y La Cresta del Indio, al norte del poblado de Chicoral. Presentan un marcado control estructural, dominado por algunas fallas y pliegues importantes que modelan constantemente estos cerros.

Esta formación se encuentra al oriente de la cuenca en estudio, limitando con los depósitos de abanicos. Presenta una extensión de 2478 ha, conformada por un relieve alomado, de ambiente netamente estructural.

Debido a su amplio dominio estructural, los afloramientos quedan bien expuestos en los cerros. Están compuestos por areniscas con intercalaciones de conglomerados y lodolitas, (ver Figura 43).

Figura 43. Laderas Estructurales en Contrapendiente Conformadas por Materiales de la Formación Gualanday Superior (Pggs). Coordenadas: E= 891333.000924 N= 962360.742575 Altura: 625.80 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Las areniscas presentan granos de fino a medio, en ocasiones con algunos clastos asociados, cementadas, muy compactadas y ligeramente meteorizadas, con tonalidades habanas, poco fracturadas y de espesores potentes y uniformes.

Los lentes conglomeráticos tienden a presentar espesores potentes, pero en ocasiones aparecen truncando las areniscas, como especie de canales al fondo de un río. Se observaron medianamente meteorizadas, con vetas y manchas de oxidación, con clastos redondeados heterométricos dentro de una matriz arenosa fina. Presentan tonalidades habano claro cuando están meteorizadas y violetas cuando la roca se encuentra fresca; no se observaron fracturas y se encontraron bien compactadas.

La Figura 44, muestra que se observaron pequeños espesores de arcillolitas moteadas, de tonalidades muy claras (blanco a gris) con manchas moradas (óxido de manganeso). Se encontraron muy meteorizadas formando una especie de suelo residual caolinítico. No se observaron fracturas y su resistencia es muy baja.

Figura 44. Intercalaciones de Conglomerados, Areniscas y Arcillolitas moteadas de la Formación Gualanday Superior (Pggs). Coordenadas: E= 888767.379825 N= 949943.528406 Altura: 530.83 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Esta unidad casi no presenta espesores considerables de suelos residuales debidos a sus elevadas pendientes y relieves quebrados, sin embargo, tienden a generarse depósitos de tipo coluvión, en las pendientes medias y bajas por acumulación de derrubios.

Raasveldt (1956), Van der Hammen (1958) y Van Houten y Travis (1968), asignan una edad Oligoceno tardío al **Gualanday Superior** (SGC, 2002a).

11.8. ROCAS DEL NEÓGENO

Grupo Honda (Ngh): Esta unidad fue definida por Hettner (en: De Porta, 1974), quien le asignó el nombre de “*Honda Sandstein*”. Fue De Porta (1965) el primero en elevar la unidad a la categoría de grupo. Guerrero (1993) redefine el grupo en las formaciones La Victoria y Villavieja para la subcuenca de Neiva, en el Valle Superior del Magdalena (SGC, 2002a).

Aflora en la parte alta, media y baja de la cuenca en estudio, con características muy similares en los sitios donde fueron caracterizadas. Se presentan como cuerpos medianamente extensos, pero sin continuidad entre ellos, abarcando un total de 4777 ha de la cuenca.

Se encuentran compuestas por arenitas tobáceas, con intercalaciones de lodolitas y conglomerados. En ocasiones aparecen asociados lentes de areniscas calcáreas con concreciones.

Las areniscas tienden a ser de color amarillento o verdosas, con grano fino a medio y en la mayoría de las ocasiones con material volcánico tipo ceniza o pumita asociados. Se observó medianamente meteorizada y fracturada.

En ocasiones presentan efervescencia al contacto con el ácido, así como la presencia de algunas concreciones, debido a depositación de tipo marino somero (véase en la Figura 45).

**Figura 45. Nivel de Arenisca Calcarea con concreciones del Grupo Honda (Ngh).
Coordenadas: E= 903990.173704 N= 944225.993355 Altura: 345.42 msnm.**



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Las lodolitas se observaron muy meteorizadas con tonalidades habanas, formando un saprolito que en ocasiones cubren parte de la secuencia. Se encontró disgregado y poco consolidado.

Los lentes conglomeráticos varían según su composición; en la zona alta de la cuenca, en la vía desde Rovira hacia Roncesvalles, aparecen como areniscas conglomeráticas asociadas a los estratos de areniscas. En la zona media y baja de la cuenca, afloraban como conglomerados con sus suelos residuales característicos.

Estos conglomerados se observaron con una matriz con tonalidades habanas claras a oscuras, muy compactada y con clastos embebidos que van desde subangulares a subredondeados, como lo muestra la Figura 46.

Figura 46. Nivel de Arenisca Conglomerática del Grupo Honda (Ngh). Coordenadas: E= 921199.953676 N= 963262.565855 Altura: 329.487 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

En las zonas de la cuenca donde aflora esta formación, los estratos que se exponen en superficie, se presentan como mesetas estructurales, con muy bajo ángulo de buzamiento, la mayoría de las veces expuestos por procesos erosivos. Hacia el occidente de Rovira, se observaron sendos afloramientos del grupo Honda cortados por la Quebrada El Puerco, como se observa en la Figura 47. De igual manera, en la misma vía, en la vereda El Real,

en los puntos de control geológico 202 y 203 (ver mapa de geología básica escala 1: 25.000), se observó el Grupo Honda suprayaciendo sobre el Batolito de Ibagué.

Figura 47. Intercalaciones de Areniscas Tobáceas y Lodolitas del Grupo Honda (Ngh), expuestas en la Quebrada el Puerco. Coordenadas: E= 869773.126662 N= 958188.074890 Altura: 864.64 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

De acuerdo con Stirton (1953), la fauna reportada en Coyaima (Tolima), pertenece al Oligoceno tardío, pero según Wellman (1970), esta misma fauna debe corresponder al Mioceno. La fauna encontrada en Carmen de Apicalá indica una edad Mioceno tardío (Stirton, 1953) (SGC, 2002a).

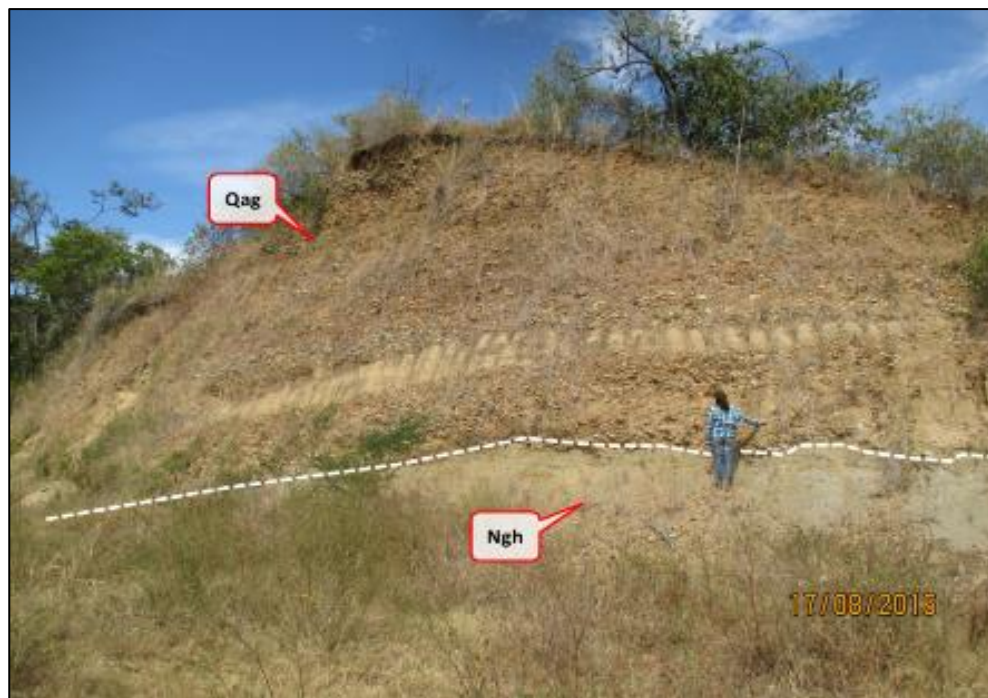
11.9. DEPÓSITOS RECIENTES

Abanico del Guamo (Qag): Son depósitos de color gris claro a tonos amarillentos, generados en diversos eventos de actividad del volcán Cerro Machín y se pueden apreciar en inmediaciones de la Vereda Santa Isabel, a lo largo del río Coello, cubriendo el Abanico de Ibagué y calizas de la Formación Payandé en la carretera Buenos Aires - Payandé, (SGC, 2002).

Debido a que esta serie de flujos laháricos bajaron encañonados por el Río Coello hasta lograr superar las alturas existentes en la localidad de Payandé y encausarse nuevamente dentro del Río Luisa, hasta depositarse en su actual ubicación; el material volcánico se mezcló con depósitos aluviales, otorgándole al Abanico del Guamo una génesis mayormente fluvial que volcánica. Presenta una extensión de 21247 ha sobre la cuenca en estudio.

En la vereda Serrezuela – Las Garzas, al oriente de la cuenca en estudio, se caracterizaron depósitos de unos 8 m de altos, expuestos por corte para conformación de vías terciarias, donde se observaron gran cantidad de clastos subredondeados a redondeados, heterométricos, mayoritariamente de origen ígneo y metamórfico, matriz soportados en un material compuesto por arenas, cenizas y pumitas, con tonalidades habanas. Estos depósitos se encontraron muy compactos y a pesar de su continua exposición a los agentes externos, no mostraban señales de procesos erosivos sobre ellos. En este sector, estos depósitos se encontraron suprayaciendo al Grupo Honda (ver en la Figura 48).

Figura 48. Depósito del Abanico del Guamo (Qag) Suprayaciendo el Grupo Honda (Ngh). Coordenadas: E= 904132.664908 N= 944132.836522 Altura: 343.16 msnm



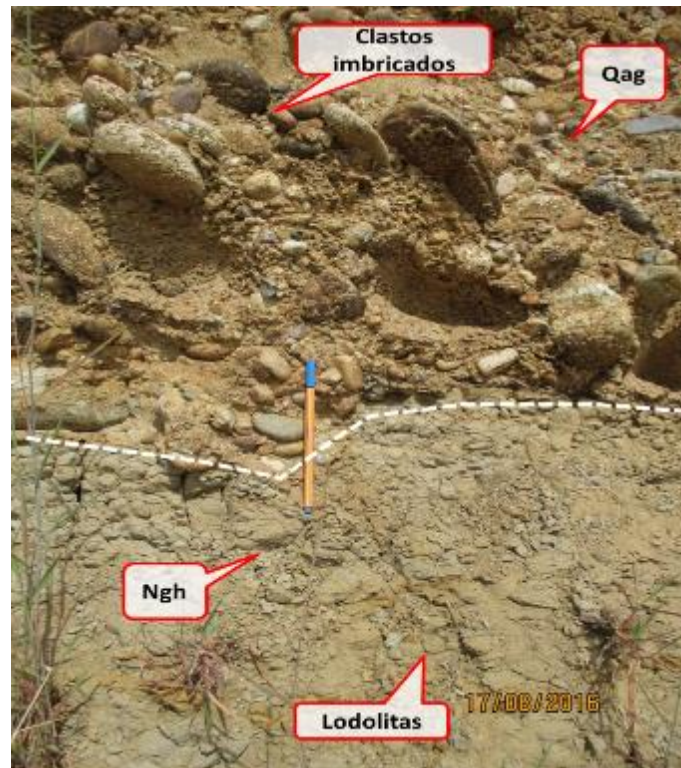
Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Debido a la gran cantidad de clastos, se asume que antes de que el Abanico del Espinal cubriera este abanico, sobre este sector se ubicaba la parte media o del cuerpo de este depósito. También se observaron, en algunos sectores, series de clastos con cierta imbricación (ver en la Figura 49), lo que supone el ambiente fluvial.

También se visualizaron lentes de composición netamente arenosa, con mezcla de materiales volcánicos, donde se observaron gran cantidad de fragmentos de pumita de

color gris. Estos lentes se encuentran dentro de los depósitos descritos anteriormente, con una disposición alargada, posiblemente estén relacionados al cambio de dinámica del flujo al momento de la depositación de alguno de los pulsos.

Figura 49. Obsérvese a Detalle los Clastos Imbricados del Abanico del Guamo (Qag), Sobre las Lodolitas Meteorizadas del Grupo Honda (Ngh). Coordenadas: E= 904132.664908 N= 944132.836522 Altura: 343.16 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Cercano al poblado de Chicoral, sobre la vereda Rincón de San Francisco, se observó, sobre un corte realizado en la carretera, el contacto entre el Abanico del Guamo y el Abanico del Espinal, donde se encontraron paleosuelos de color marrón oscuro, conservados hacia el tope del depósito del Abanico del Guamo. En este sector la composición de este abanico es mayoritariamente fina y volcánica, con tonalidades grises claras, fragmentos de pumitas y gran cantidad de cenizas como se observa en la Figura 50.

Figura 50. Paleosuelo Ubicado en el Contacto entre el Abanico de Guamo (Qag) y el Abanico del Espinal (Qae). Coordenadas: E= 898689.763454 N= 961068.505956
Altura: 400.18 msnm

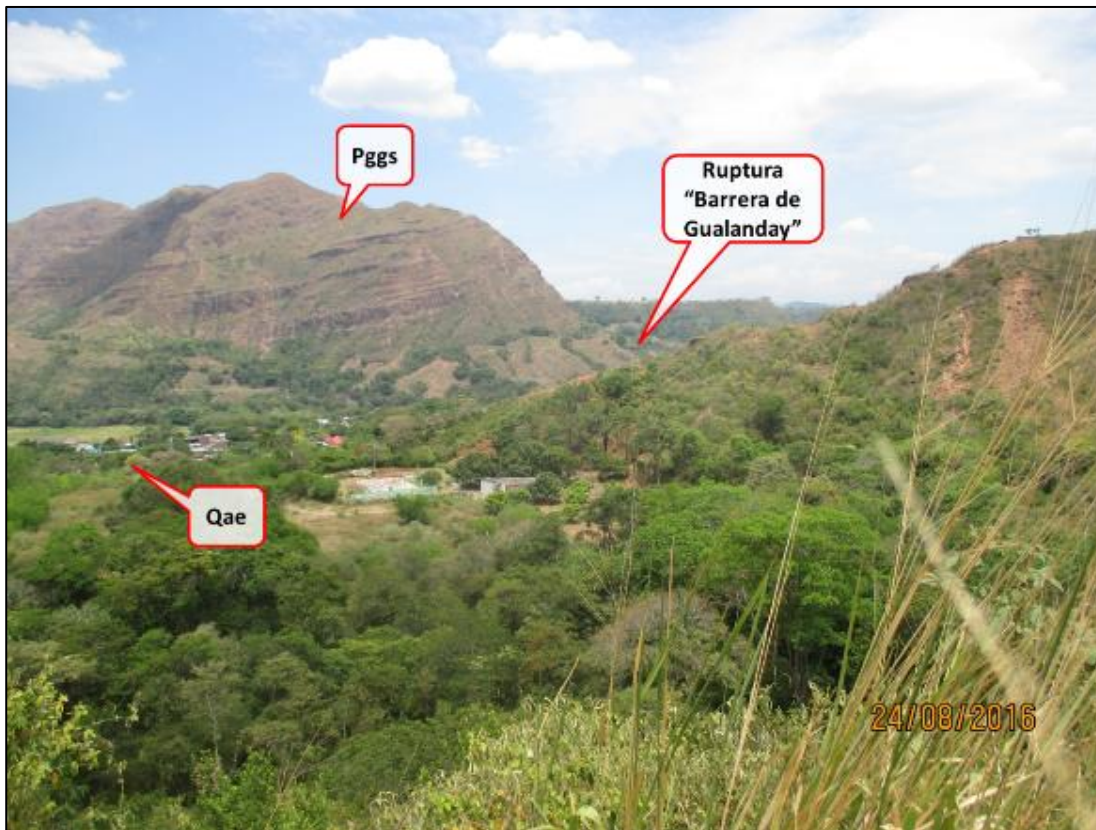


Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

De acuerdo con dataciones C_{14} , obtenidas en madera carbonizada, dan entre 5.100 y 1.200 años antes del presente (Cepeda et al., 1995), (SGC, 2002).

Abanico del Espinal (Qae): Se trata de un depósito de flujo de lodos volcánicos que ingresó al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday, con los flujos que lograron superar la barrera que lleva su mismo nombre, donde tiene su ápice. En este sitio se encuentra la barrera constituida por estratos de la Formación Gualanday, que había impedido la extensión del Abanico de Ibagué hacia el oriente (SGC, 2002). (ver Figura 51).

Figura 51. Ápice del Abanico del Espinal (Qae) que se Originó Luego de Romper la Barrera de Gualanday. Coordenadas: E= 895144.431536 N= 965686.256903 Altura: 542.20 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

En la cuenca hidrográfica en estudio, especialmente en la vereda Rincón de San Francisco, en un corte sobre la vía principal que da al pueblo de Chicoral, se logró caracterizar un depósito del Abanico del Espinal suprayaciendo el Abanico del Guamo.

El abanico del Espinal presenta una composición mayoritariamente volcánica, con tonalidades grises claras, con clastos heterométricos (< a 40 cm), angulares de composición volcánica (pumitas e ignimbritas, (ver Figura 52) con algunas otras rocas ígneas intrusivas. También se observaron algunos clastos tabulares de rocas metamórficas.

La matriz, la cual se presenta en mayor proporción, es de composición limo arenoso con material volcánico tipo ceniza, la cual ha cementado este material provocando una buena compactación. Por tal motivo, el material tiende a presentarse muy friable y su comportamiento tiende a parecerse a una arenisca fina poco litificada o muy meteorizada.

Figura 52. Composición Mayormente Volcánica del Abanico del Espinal (Qae), cerca al poblado de Chicoral. Coordenadas: E= 898689.763454 N= 961068.505956 Altura: 400.18 msnm.



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Hacia la parte oriental, cubren rocas con estratificación horizontal o subhorizontal del Grupo Honda. Las cuales, en ocasiones aparecen expuestas en superficie. Al occidente cubre parte del abanico del Guamo.

Este depósito tiende a disminuir su espesor hacia el extremo suroccidental de la cuenca en estudio. Abarca 41559 ha sobre la cuenca, siendo el depósito de mayor extensión y continuidad en toda el área en estudio.

Cabe destacar que al momento de su depositación, desplazó el Río Magdalena hacia el oriente con respecto a su ubicación en ese momento. En este sector interactúa con la dinámica actual del río, por lo que actualmente se encuentran depósitos de origen fluvial suprayaciendo el Abanico.

El Abanico de Espinal se originó con el aporte del volcán Cerro Machín. Se diferencia del Abanico de Ibagué por su mayor contenido volcánico y material más fino. No se tiene referencia de la edad del depósito, pero por presentarse menos disecado que el Abanico de Guamo, se piensa que es un depósito más reciente (SGC, 2002).

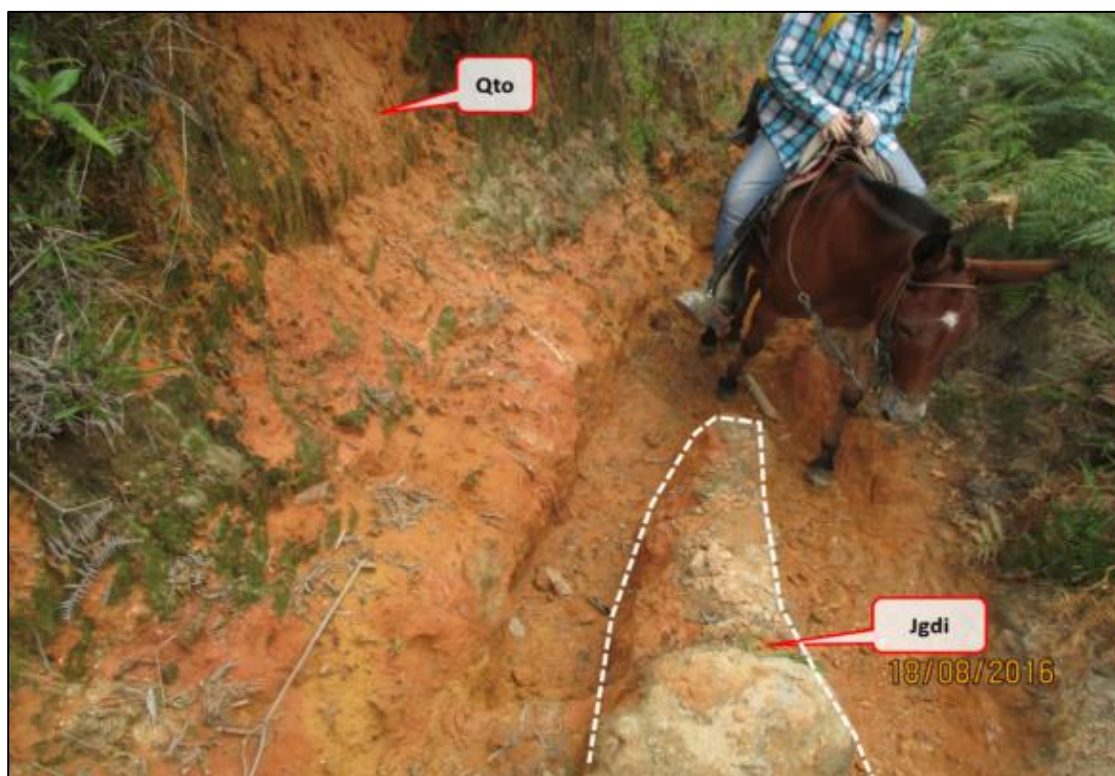
Depósitos piroclásticos (Qto): Los depósitos piroclásticos son fragmentos expulsados al aire por actividad volcánica (Cerro Machín y Nevado del Tolima) cercana a la cuenca en

estudio y que, o bien se depositan siguiendo trayectorias balísticas, o bien son transportados por las columnas eruptivas y el viento, hasta depositarse como una lluvia de material volcánico.

Hacia el extremo occidental de la cuenca en estudio, sobre las cimas de los relieves denudados del Batolito de Ibagué, aún se conservan algunos depósitos de este tipo, los cuales solo se encuentran restringidos a esta área y se encuentran aislados entre sí, como se puede observar en la Figura 53. Presentan una extensión de 145 ha sobre la cuenca.

Estos depósitos se caracterizaron en campo, mezclados con los suelos residuales del Batolito de Ibagué, alterando el depósito original y modificando sus propiedades.

Figura 53. Depósitos Piroclásticos (Qto), Originados por Acumulación de cenizas y Posterior Modificación del Material Originado. Coordenadas: E= 858168.781443 N= 964534.647863 Altura: 2211.90 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

En campo se observaron estos depósitos muy oxidados, con coloraciones rojizas a naranjas, producto de la degradación volcánica. Generalmente matriz-soportados, compuesta de arcillas y limos, con muy pocos clastos embebidos de arenas, gravas o pumitas.

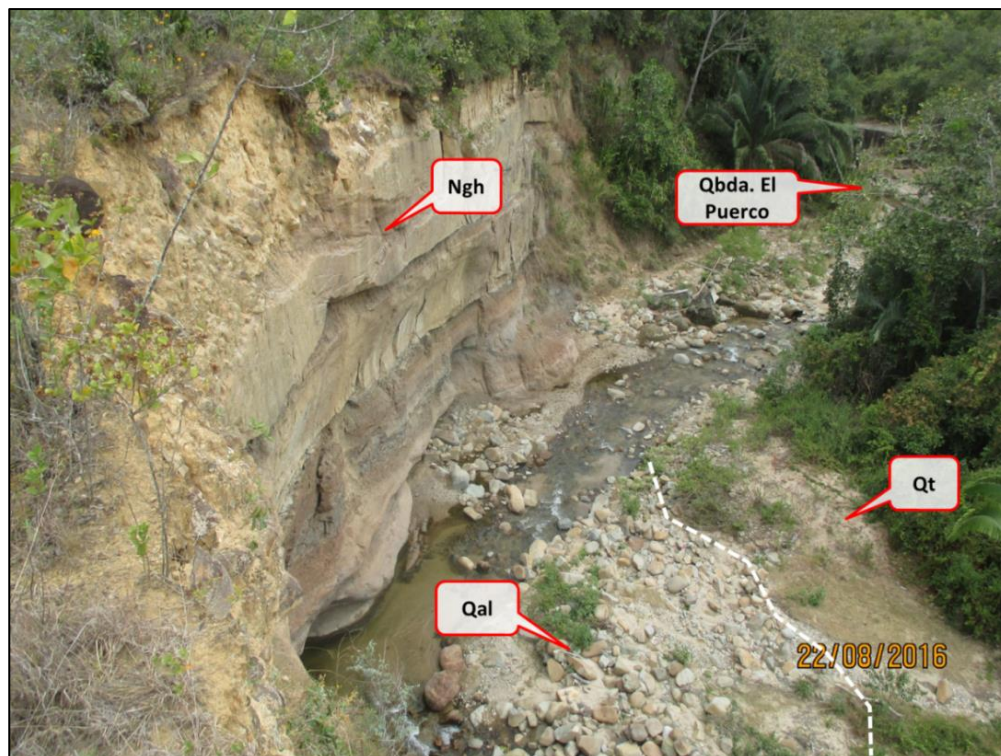
Se estima que presenten espesores de 20 a 30 m, en los sectores con acumulaciones potentes de materiales.

Terrazas aluviales intramontana (Qt): Se ubican en la zona media alta de la cuenca y su origen está relacionado a la dinámica de la corriente del Río Luisa, cuando esté llena su propio valle con sedimentos y labra después su cauce a un nivel subyacente.

Es posible que la agradación o construcción de estas terrazas estuviera relacionada a un cambio en el clima que provocara un incremento en la carga de la corriente o a una disminución en su descarga. También pudo elevarse el nivel base de la corriente, reduciendo el gradiente y dando lugar al depósito.

Están compuestos en su mayoría por depósitos heterométricos de gravas, embebidos en una matriz areno limosa, de color gris a habano, muy disgregada y medianamente compacta. En ocasiones se logran ubicar depósitos de finos tipo arcilla, esparcidos a través de la terraza, debido a disminuciones de la energía de deposición al momento de la formación (ver Figura 54).

Figura 54. Terraza Aluvial Intramontana (Qt), Formada por la dinámica fluvial de la Quebrada El Puerco. Coordenadas E= 869773.12662 N= 958188.074890 Altura: 864.64 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

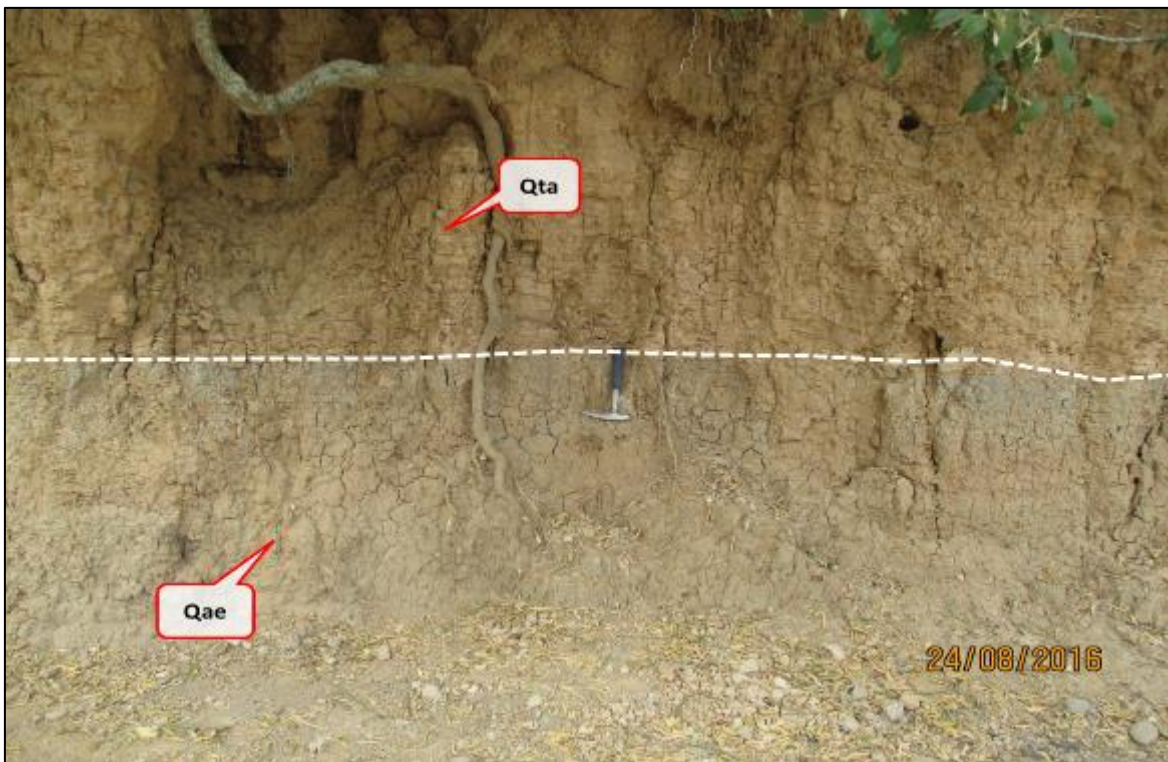
Presentan una extensión muy limitada, y abarcan 6.5 ha de la cuenca en estudio. Puede presentar espesores entre 3 a 10 m.

Terrazas aluviales altas (Qta): Abarcan 198 ha de la cuenca y se encuentran distribuidos sin continuidad sobre la margen occidental del río Magdalena.

Morfológicamente corresponden a superficies planas, horizontales o inclinadas, que altimétricamente alcanzan entre 15 y 100 m de altura sobre el nivel medio de los ríos (SGC, 2002^a). Quedaron como relictos de periodos de erosión intensa, donde el Río Magdalena no alcanzó a eliminar completamente los depósitos de aluviales anteriores, de manera que las terrazas quedaron superpuestas.

Se observaron depósitos de gravas heterométricas (subredondeados a subangulares) con diversas tonalidades, compuestas por rocas sedimentarias, bioquímicas, ígneas intrusivas y extrusivas y metamórficas, debido a la gran cantidad de afluentes que confluyen en el Río Magdalena. Generalmente se encuentran embebidas en una matriz areno arcillosa de color gris a gris oscuro, como se puede observar en la Figura 55.

Figura 55. Terraza Aluvial Alta (Qta), de composición mayoritariamente arcillosa suprayaciendo el Abanico del Espinal (Qae). Coordenadas: E= 912756.917966 N= 936395.598301 Altura: 300.63 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

Es posible que también presenten material de origen volcánico reabajado de los abanicos del Guamo y el Espinal.

Terrazas aluviales bajas (Qtb): Se originaron como resultado de una variación en el perfil de equilibrio del Río Magdalena, el cual modificó la corriente y comenzó a erosionar o labrar un cauce a través de los sedimentos anteriormente depositados, para posteriormente generar un nuevo depósito, de superficie plana a los lados del nuevo cauce.

Morfológicamente corresponden a superficies planas que sobresalen hasta 5 m del nivel medio de los ríos y las cuales son, probablemente, más recientes que las terrazas altas (SGC, 2002a).

Se observaron depósitos de gravas heterométricas (redondeadas a subredondeadas) con tonalidades grises, compuestas por rocas sedimentarias, bioquímicas, ígneas intrusivas y extrusivas y metamórficas, debido a la gran cantidad de afluentes que confluyen en el Río Magdalena. Generalmente se encuentran embebidas en una matriz areno arcillosa de color gris a gris oscuro, con selección regular. También presentan material retrabajado de los abanicos del Guamo y el Espinal.

En algunos sectores, donde los procesos de socavación lateral del río fueron más intensos, se exponen estratos del Grupo Honda cubiertos por estos depósitos. También se observaron, en los márgenes del río, algunos lentes de reducido tamaño conformados por materiales finos, posiblemente depositados en un ambiente lacustre/palustre, en la zona transitoria entre el río y los abanicos, cuando estos últimos apenas se depositaron (ver Figura 56).

Figura 56. Terraza Aluvial Baja (Qtb), Originada por la acción del Río Magdalena. Coordenadas: E= 918987.881269 N= 965874.321437 Altura: 291.41 msnm.



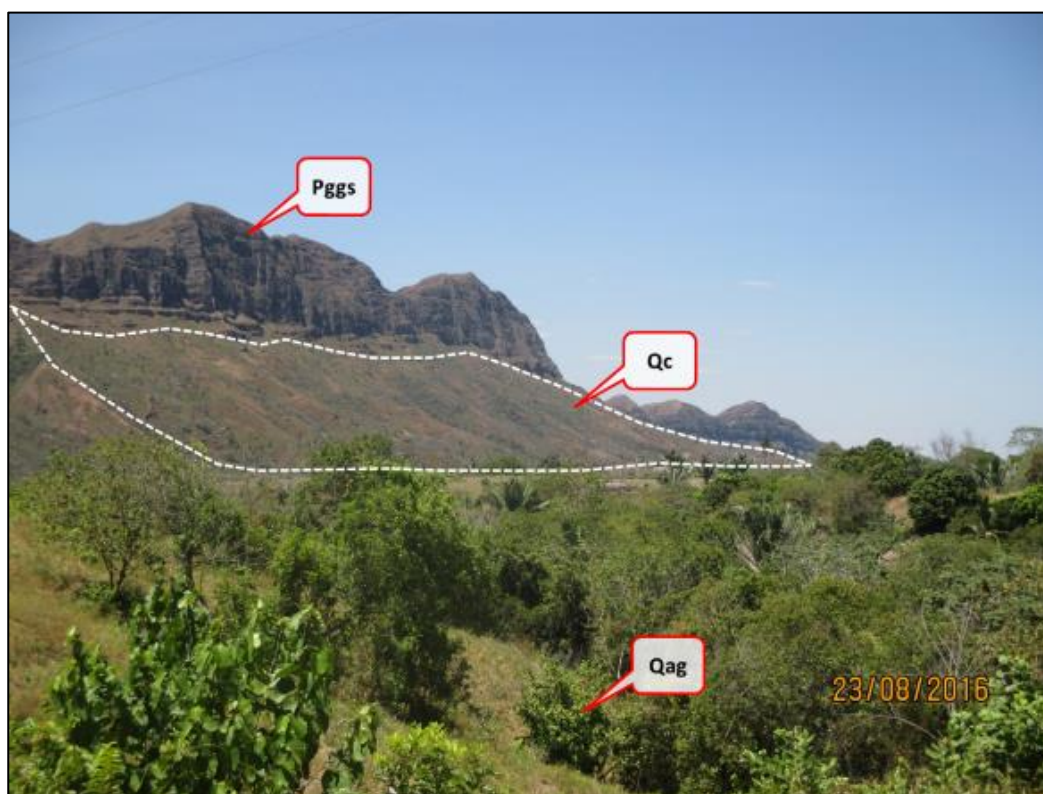
Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Visiblemente, estos depósitos pueden presentar desde 5 a 10 m de espesor aproximado y ocupan 118 ha del área total de la cuenca.

Depósitos coluviales (Qco): Son producto de procesos de remoción en masa (deslizamientos), los cuales corresponden a materiales que se acumularon en la parte baja de las laderas afectadas por la acción conjunta de la gravedad y sobrecarga. Se encuentran distribuidos mayoritariamente sobre la parte alta de la cuenca, producto de los suelos residuales de roca ígnea intrusiva (Batolito de Ibagué), o sobre la parte media de la cuenca producto de caída de rocas y detritos de los cerros de composición sedimentaria. Se encuentran aislados y no presentan mucha extensión (116.3 ha).

En la parte alta están compuestos principalmente por material proveniente de suelos residuales arenosos, en ocasiones mezclados con cenizas y otros materiales de origen volcánico. En la parte media están compuestos por bloques heterométricos de sedimentaria o bioquímicas, con una matriz arcillo – limosa, con coloraciones grises, pardas y parches o vetas de oxidación de color naranja a rojo (ver Figura 57).

Figura 57. Deposito Coluvial (Qc), Producto de la caída de detritos de los cerros aledaños. Coordenadas: E= 891379.972869 N= 961045.802760 Altura: 615.05 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Pueden tener un espesor aproximado entre los 5 a 20 m dependiendo del volumen del material desprendido. Es importante resaltar que estos materiales se encuentran desconfiados y disgregados.

Depósitos aluviales (Qal): Son depósitos asociados principalmente a la dinámica de ríos, quebradas o corrientes perennes, sobre el área en estudio. Se distribuye a lo largo de toda

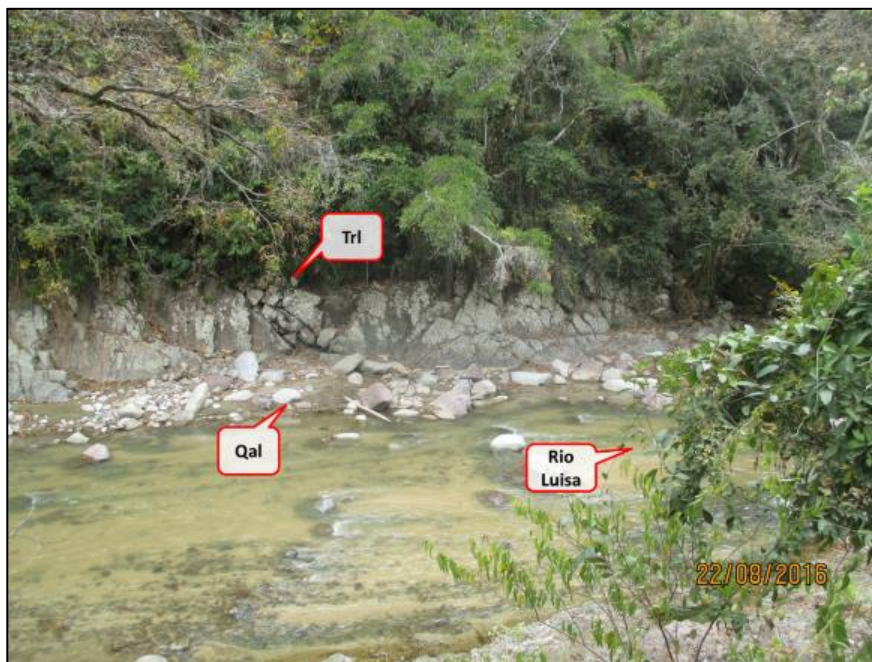
la cuenca hidrográfica, desde las partes más altas a las más bajas. Generalmente los depósitos presentan mucha continuidad, pero poca extensión (9284 ha).

Se encuentran representados principalmente por los sedimentos depositados por el cauce del río Luisa y otros directos al Magdalena, que en la mayoría de las ocasiones disectan el Abanico del Guamo.

En el río Luisa y el río Magdalena, los depósitos están compuestos principalmente por bloques, guijarros y gravas (transportados por tracción), de rocas ígneas intrusivas, bioquímicas y sedimentarias en su mayoría, con una matriz areno limo arcillosa con tonalidades que pueden ir desde los grises (ígneas), hasta habano (sedimentarias), como se observa en la Figura 58.

Los depósitos aluviales recientes asociados a cauces secundarios u otros directos al Magdalena, están compuestos generalmente del retrabajamiento de los materiales que conforman el Abanico del Guamo y del Espinal (en menor proporción). Estos depósitos presentan grandes proporciones de material de origen volcánico, como cenizas volcánicas, lapilli, pumitas, entre otros; junto con cantos rodados (en menor cantidad) de rocas ígneas y metamórficas.

Figura 58. Depósitos Aluviales (Qal), sobre las Márgenes del río Luisa cerca del poblado de Rovira. Coordenadas: E= 875809.41435 N= 958740.3875350 Altura: 714.85 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

El espesor de esta unidad es muy variable y depende de factores como la pendiente, la dinámica y el perfil de equilibrio de la corriente, el tipo de material que está atravesando, entre otros.

12. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

En el área de la cuenca hidrográfica del río Luisa y otros directos al Magdalena, se consultaron algunos informes elaborados por el SGC dentro de las cuales se destacan las planchas de Rovira, Espinal, Ibagué y Ortega. Es de anotar que en estos mapas no se detecta la presencia de algunas estructuras principalmente de las discordancias, aunque las fallas si han sido cartografiadas las cuales afectan principalmente las rocas del Cretácico como discontinuidad. Se destaca la discordancia que hay entre la Formación Caballos y el Grupo Payandé, la cual es angular y que en el costado Sur de la quebrada El Cobre se pone en contacto con las rocas volcánicas del Post Payandé y progresivamente en la quebrada El Cobre se desarrolla sobre las rocas de la Formación Payandé en donde se encuentran los materiales conformados por calizas, limolitas y chert. Un poco más hacia el occidente se presenta la Falla del Gobernador que basculó todos los elementos del Jurásico principalmente las rocas del Grupo Payandé y Luisa, esto generó un solevamiento dejando un escarpe al costado suroccidental del Rovira donde se desarrollan una serie de elementos estructurales secundarios. También se destaca que la Formación Honda fue afectada y la puso en contacto las rocas del Jurásico y el Triásico, posteriormente ocurre la depositación de la Formación Honda discordante con las rocas del batolito de Ibagué. Más recientemente estos materiales han sido erosionados y han quedado expuestos especialmente en el cauce del río Luisa donde se observa principalmente este efecto. En términos generales la contribución de la fotointerpretación se basa principalmente en la ubicación de la Falla del Gobernador y las discordancias entre la Formación Caballos y Grupo Payandé.

Se destaca que la Formación Payandé es de rocas calcáreas que fueron instruidas lo cual generó una aureola de contacto desarrollando mármoles cuyos afloramientos se ubican cerca de la población de Payandé, lo mismo que otros eventos en el costado sur en el sitio conocido como la Mina de El Sapo.

Debido al enfriamiento rápido en las rocas de flujos de lavas se generaron sistemas universales de diaclasas, pero es de destacarse que en los derrames más antiguos es muy clara la existencia de estructuras columnares.

Como se mencionó anteriormente la contribución de la fotointerpretación fue la identificación de los eventos de las discordancias y la presencia de aureolas de contacto en la Formación Payandé.

13. DENSIDAD DE FRACTURAMIENTO

El costado más oriental, en la zona de los abanicos no presenta fracturamientos importantes debido a que son depósitos cuaternarios que no están afectados por tectonismo aunque se ha hecho un planteamiento que es oblicuo al río Luisa puede pasar un lineamiento del sistema de Fallas de Cucuana - río Bogotá, que fue anterior a la depositación de estos materiales puesto que no se encontraron evidencias de desplazamientos neotectónicos como si ocurre en el Abanico de Ibagué. En el sector del cerro de Tomogó y el valle del río Luisa en la parte media se encuentra un sistema de plegamientos afectado por fracturas de tipo inverso local.

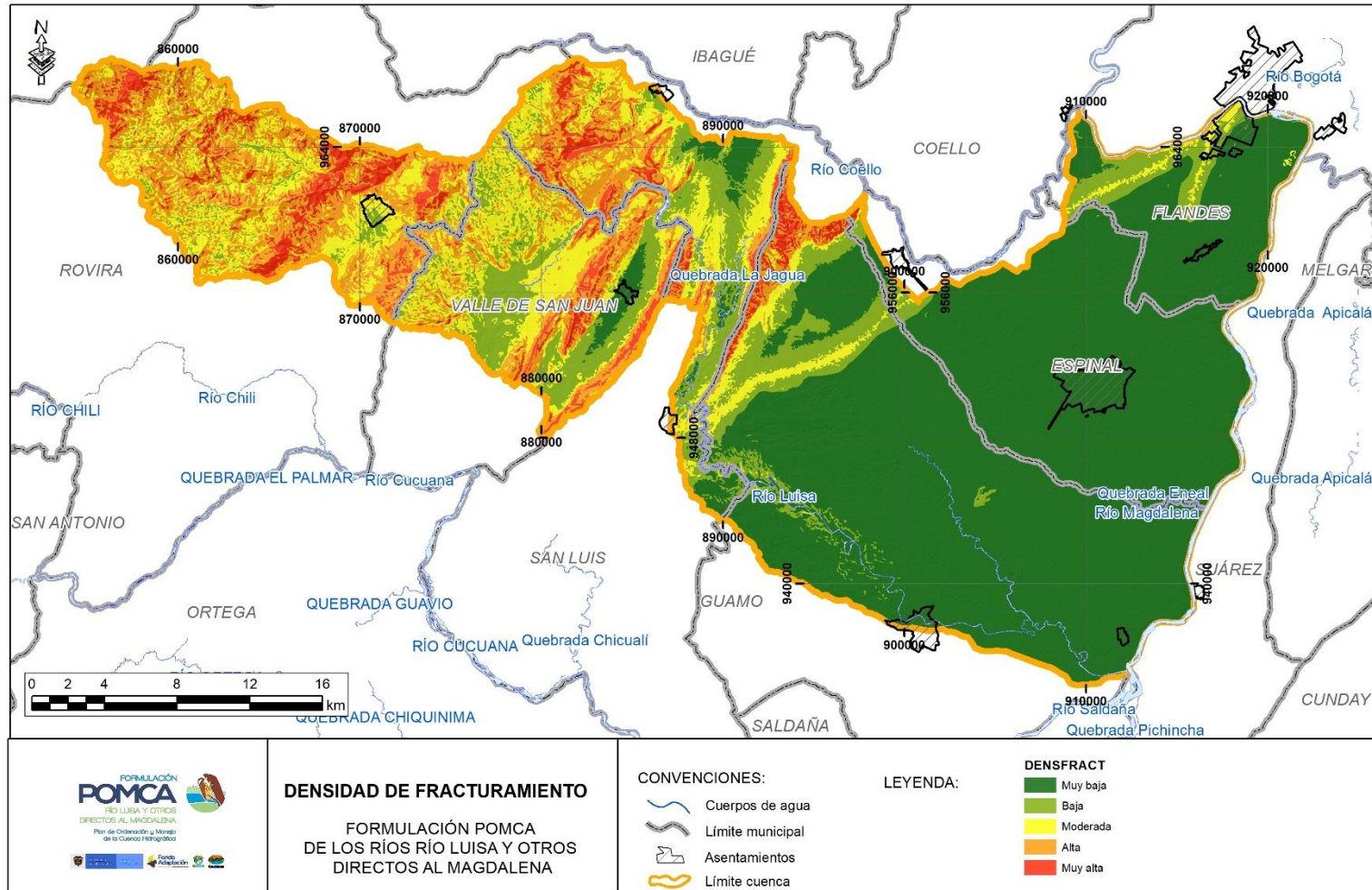
Los sectores donde se encuentra mayor densidad de fracturamiento corresponden a lo que son los escarpes cercanos a la zona de Rovira por la Falla del Gobernador en donde no solo existe el lineamiento más importante que provoco el basculamiento de esta unidad si no que hay otras estructuras en el costado occidental de Rovira, que pone en contacto las rocas de la Formación Honda con las rocas del Batolito de Ibagué.

Es de anotar que el Batolito de Ibagué presenta algunos controles de la red de drenaje, lo cual hace pensar que estos lineamientos pueden estar relacionados con fracturas con rumbo Norte-Sur que afectan las rocas graníticas desarrollando sistemas universales de diaclasas.

En la Figura 59, se visualizan los niveles de fracturamiento según su intensidad para los diferentes sectores de la cuenca y su respectiva leyenda.

Las zonas occidental y central de la cuenca muestran mayores calificaciones por sus regímenes estructurales altos, en estas zonas las rocas se encuentran altamente fracturadas y meteorizadas, la tendencial va disminuyendo a medida que las zonas son más distales a los centros de fallamiento disipados o amplificadas por el relieve y por la condición de fracturamiento intrínseca de las rocas.

Figura 59. Densidad de fracturamiento para la cuenca, a Escala 1: 25.000



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

14. ZONAS DE COMPLEJIDAD ESTRUCTURAL

En la zona se destacan los plegamientos en la Formación Gualanday, los sectores de Payandé y las cercanías a la explotación de la Mina El Sapo; predominan principalmente plegamientos en las rocas del Cretácico y del Neógeno destacándose la Formación Caballos y el Grupo Honda respectivamente; se desarrollan algunos plegamientos complejos y lineamientos importantes, pero es difícil precisar el eje de los pliegues. En el sector conocido como la zona de la quebrada El Cobre hacia el Sur se detectó la presencia de las discordancias las cuales fueron bien identificadas en las fotografías aéreas y contribuye a la mejora de la cartografía existente.

Otra zona de complejidad estructural corresponde a la zona del escarpe de Falla del Gobernador en donde seguramente no se tiene un solo plano, sino que están asociadas otras fallas en el escarpe. Algunas complejidades locales se pueden presentar en el Batolito de Ibagué principalmente por la presencia de sistemas de fracturas que se han desarrollado por los esfuerzos.

15. PERFIL GEOLÓGICO

Con el propósito de determinar e ilustrar la ubicación y posición de los diferentes niveles rocosos, así como los diferentes depósitos recientes en superficie y a profundidad con respecto a los taludes de corte y/o laderas del sector de estudio, al igual que el espesor de las capas, se elaboró un perfil o sección geológica (ver Figura 60), cuya ubicación se muestra en el plano de Geología básica a escala 1: 25.000 identificado de: A – A' y con sus respectivas progresivas bien demarcadas.

Para lograr determinar los espesores de las unidades superficiales e inferir los de las unidades más profundas, se realizó primeramente un chequeo de la información secundaria existente, tanto de los estudios realizados sobre el área, así como los realizados en los alrededores. Posteriormente, se procedió a interpretar esta información en conjunto a la levantada en campo, con la finalidad de correlacionar los materiales superficiales y subsuperficiales, con la configuración estructural que domina el área en estudio.

Por último, y para precisar la información en las zonas donde no se realizaron estudios previos, se procedió a complementar con la información recabada en el análisis de fotografías aéreas y realizando estimativos con trabajos realizados cerca de la zona.

Luego de analizar el perfil geológico, se pudo extraer la siguiente información:

- La cuenca está dominada en su mayoría por depósitos cuaternarios (aguas abajo), los cuales ocupan casi un 60% del área en estudio y su origen está relacionado con actividad volcánica (lahares provenientes del Cerro Machín). Tanto el abanico del Guamo como el del Espinal se asume que reposan sobre estratos rocosos horizontales y subhorizontales del Grupo Honda, los cuales en ocasiones tienden aparecer en superficie.
- Teniendo en cuenta la morfología, el tipo de material y la magnitud del evento que depositó el Abanico del Guamo, se asume que este se extiende por debajo del Abanico del Espinal hasta aproximadamente la progresiva 54+000.
- Los depósitos de abanico empujaron el Río Magdalena hacia el Oriente, afectando la dinámica de este, propiciando que sobre el extremo de los mismos abanicos, se depositan actualmente sedimentos producto del paso de este.
- La Formación Gualanday superior se encuentra estructuralmente controlada, y debido a la combinación de materiales competentes e incompetentes que presenta, se han generado plegamientos
- Hacia la zona media de la cuenca, las rocas sedimentarias, en su mayoría del cretácico se observan muy deformadas y tectonizadas, pero manteniendo el orden cronoestratigráfico de deposición, por lo que los contactos se asumen concordantes.
- En el sector del valle de San Juan, teniendo en cuenta el orden en que afloran las formaciones del cretácico, así como sus componentes estructurales (rumbo y buzamiento), se asume que esta pequeña cuenca está ligada a un sinclinal, donde la formación más reciente (Fm. Seca), aparece en la parte inferior,
- Debido a posible erosión del Río Luisa, aunado al basculamiento de estratos de la Formación Caballo y el Grupo Villeta (levantamiento de la cordillera), se expone el Grupo Honda, por contacto de falla. En este sector, esta se presenta en planos con ligero buzamiento y ligeros plegamientos, a excepción de como normalmente se encuentra en otros sectores de la cuenca.
- Hacia la parte media de la cuenca se encuentra la secuencia de Payandé, descrita de esta manera por primera vez por Nelson W. Donde se observan gran cantidad de rocas, en su mayoría de origen bioquímico (calizas), las cuales fueron afectadas por actividad volcánica en el Cretácico, generando en ciertas ocasiones mármoles o depósitos de Skarn, También aparecen asociadas algunas sedimentitas.
- La Formación Caballos se encuentra en contacto discordante con la Formación Pospayandé del Jurásico. En campo se visualizó el contacto con la Formación Payandé (Jurásico -Triásico) como angular.
- El grupo Payandé (Luisa, Prepayandé, Payandé y Postpayandé) se encuentran basculados, pero descansan concordantemente uno sobre otro, siguiendo la secuencia cronoestratigráfica desde el Jurásico (Pospayandé), hasta el Triásico (Luisa). El

Batolito de Ibagué intruye principalmente la Formación Payandé, generando aureolas de metamorfismo compuestas por mármoles y skarn, pero también se han reportado intrusiones locales del batolito y diques de lava sobre las formaciones Pre y Pospayande.

- Hacia la parte superior de la cuenca se encuentran una amplia extensión (posiblemente por basculamiento y posterior erosión), rocas ígneas intrusivas (Batolito de Ibagué), con espesores significativos de suelos residuales; en ocasiones aunados a sendos espesores de actividad volcánica subreciente. También se observa un reducido sector donde afloran rocas pertenecientes al núcleo precámbrico de la cordillera central (Tierradentro).
- El río Luisa va de occidente a oriente interactuando con prácticamente todas las formaciones geológicas que afloran en el sector. Por lo que se han formado depósitos de terrazas, aluviones y llanuras de inundación de poco espesor, recientes y con diferente composición.
- Las fallas y demás estructuras geológicas aparecen ligadas en su mayoría a materiales sedimentarios, con algunos lineamientos de fallas importantes sobre los depósitos cuaternarios, las cuales parecen estar ligadas a la falla de Ibagué. También aparece la falla del Gobernador, al oriente de Rovira, que coloca en contacto el Batolito de Ibagué con rocas del Grupo Honda.

16. GEOMORFOLOGÍA

El deterioro ambiental de las cuencas hidrográficas ha afectado la calidad de los recursos naturales de nuestro país, principalmente la calidad del agua y por lo tanto su disponibilidad en diferentes regiones. La geomorfología de una región está constituida por el conjunto de unidades geomorfológicas o geoformas que han sido modeladas por los agentes geológicos imperantes en el área; entendiéndose que estas son el producto de la interacción entre los materiales térreos y los procesos, donde intervienen fuerzas endógenas y exógenas, las cuales le imprimen características específicas en los diferentes ambientes y zonas geográficas del territorio.

Resulta entonces necesario en la elaboración del Plan de Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas normado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible realizar un diagnóstico integral lo más cercano y coherente con la realidad del territorio que permita identificar principalmente potencialidades y limitantes de la cuenca con el fin de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos, así como la conservación de la estructura físico - biótica de la cuenca y particularmente del recurso hídrico. En este sentido, la reconstrucción y detalle de la geomorfología con criterio morfogénicos de la cuenca hidrográfica es esencial, ya que una correcta interpretación de la génesis y evolución de los depósitos y rocas sobre los que se desarrollan las diversas actividades productivas de la cuenca se convierte en un factor determinante para determinar las características físico-químicas del suelo y su vulnerabilidad frente a las principales actividades humanas que se desarrollan en la sub-zona hidrográfica dentro de la cuales una de las más importantes es la caracterización de las condiciones de susceptibilidad, amenaza, exposición, vulnerabilidad y riesgo.

Se anota igualmente, que en la temática de la geomorfología aplicada como herramienta de utilidad en los estudios de riesgo, para la clasificación y caracterización de los tipos de terrenos o unidades geomorfológicas, se tuvo en cuenta los parámetros básicas de la geología aplicada a la ingeniería como son: composición litológica de las rocas y depósitos, características tectónicas o condiciones estructurales de las laderas (laderas estructurales, en contrapendiente, grado de inclinación de las pendientes, etc.), características morfológicas, entre otras.

16.1. SISTEMA DE CLASIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE LAS CATEGORÍAS GEOMORFOLÓGICAS.

En los estudios de cartografía geomorfológica aplicada a la cuenca, es fundamental la diferenciación de unidades geomorfológicas que estén íntimamente relacionadas de acuerdo a los objetivos de los estudios, los métodos de zonificación y la escala de trabajo, y estos a su vez ligados con los procesos de generalización de polígonos en un Sistema de Información Georreferenciada.

Para la identificación y clasificación morfológica se utiliza la metodología del sistema ITC de Holanda (Verstappen y Van Zuidam, 1992), e implementada en la metodología para la temática de la geomorfología aplicada a la ingeniería (Carvajal, Henry et al, 2005), así como la “Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa”, (SGC, 2012).

En la temática de la geomorfología aplicada a riesgo, en los estudios para zonificación geotécnica y geomecánica, es de gran importancia la diferenciación, definición y utilización de los conceptos básicos como:

El análisis de los diferentes rasgos geomorfológicos permite plasmar una idea de las expresiones del relieve y la dinámica superficial en función de aspectos como:

- **Morfogénesis:** Estudia el origen y evolución de las formas del terreno.
- **Morfografía:** Características de las geoformas con base en criterios métricos.
- **Morfodinámica:** Procesos denudativos que han modelado y continúan modelando las geoformas.
- **Morfoestructura:** Rasgos asociados a la deformación tectónica que incide en el modelado del paisaje.

De acuerdo con la metodología propuesta por Carvajal y Otros, (Carvajal, Henry et al, 2005), y adaptado por Carvajal (Carvajal, Henry, 2012), las categorías definidas en los estudios de geomorfología de escala mayor a menor son: zona geoestructural, provincia geomorfológica, región geomorfológica, unidades y subunidades geomorfológicas y componente geomorfológico.

Con base en los objetivos del presente estudio se define como unidad cartográfica la **Unidad Geomorfológica (Geoforma)**.

De acuerdo con Carvajal (Carvajal, Henry, 2012), para el presente estudio se toma como unidad cartográfica la Unidad Geomorfológica, (escala, >1: 25.000).

Esta categoría está caracterizada por los rasgos del relieve (escarpes naturales o antrópicos, relieves internos de laderas o flancos, crestas, formas de valle, escarpes estructurales, perfiles de suelos característicos o remanentes, entre otros), definidos en sitios puntuales y determinados por la Morfometría detallada del terreno en una subunidad geomorfológica.

Entre las herramientas de importantes de la temática geomorfología aplicada a riegos se tiene la **Morfometría**, que trata los aspectos cuantitativos de las geoformas o elementos, medidas, dimensiones y valores, para la caracterización de las formas de los terrenos por su génesis y parámetros morfométricos, de los cuales se consideran por su importancia ingenieril: la inclinación de la ladera, la longitud de la ladera y la forma de las mismas.

En la Figura 61, se muestra el esquema de jerarquización geomorfológica propuesto (Carvajal, Henry et al, 2005).

Entre los elementos o parámetros importantes de utilidad para su aplicación en la temática ingenieril se tiene: la Inclinación de las laderas, la longitud y la forma de las laderas.

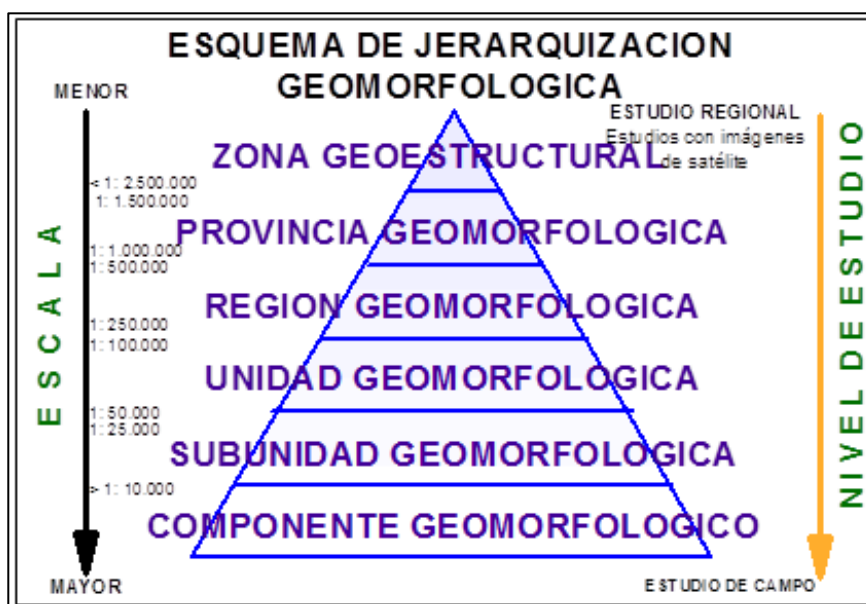
- **Inclinación de la ladera**, parámetro fundamental en los análisis de estabilidad de los terrenos, corresponde al ángulo de inclinación que forma una ladera o terreno respecto a un plano horizontal imaginario. Los índices de inclinación de la pendiente de las laderas, se presentan en la Tabla 17.

Tabla 17. Clasificación de las Pendientes

PARÁMETRO	UNIDAD CARTOGRÁFICA DE PARÁMETRO	INCLINACIÓN (GRADOS)
Inclinación de las laderas	Plana	Menor de 1
	Suave	1 – 5
	Moderada	5 – 10
	Inclinada	10 – 15
	Abrupta	15 – 30
	Escarpada	30 – 45
	Muy escarpada	> 45

Fuente: Adaptada de Vargas G., 1999; Carvajal., 2005, 2012.

Figura 61. Esquema de jerarquización geomorfológica propuesto para INGEOMINAS (Tomado y adaptado de Carvajal y Otros, 2005)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **La longitud de la ladera**, es un posible indicador de la homogeneidad del material constitutivo de las geoformas, y se puede establecer una relación entre la longitud de la ladera y la homogeneidad del material (a mayor longitud mayor homogeneidad). Igualmente la longitud de la ladera puede determinar una mayor superficie para el desarrollo de procesos morfodinámicos. Las anteriores relaciones no siempre son validas y se deben analizar en conjunto con otros atributos que califican la ladera. La Tabla 18, muestra la categorización de las longitudes de ladera según (Van Zuidam, 1986).

Tabla 18. Índices de Longitud de la ladera (Adaptada de Carvajal, 2005, 2012)

LONGITUD (metros)	DESCRIPCIÓN
< 50m	Muy corta.
50 – 250 m	Corta.
250 – 500 m	Moderadamente larga.
500 – 1000 m	Larga.
1000 – 2500 m	Muy larga.
> 2500 m	Extremadamente larga.

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **La forma de la ladera** se puede categorizar en términos o clases, recta, cóncava, convexa, ondulada, irregular ó escalonada y compleja (Ver Tabla 19). Esta expresión de la pendiente refleja la homogeneidad en la resistencia de los materiales, y la presencia o control de estructuras geológicas.

Tabla 19. Formas de la Ladera (Adaptada de Carvajal, 2005, 2012)

CLASE	CARACTERÍSTICAS MATERIAL	FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA ASOCIADOS
RECTA	Alta resistencia y disposición estructural a favor de la pendiente.	Movimiento Traslacional.
CONCAVA	Material blando y disposición estructural no diferenciado.	Deslizamiento Rotacional.
CONVEXA	Materiales blandos y disposición estructural casi horizontal.	Predomina Meteorización y Erosión. Pequeños Deslizamientos Rotacionales.
IRREGULAR O ESCALONADA	Materiales con resistencia variada. Disposición estructural en contra de la pendiente.	Caida de Bloques. Erosión Diferencial.
COMPLEJA	Mezcla de materiales. Disposición estructural no definida.	Deslizamientos Complejos

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

La forma de la ladera igualmente, condiciona los tipos de movimientos que pueden desarrollarse en un terreno. Es común relacionar deslizamientos rotacionales a pendientes cóncavas y convexas, movimientos planares a pendientes rectas controladas estructuralmente, o movimientos complejos a pendientes irregulares.

16.2. METODOLOGÍA Y MAPA GEOMORFOLÓGICO

Los mapas geomorfológicos permiten delimitar unidades de terreno o geoformas con diferentes características, para la definición de sectores territoriales básicos para la toma de decisiones y evaluación del geopotencial de un área.

Para el análisis de la temática geomorfológica en el presente estudio, y con base en las metodologías temáticas propuestas (Carvajal, Henry, 2012), se utilizó como método de trabajo: un análisis de los mapas geológicos de estudios anteriores, una actividad de fotointerpretación de aerofotografías de diferente escala y tomadas por el IGAC en

diferentes épocas, con el fin de obtener una visión histórica de la evolución morfológica de la región. Un reconocimiento al área de estudio, con el fin de verificar en campo las formas comunes de los terrenos o geoformas, la definición y cartografiar las diferentes unidades geomorfológicas, y el establecimiento de la relación entre los procesos morfodinámicos tanto antiguos como recientes.

En la Figura 62, se observan los rasgos geológicos obtenidos a partir de las ortofotos para la realización del mapa geomorfológico.

Basados en los análisis de la geomorfología, se presentan los mapas temáticos (geomorfológicos) a detalle del área de estudio.

16.3. ANÁLISIS DE AEROFOTOGRAFÍAS Y SENSORES REMOTOS.

De acuerdo con la metodología propuesta, para la obtención de la información sobre las diferentes clases de terrenos conformantes del área de estudio y sus alrededores, la evolución de las condiciones geomorfológicas y el desarrollo de los procesos de inestabilidad tanto antiguos como recientes que la hayan afectado, se realizó un análisis fotointerpretativo de aerofotografías e imágenes satelitales tomadas por el IGAC y sensores remotos como GOOGLE EARTH, en diferentes épocas y a diferentes escalas, las cuales fueron complementadas con las observaciones de reconocimientos de campo, para un periodo total de análisis de 28 años, y cuya relación se muestra en la Tabla 20 y en la Tabla 21.

Las aerofotografías utilizadas y relacionadas en la tabla siguiente, se encuentran dentro de la carpeta “SOPORTES”, carpeta “FOTOS_AEREAS_ANALIZADAS_LUISA”, en la carpeta de anexos correspondiente a esta componente.

Tabla 20. Relación de Aerofotografías a utilizar para fotointerpretación para la parte alta de la cuenca del Río Luisa y otros directos al Magdalena

FOTOGRAFÍAS AÉREAS					
VUELO	SOBRE	AÑO	ESCALA	FOTOS	CANTIDAD
C-2465	S-36192	1991	1:50700	089-094	6
C-2805	S-40825	2007	1:37000	275-280	6
C-2565	S-37160	1995	1:43840	046-051	6
C-2364	S-34938	1989	1:32100	164-169	6
C-2036	S-31230	1981	1:35500	216-222	7
C-2565	S-37161	1995	1:43900	090-094	5
C-2684	S-38692	2003	1:42280	133-137	5
C-2484	S-38690	2003	1:40800	073-079	7
TOTAL					48

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Las ortofotografías utilizadas y relacionadas en la tabla siguiente, se encuentran dentro de la carpeta “SOPORTES”, carpeta “ORTOFOTOS_LUISA”, en la carpeta de anexos de esta componente.

Tabla 21. Relación de imágenes a utilizar para fotointerpretación de la parte baja de la cuenca del Río Luisa y otros directos al Magdalena

IMÁGENES SATELITALES					
PLANCHA	SENSOR	FORMATO	RES. ESPACIAL	RES. ESPECTRAL	AÑO
244IVC	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2010
244IVD	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012
245IIIC	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012
245IIID	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012
245IVC	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2013
263IIA	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012
263IIB	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012
263IID	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012
264IA	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012
264IB	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012
264IC	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012
264ID	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012
264IIA	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2013
264IIC	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2013
264IIIA	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2012
264IIIB	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2013
264IVA	RAPIDEYE	IMG	7 m	5 bandas	2010
TOTAL					17

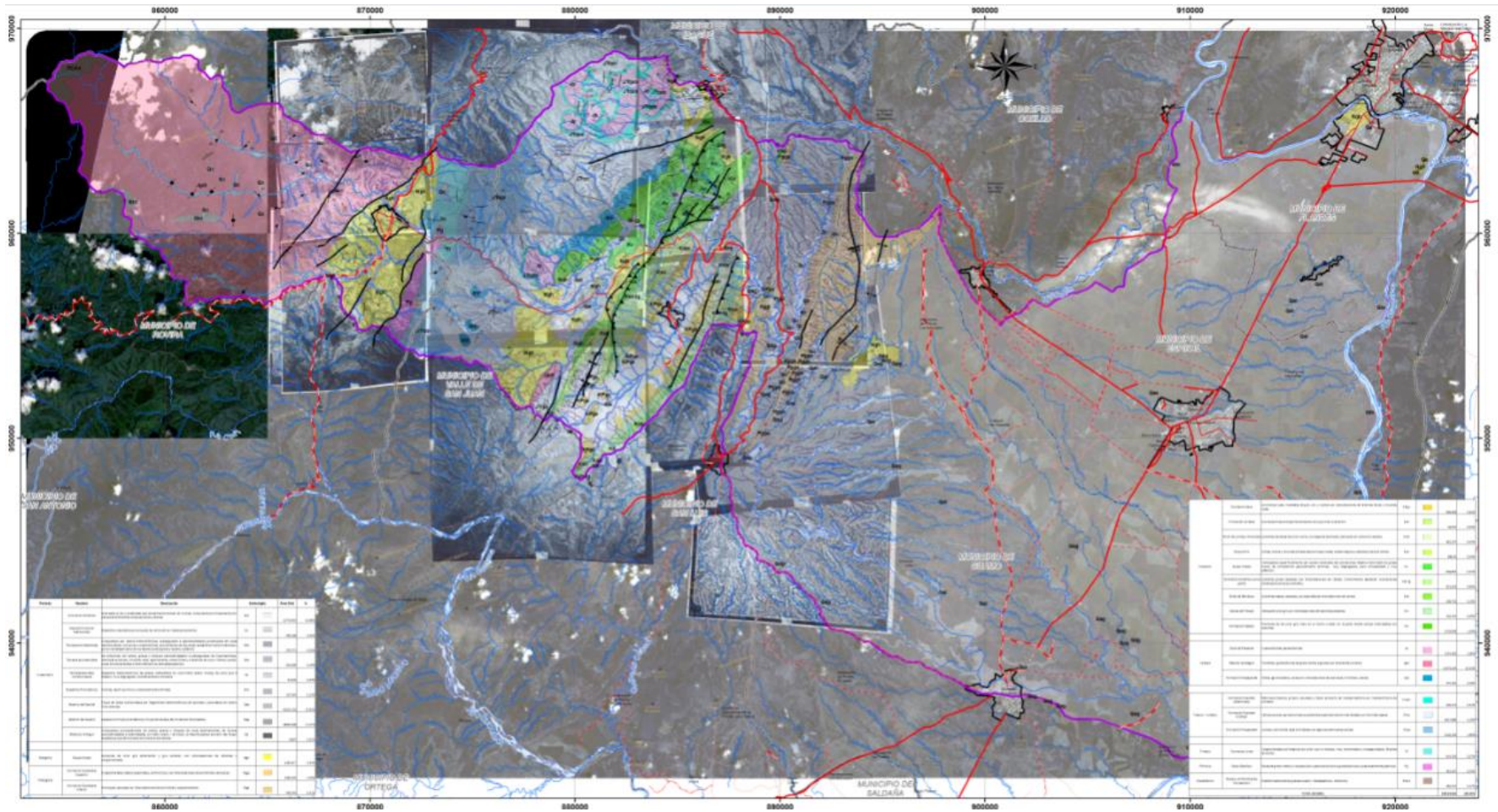
Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

A los vuelos de aerofotografías e imágenes satelitales seleccionadas se les realizó una fotointerpretación, y una comparación con las características encontradas en las observaciones de los reconocimientos de campo, con el fin de obtener información histórica que ilustre sobre la evolución geológica, morfológica, morfodinámica y antrópica, cronológicas, de los terrenos del área de estudio.

16.4. MORFOGÉNESIS

Teniendo en cuenta el análisis de fotografías aéreas y los reconocimientos de campo a continuación se hace una caracterización de la morfogénesis de la cuenca:

Figura 62. Rasgos geomorfológicos obtenidos mediante la foteointerpretación de sensores remotos en la cuenca del río Luisa



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017
 (Ver digital L:\Luisa_Directos_Magdalena2. FASE DE DIAGNOSTICO\3.2. GEOLOGIA - GEOMORFOLOGIA\ANEXOS\Anexo 2. Salidas cartograficas\Salidas Cartograficas)

Se destaca la presencia del Batolito de Ibagué al costado occidental del área donde se desarrolla una morfología cuya génesis está influenciada por rocas ígneas hacia el occidente de Rovira. En este sector existe una cubeta sedimentaria limitada por fallas, pero hay un plegamiento suave en las cercanías de Rovira generando principalmente terrazas estructurales en la Formación Honda en posición subhorizontal. En el bloque del Cerro del Gobernador hasta el área cercana a la Mina del Sapo existe un evento morfogenético ocasionado por el basculamiento de rocas de la Formación Luisa, Pre Payandé, Payandé y Pos Payandé, generando un bloque con tendencia de buzamiento hacia el oriente. La zona más central del área corresponde a los plegamientos principalmente de las rocas sedimentarias cuya base está marcada por la discordancia de la Formación Caballos y el Grupo Payandé, en este sector la morfogénesis está relacionada principalmente por eventos de plegamientos es decir desarrollando colinas continuas y marcadas por superficies estructurales. El costado más occidental tiene una génesis principalmente fluvial donde se desarrollaron los depósitos de un glacis de acumulación, formando los depósitos coalescentes del abanico de Espinal y Guamo.

En la Figura 63, se presenta gráficamente la clasificación fisiográfica del terreno para la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena, de acuerdo al sistema jerarquizado del el Servicio Geológico de Colombia (SGC, 2012), el cual ha contribuido su propia metodología para elaboración de mapas geomorfológicos, la cual retoma los planteamientos de Carvajal (Carvajal, Henry et al, 2005) y las técnicas del CIAF y del ITC de Holanda (Verstappen y Van Zuidam, 1992) con algunas modificaciones.

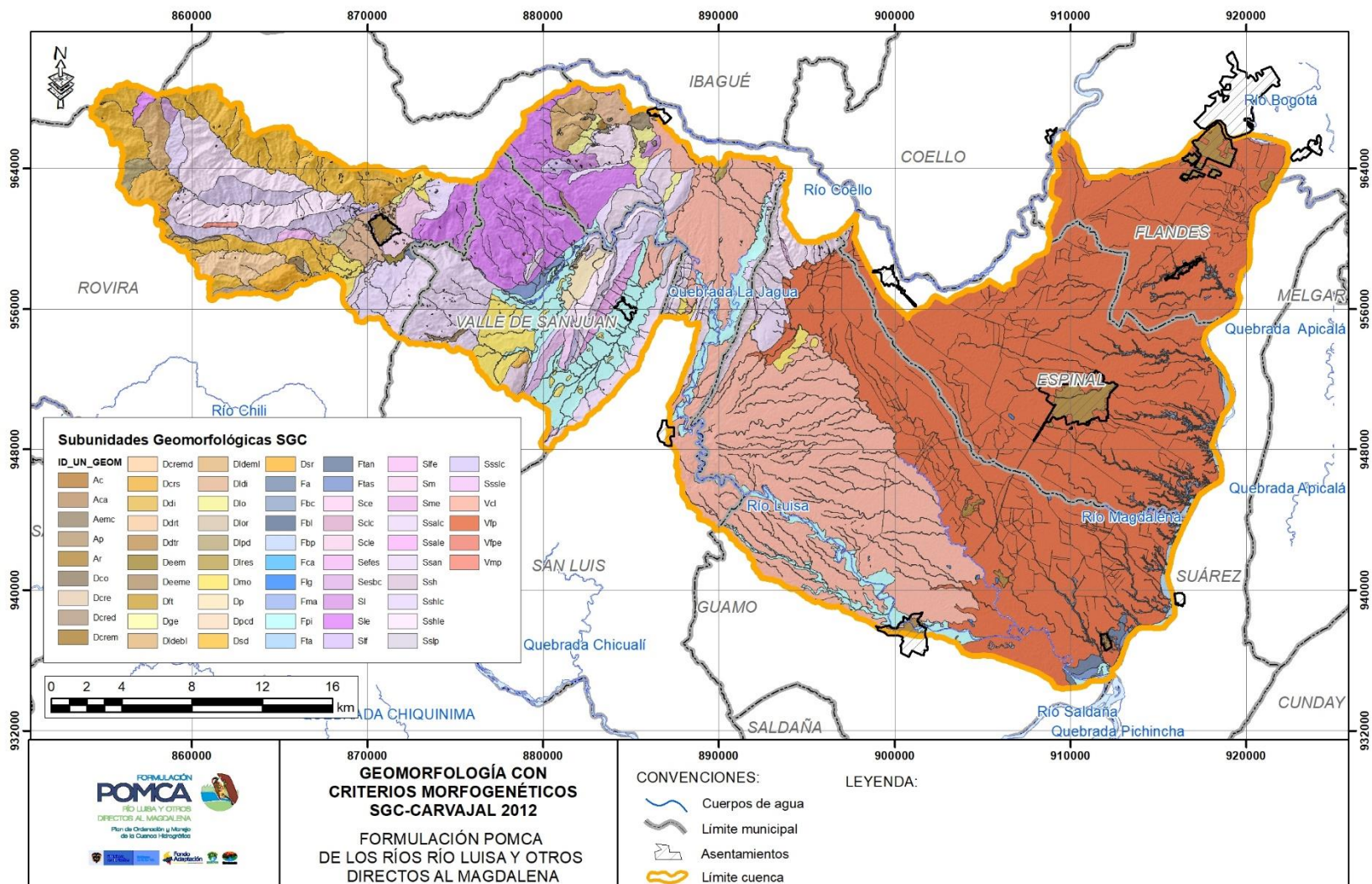
A continuación, y de manera jerárquica por ambientes, se presentan las unidades morfogenéticas.

16.4.1. Ambiente denudacional

Se incluyen las geoformas cuya expresión morfológica está definida por la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que han remodelado y dejado remanentes de las geoformas preexistentes y además crean nuevas por acumulación de sedimentos. Abarca un 10,98 %, del área total de la cuenca en estudio.

- **Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión (Dco):** Estructura en forma de cono o lóbulo con morfología alomada baja. Su origen es relacionado a procesos de transporte y depositación de materiales sobre las laderas y por efecto de procesos hidrogravitacionales en suelos saturados y no saturados. Su depósito está constituido por bloques y fragmentos heterométricos de rocas preexistentes, embebidos en una matriz arcillosa a arena limo arcillosa (Figura 64).

Figura 63. Geomorfología con criterios morfogenéticos en la cuenca escala 1: 25.000



Fuente: Formulación POMCA río Luisá y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Figura 64. Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión (Dco)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

- **Colina remanente (Dcre):** Prominencia topográfica aislada con una altura entre 200 y 399 metros sobre su nivel de base local, que presenta una cima redondeada y amplia limitada por laderas cortas a moderadamente largas de forma convexa a recta y pendientes abruptas a escarpadas, con un índice de relieve bajo a moderado. Su origen es relacionado a procesos de denudación intensos. Se distinguen por presentarse aisladas, como agentes topográficos sobresalientes asociados a valles en artesa (Figura 65).

Figura 65. Colina remanente (Dcre)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

- **Colina remanente disectada (Dcred):** Prominencias topográficas aisladas con una altura entre 200 y 399 metros sobre su nivel de base local, que presenta una cima redondeada y estrecha limitada por laderas cortas a moderadamente largas de forma convexa y pendientes abruptas a escarpadas, un alto grado de disección de los drenajes, desarrollo de valles en U y un índice de relieve bajo a moderado. Su origen es relacionado a procesos de denudación intensos (Figura 66).

Figura 66. Colina remanente disectada (Dcred)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Cerro remanente o relicto (Dcrem):** Prominencias topográficas aisladas de morfología colinada, alomada o montañosa que sobresalen de la topografía circundante. La unidad presenta cimas agudas a redondeadas, laderas de longitud moderadamente corta a larga de forma convexa. Su origen se asocia a procesos de erosión y meteorización diferencial acentuada y antigua. Incluye los cerros semienterrados en sedimentos recientes (Figura 67).

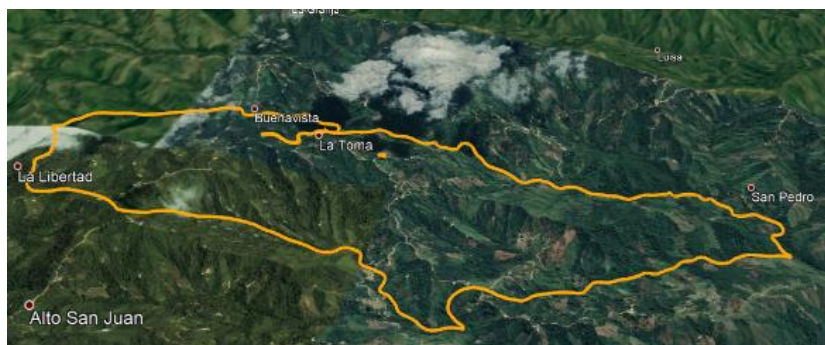
Figura 67. Cerro remanente o relicto (Dcrem)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Colina remanente muy disectada (Dcremd):** Prominencias topográficas aisladas con una altura entre 200 y 399 metros sobre su nivel de base local, que presenta una cima aguda a redondeada estrecha limitada por laderas cortas a moderadamente largas de forma convexa y pendientes abruptas a escarpadas, un alto grado de disección de los drenajes, desarrollo de valles en V y un índice de relieve bajo a moderado. Su origen es relacionado a procesos de denudación intensos (Figura 68).

Figura 68. Colina remanente muy disectada (Dcremd)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

- **Cerro residual (Dcrs):** Prominencia topográfica sobresaliente y aislada con morfología alomada o colinada, cimas redondeadas a planas y algunas veces onduladas con laderas rectas a convexas, largas a muy largas. La unidad presenta pendientes escarpadas asociadas a unidades competentes y el desarrollo de suelos residuales gruesos. Su origen se asocia a procesos intensos de meteorización diferencial que han actuado en climas tropicales húmedos. Cuando está localizado en un altiplano se denomina “**Cerro residual de altiplano (DAcrs)**” (Figura 69).

Figura 69. Cerro residual (Dcrs)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Cono de deslizamiento indiferenciado (Ddi):** Estructura en forma de cono o lóbulo de morfología baja, cóncava a convexa, con una pendiente escalonada, nichos semicirculares, bloques inclinados, relieve irregular, formación de grietas y cambios súbitos de la pendiente. Su origen es relacionado a procesos de movimientos en masa de tierra o roca, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla o en zonas con alta deformación cortante (Figura 70).

Figura 70. Cono de deslizamiento indiferenciado (Ddi).



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Cono o lóbulo de deslizamiento rotacional (Ddrt):** Estructura en forma de cono o lóbulo con morfología alomada baja, de longitud muy corta a corta, irregular localmente escalonada, muy inclinada a abrupta y lobulada en su parte distal. Su origen es relacionado a la acumulación de tierra y bloques (Figura 71).

Figura 71. Cono o lóbulo de deslizamiento rotacional (Ddrt)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Cono o lóbulo de deslizamiento traslacional (Ddtr):** Estructura en forma de cono o lóbulo con morfología alomada baja, de longitud muy corta a corta, irregular localmente escalonada, muy inclinada a abrupta y lobulada en su parte distal. Su origen es relacionado a la acumulación de tierra y bloques (Figura 72).

Figura 72. Cono o lóbulo de deslizamiento traslacional (Ddtr).



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Escarpe de erosión mayor (Deem):** Ladera abrupta o a desplome de altura variable que puede formarse por distintas causas: tectónicas, por la abrasión (erosión fluvial y marina), por procesos gravitacionales, glaciales, tectógenos. Eventualmente de longitud corta a larga, de forma cóncava, convexa y recta, con pendiente escarpada a muy escarpada. Cuando limita los altiplanos se denomina “Escarpe de erosión mayor de altiplano (DAeem)” (Figura 73).

Figura 73. Escarpe de erosión mayor (Deem)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Escarpe de erosión menor (Deeme):** Ladera abrupta o a desplome de longitud corta a larga, de forma cóncavo convexa y eventualmente recta, con pendiente escarpada a muy escarpada, originado por socavación fluvial lateral o por procesos de erosión y movimientos en masa remontantes a lo largo de un drenaje (Figura 74).

Figura 74. Escarpe de erosión menor (Deeme)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Cono o lóbulo de flujo indiferenciado (Dft):** Estructura en forma de lóbulo o abanico de morfología alomada convexa, con una longitud muy larga a extremadamente larga, abrupta a muy abrupta. El cuerpo despliega estructuras convexas de flujo en la parte frontal lobulada. Su origen es relacionado a avalanchas torrenciales inducidas posiblemente por eventos sísmicos o cambios climáticos asociados a lluvias torrenciales. Su depósito está constituido por bloques rocosos angulares a subredondeados de tamaños métricos embebidos en matriz arenosa arcillosa y por la acumulación de bloques en el frente de la onda (Figura 75).

Figura 75. Cono o lóbulo de flujo indiferenciado (Dft)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Glacis de erosión (Dge):** Superficie de erosión larga a muy larga, cóncava y suavemente inclinada, esculpida en unidades rocosas de piedemonte por procesos de escorrentía superficial en condiciones climáticas áridas a semiáridas. Se caracteriza por el desarrollo de fuerte carcavamiento y tierras malas (Figura 76).
- **Lomo denudado bajo de longitud larga (Dldebl):** Son sistemas o conjuntos de lomos o filos ubicados a diferentes alturas; con índice de relieve relativo menor de 250 m y la longitud del eje principal es mayor que 1000 m; son formas alargadas en dirección perpendicular al drenaje principal. El tope o parte superior puede tener diferentes formas dependiendo del grado de incisión del drenaje, el tipo de saprolito que ha desarrollado la roca dominante y de los procesos erosivos que lo han modelado. La inclinación y orientación del eje del lomo puede informar de procesos y velocidades de levantamiento del conjunto cordillerano o de la velocidad de la erosión del río principal o eje geomorfológico (Figura 77).

Figura 76. Glacis de erosión (Dge)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

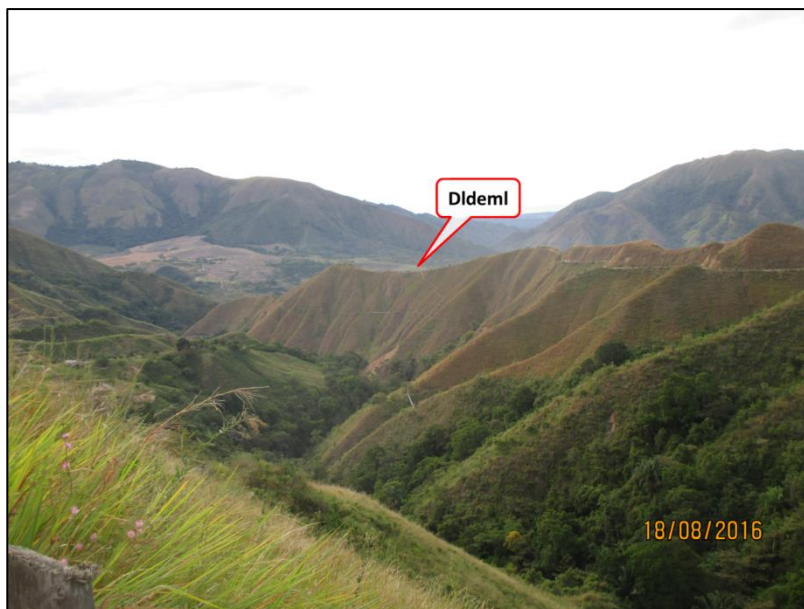
Figura 77. Lomo denudado bajo de longitud larga (Dldebl)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Loma denudada de longitud larga (Dldebl):** Son sistemas o conjuntos de lomos o filos ubicados en la parte alta de la cuenca, con formas alargadas en dirección perpendicular al drenaje principal de las corrientes perennes o quebradas asociadas al Río Luisa. El tope o parte superior presentan diferentes formas dependiendo, primeramente, a lo más alejado que este el Batolito de Ibagué hacia el Occidente, debido a que el depósito acumulado en las cimas se encuentra mayormente afectado por material volcánico (ceniza). También al grado de incisión del drenaje, el espesor del saprolito que ha desarrollado la roca dominante y de los procesos erosivos que lo han modelado. Se encuentran distribuidos hacia la zona occidental y se encuentran restringido al batolito de Ibagué (Figura 78 y Figura 79).

Figura 78. Morfología Típica del Batolito de Ibagué, Lomas Denudadas de Longitud Larga (Dldeml). Coordenadas: E= 868878.439686 N= 962121.509250 Altura: 1117.00 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

Figura 79. Loma denudada de longitud larga (Dldeml)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

- **Lomeríos disectados (Dldi):** Prominencias topográficas de morfología alomada o colinada, con cimas redondeadas y amplias, de laderas cortas a moderadamente largas de forma rectas, cóncavas y convexas, con pendientes muy inclinadas a muy abruptas, con índice de relieve bajo. Estas geofomas son originadas por procesos de denudación intensos y cuyas laderas se caracterizan por la moderada disección,

generando valles en U con fondo redondeado a plano. Se presentan movimientos en masa tipo deslizamiento rotacional con superficie de falla poco profundos. Cuando está localizado en un altiplano se denomina “**Lomeríos disectados de altiplano (DAIdi)**” (Figura 80).

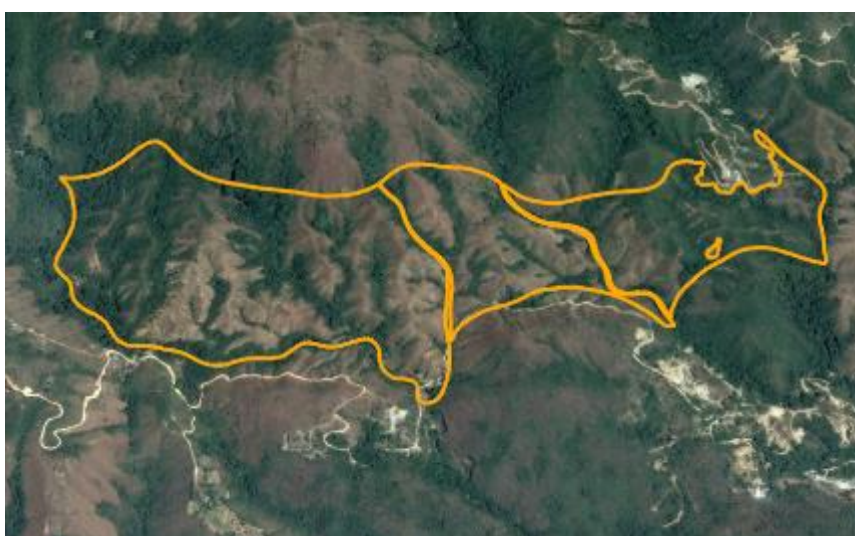
Figura 80. Lomeríos disectados (DIdi)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Ladera ondulada (Dlo):** Superficie en declive de morfología alomada o colinada, pendiente inclinada a escarpada, la longitud varía entre corta y muy larga. El patrón de drenaje es subdendrítico a subparelo. Estas laderas se pueden formar en suelos residuales y depósitos coluviales (Figura 81).

Figura 81. Ladera ondulada (Dlo)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Loma residual (Dlor):** Prominencia topográfica con una altura menor de 200 metros sobre su nivel de base local, con una morfología alomada y elongada de laderas cortas a muy cortas, convexas y pendientes muy inclinadas a muy abruptas, constituida por suelo residuales, cubiertos por niveles de material coluvial. Su origen es relacionado a procesos intensos de meteorización y erosión diferencial. Cuando está localizado en un altiplano se denomina “**Loma residual (DAlor)**” (Figura 82).

Figura 82. Loma residual (Dlor)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Lomeríos poco disectados (Dlpd):** Prominencias topográficas de morfología alomada o colinada, con cimas planas amplias y eventualmente redondeadas, de laderas muy cortas a cortas, de forma rectas, y eventualmente cóncavas y convexas, con pendientes inclinadas a muy abruptas, e índice de relieve muy bajo a bajo. En estos lomeríos los procesos de incisión son muy leves y generalmente estas unidades se encuentran en áreas centrales de altiplanos o alejados de los frentes erosivos. Son frecuentes procesos erosivos y reptación y eventualmente movimientos en masa tipo deslizamiento rotacional (Figura 83).

Figura 83. Lomeríos poco disectados (Dlpd)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

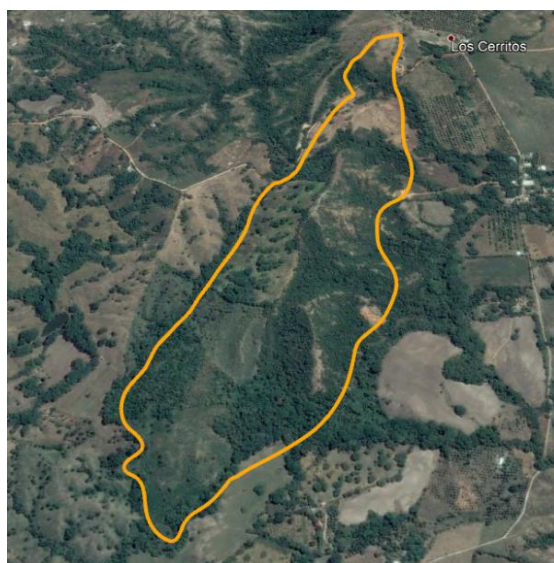
- **Lomo residual (Dires):** Elevaciones del terreno menores de 200 metros con morfología alomada y alargada, de laderas cortas a moderadamente largas de forma convexa y eventualmente cóncava, el índice de relieve es bajo a muy bajo. Las pendientes varían entre muy inclinadas a muy abruptas generalmente sobre materiales afectados por meteorización diferencial intensa (como en el Grupo Honda). Presentan drenaje denso dendrítico y subparalelo y aparecen dispersas en la zona media y baja de la cuenca en estudio, como se evidencia en la Figura 84 y Figura 85.

Figura 84. Lomo Residual (Dires) al Sur Occidente del Poblado del Valle de San Juan. Coordenadas: E= 883082.426052 N= 954156.195942 Altura: 623.41 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

Figura 85. Lomo residual (Dlres)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Montículo y ondulaciones denudacionales (Dmo):** Elevación del terreno con una altura menor de 50 metros sobre su nivel de base local, con una morfología colinada, cóncava o convexa, suavemente inclinada y con drenaje divergente. Su origen es relacionado a procesos de meteorización y erosión intensa sobre rocas blandas o friables y en sedimentos no consolidados, dispuestos de manera horizontal a ligeramente inclinados. Cuando está localizado en un altiplano se denomina “**Montículo y ondulaciones denudacionales de altiplano (DAmo)**” (Figura 86).

Figura 86. Montículo y ondulaciones denudacionales (Dmo)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

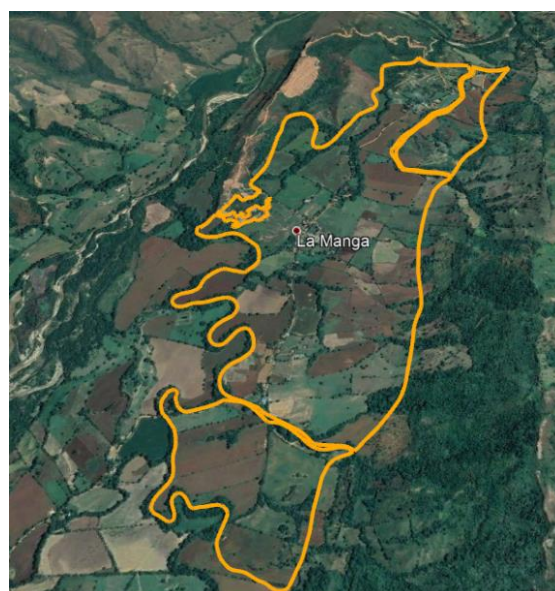
- **Planicie (Dp):** Porción de terreno extensa, plana, no confinada, de posición baja, con índice de relieve relativo muy bajo y pendiente plana a suave, generalmente menores a 5° (ver Figura 87). Varios ríos contribuyen a formar un sistema fluvial complejo, como sucede sobre los depósitos recientes donde se emplaza el poblado del Valle de San Juan, en la parte media baja de la cuenca. Difiuencias de corrientes de agua son frecuentes (Figura 88).

Figura 87. Planicie (Dp) al Sur Oriente del Poblado del Valle de San Juan.
Coordenadas: E= 882320.833595 N= 953205.510356 Altura: 623.22 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

Figura 88. Planicie (Dp)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Planicie colinada desnuda (Dpcd):** Superficie erosiva suavemente ondulada de paisaje colinado, desarrolla pendientes muy inclinadas a abruptas, con laderas cortas rectas a cóncavas, donde predomina el patrón de drenaje dendrítico. Son producto de la erosión intensa que afectó diferencialmente los macizos rocosos intensamente fracturados y meteorizados (Figura 89).

Figura 89. Planicie colinada desnuda (Dpcd)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Sierra desnuda (Dsd)** Prominencia topográfica de morfología montañosa y elongada de laderas largas a extremadamente largas, cóncavas a convexas, con pendientes muy inclinadas a abruptas, donde prevalecen procesos de erosión o de movimientos en masa acentuados. Su origen es relacionado a procesos de erosión acentuada en sustratos rocosos ígneos y metamórficos (Figura 90).

Figura 90. Sierra desnuda (Dsd)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

- **Sierra residual (Dsr):** Prominencia topográfica de morfología montañosa y elongada de laderas largas a extremadamente largas, cóncavas a convexas, con pendientes muy inclinadas a abruptas, donde prevalecen los procesos de meteorización intensa en unidades generalmente ígneas, asociada con suelos residuales con espesores mayores a 3 metros. Su origen es relacionado a procesos de meteorización intensa en sustratos rocosos ígneos y metamórficos (Figura 91).

Figura 91. Sierra residual (Dsr)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

16.4.2. Ambiente fluvial

Las geoformas de origen fluvial están originadas por procesos de erosión de las corrientes de los ríos y acumulación o sedimentación de materiales en las zonas aledañas a dichas corrientes, tanto en épocas de grandes avenidas e inundación, como en la dinámica normal de corrientes perennes y durante la época seca. De esta manera es posible encontrar geoformas aledañas a ríos y quebradas y en el fondo de los cauces, cuyos depósitos son transportados y acumulados cuando éstas pierden su capacidad de arrastre. Las unidades de origen aluvial identificadas hasta el momento y su definición se listan a continuación. Abarca un 9,06 % del área total de la cuenca en estudio.

- **Albardón o diques naturales (Fa):** Estructura en forma de cresta o banco de arena muy fina, limosa, de 1 a 2 m de alto y 3 a 4 m de ancho, localizada en las riberas de las corrientes fluviales mayores particularmente en las partes cóncavas de los meandros de los ríos. Su origen es relacionado al depósito de material tipo arena en épocas de inundación (Figura 82).

Figura 92. Albardón o diques naturales (Fa)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Barra compuesta (Fbc):** Superficie o conjunto de barras unitarias que pueden alcanzar decenas a cientos de metros lateralmente y varios kilómetros longitudinales. El espesor máximo es determinado por la profundidad del cauce. Su origen es relacionado al amalgamamiento de varias barras, como resultado de múltiples eventos de erosión y sedimentación y/por la reocupación de canales y cauces abandonados (Figura 83).

Figura 93. Barra compuesta (Fbc)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Barra longitudinal (Fbl):** Cuerpo elongado, en forma romboidal convexo en planta y, en superficie de morfología suave ondulada, dispuesto paralelo al centro de los cauces fluviales mayores, con la punta más aguda en la dirección de la corriente. Su origen es relacionado a la acumulación de sedimentos durante grandes inundaciones, que luego de disminuir el caudal, quedan como remanentes que dividen la corriente. Su depósito está constituido principalmente por arenas y gravas finas (Figura 94).

Figura 94. Barra longitudinal (Fbl)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Barra puntual (Fbp):** Cuerpo en forma de medialuna de morfología suave ondulada, compuesta de crestas y artesas curvas de poca altura. Estos cuerpos se localizan en la parte cóncava de los meandros de los ríos, como producto de la acumulación de sedimentos erodados de la parte convexa del cauce. Su depósito está constituido por sedimentos generalmente arenosos finos y materiales arcillosos en las artesas. Cuando se dan procesos de migración lateral del cauce, la acumulación de este tipo de barras, pueden conformar conjuntos sencillos o complejos de oríllales (Figura 95).

Figura 95. Barra puntual (Fbp)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Cauce aluvial (Fca):** Canal de forma irregular excavado por erosión de las corrientes perennes o estacionales, dentro de macizos rocosos y/o sedimentos aluviales. Dependiendo de factores como pendiente, resistencia del lecho, carga de sedimentos y caudal, pueden persistir por grandes distancias. Los cauces rectos se restringen a valles estrechos en forma de V, generalmente relacionados al control estructural de fallas o diaclasas. Estos cauces cuando recorren grandes distancias pueden formar lagunas y rápidos. Cuando las corrientes fluyen en zonas semiplanas a planas (llanura aluvial), los cauces son de tipo meándrico o divagante, como producto del cambio súbito de la dirección del flujo. Dependiendo la cantidad de carga de sedimentos, la pendiente y caudal pueden llegar a formar sistemas anastomosados, trenzados, divergentes y otras unidades asociadas (Figura 96).

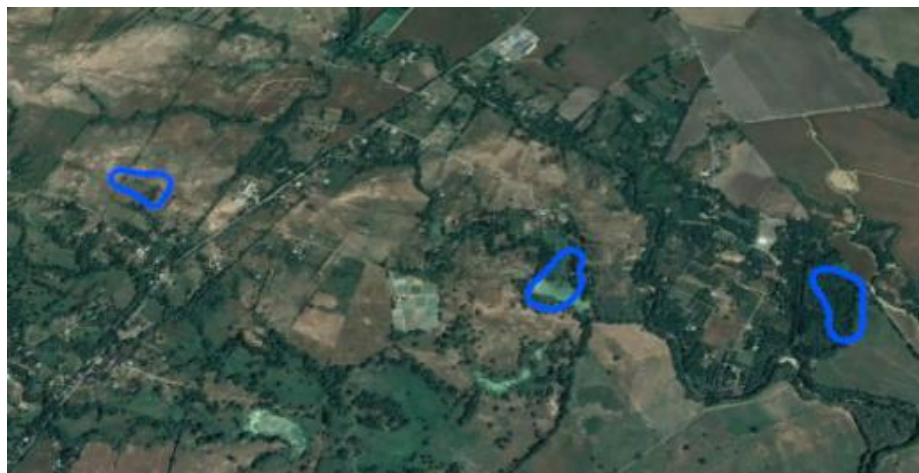
Figura 96. Cauce aluvial (Fca)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Laguna (Fig):** Depósito natural de agua de dimensiones inferiores, en relación a los lagos tanto en área como en profundidad. Dicha profundidad varía de acuerdo a las condiciones ambientales donde se localice y a su grado de colmatación (acumulación de sedimentos). Las lagunas de origen fluvial, se relacionan con la inundación de antiguas depresiones durante la época de alta pluviosidad, estas pueden permanecer incluso en épocas secas ya que son pobremente drenadas (Figura 97).

Figura 97. Laguna (Fig)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Meandro abandonado (Fma):** Sección en forma de curva del cauce de un río antiguo, Su origen es relacionado a la migración lateral de la corriente hacia la parte contraria de la concavidad o por el corte de la zona más angosta entre dos curvas consecutivas, que generan el estrangulamiento de un meandro. Su depósito está constituido por sedimentos finos arcillosos con intercalaciones de turba, producto del estancamiento de aguas (Figura 98).

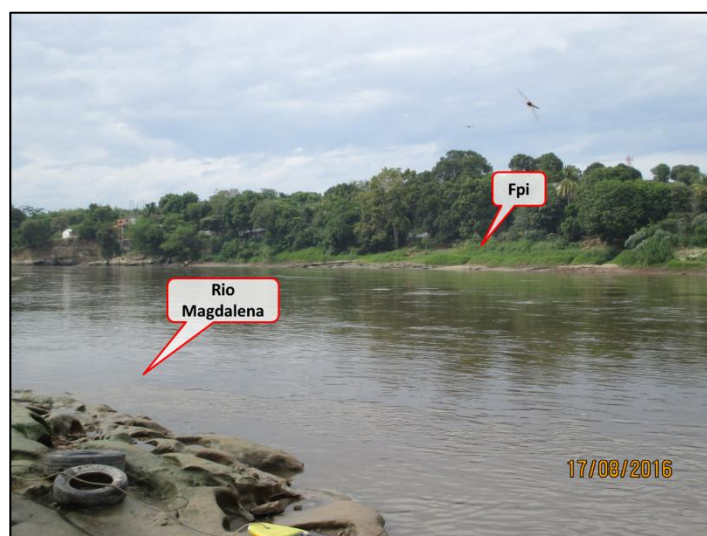
Figura 98. Meandro abandonado (Fma)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Plano de inundación (Fpi):** Franja de terreno plana, de morfología baja y ondulada eventualmente inundable. Se presenta bordeando los cauces fluviales del Río Luisa y algunos directos y se limita localmente por escarpes de terraza. Se incluyen los planos fluviales menores en formas de “U” o “V” y conos coluviales menores, localizados en los flancos de los valles intramontanos. En regiones montañosas, en la vía desde Valle de San Juan hacia Rovira, donde las corrientes fluviales tienden a unirse con sus tributarios para formar el cauce principal se presentan como superficies estrechas, alargadas y profundas que presentan una red de drenaje de tipo subparalelo de mediana densidad (ver Figura 99). Algunas veces de esta superficie sobresalen pequeñas colinas producto de la erosión y acumulación de sedimentos. Se constituye generalmente de sedimentos finos producto de la sedimentación durante eventos de inundación fluvial (Figura 100).

Figura 99. Plano de inundación (Fpi) originados por el río Magdalena en la parte baja de la cuenca. Coordenadas: E= 918988.095508 N= 965874.543701 Altura: 291.42 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

Figura 100. Plano de inundación (Fpi)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Terraza de acumulación (Fta):** Plano elongado de morfología plana a suavemente ondulada y modelada sobre sedimentos aluviales, que se presentan en forma pareada a lo largo del cauce del Río Luisa (en la parte media de la cueca), al cual limitan por escarpes de diferente altura. Su origen está relacionado con procesos de erosión y acumulación aluvial dentro en la antigua llanura de inundación del Río Luisa, por donde fluye una corriente. La formación de estas terrazas incluye fases de acumulación, incisión y erosión vertical. Estas terrazas pueden hacer parte de cauces rectos o meándricos, siendo los primeros muchas veces asociados a control estructural, como lo muestra la Figura 101. Se constituyen de gravas arenas, limos y arcillas, cuyo tamaño va disminuyendo a medida que se aleja del cauce del río (Figura 102).

Figura 101. Terraza de acumulación (Fta), al oriente del poblado de Rovira.
Coordenadas: E= 880950.314709 N= 957112.968341 Altura: 637.22 msnm.



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

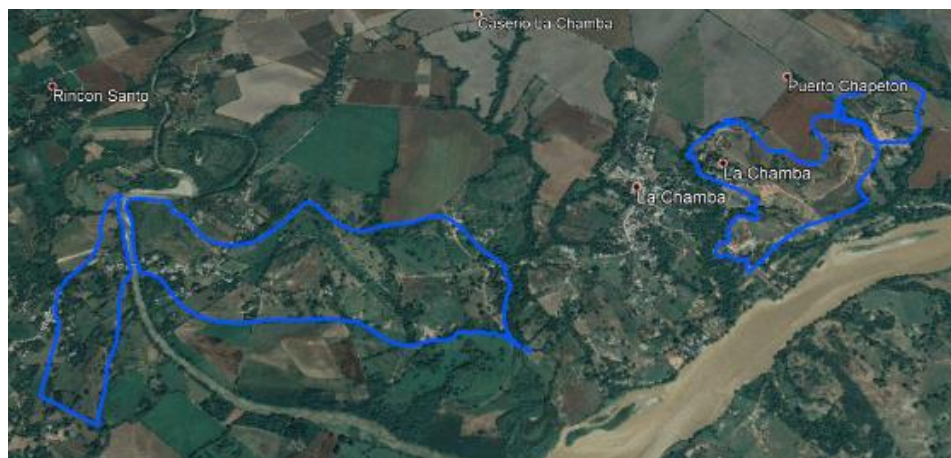
Figura 102. Terraza de acumulación (Fta)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Terraza de acumulación antigua (Ftan):** Franja alomada de varios cientos de metros de extensión, en forma de abanico ampliamente explayado, de laderas moderadamente largas, con formas cóncavas y convexas, pendientes suaves a inclinadas. Se caracterizan por presentar pendientes de 5° a 10° en las partes altas, limitadas por escarpes de disección en forma de “V” amplia que localmente pueden alcanzar inclinaciones de 20°. Hacen parte de 'la antigua llanura de inundación del Río Magdalena los cuales fueron sometidos a procesos denudativos intensos que dejaron una morfología alomada, de formas lobuladas y localmente dómica. Su origen está asociado a la existencia de abanicos y planicies aluviales antiguas del Río Magdalena, muy disectadas y localmente tectonizadas. Compuestas por gravas, arenas y arcillas (Figura 103).

Figura 103. Terraza de acumulación antigua (Ftan)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

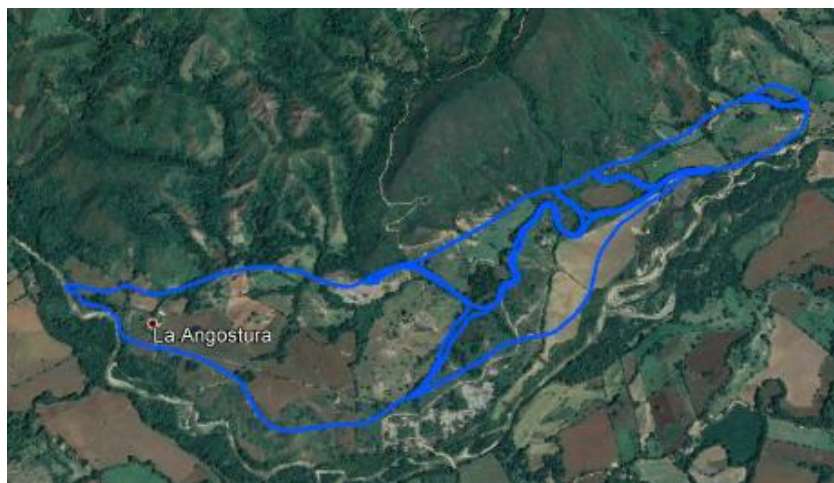
- **Terraza de acumulación subreciente (Ftas):** Franja plana y suavemente inclinadas, remanentes de terrazas de edad subreciente de morfología ondulada y disectada, localmente basculada con inclinaciones de pendiente del orden de 3° a 5°, limitada por escarpes de 2 a 30 m. Su origen está relacionado cuando el Río Magdalena amplió el valle al ganar importancia la erosión en sus márgenes, posiblemente debido al empuje que causo el explayamiento del Abanico del Espinal. (ver Figura 104). Está generalmente cubierta por niveles arcillosos que pertenecen a la unidad de suelos recientes de origen fluvial. Compuestas por arenas y arcillas, localmente con intercalaciones de arenas arcillosas y grava fina (Figura 105).

Figura 104. Terraza de acumulación subreciente (Ftas), al Margen del río Magdalena
Coordenadas: E= 912775.812055 N= 936295.941605 Altura: 295.20 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Figura 105. Terraza de acumulación subreciente (Ftas)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

16.4.3. Ambiente estructural

Corresponde a las geoformas generadas por la dinámica interna de la tierra, especialmente las asociadas a plegamientos y fallamientos, cuya expresión morfológica está definida por la litología y la disposición estructural, al plegamiento de las rocas superiores de la corteza terrestre y que aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales a pesar de haber sido afectadas en diverso grado por los procesos de denudación. Abarca un 21,30 % del área total de la cuenca en estudio.

- **Cerro estructural (Sce):** Prominencia topográfica aislada de morfología montañosa a colinada, con laderas de longitud corta a moderadamente larga, cóncavas a irregulares, poco disectadas. La unidad presenta pendientes muy abruptas a escarpadas, las cuales han sido parcialmente aisladas de las zonas montañosas por fallamiento (Figura 106).

Figura 106. Cerro estructural (Sce)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Ladera de contrapendiente de cuesta (Scic):** Superficie vertical a subvertical muy corta a corta, de forma cóncava o convexa de pendiente escarpada, generada por estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno (Figura 107).
- **Ladera estructural de cuesta (Scle):** Superficie con estratos dispuestos a favor de la pendiente del terreno (10° - 25°), de longitud larga a extremadamente larga, de forma recta a irregular, con pendientes, inclinadas a muy inclinadas, relacionada a una estructura de cuesta (Figura 108).

Figura 107. Ladera de contrapendiente de cuesta (Sc1c)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Figura 108. Ladera estructural de cuesta (Sc1e).



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Espolón festoneado (Sefes):** Laderas y crestas simétricas de morfología alomada, cimas agudas, pendiente muy inclinada a muy abrupta, forma recta a cóncava, dispuestas perpendicularmente al rumbo de las estructuras geológicas definiendo salientes cortos y largos. La geoforma está constituida por la alternancia de niveles duros y blandos altamente disectados (Figura 109).
- **Espolón bajo de longitud corta (Sesbc):** Saliente de morfología alomada, dispuesta perpendicularmente a la tendencia estructural general de la región, desarrollados sobre rocas ígneas, metamórficas o sedimentarias y limitado por drenajes paralelos a subparalelos. Con laderas de longitudes variables, con pendientes que se ven reducidas de abruptas a inclinadas por intensos procesos

denudativos. La particularidad de esta unidad radica en que el relativo de relieve menor de 250 m y la longitud del eje principal del espolón es menor 250 m (Figura 110).

Figura 109. Espolón festoneado (Sefes)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Figura 110. Espolón bajo de longitud corta (Sesbc)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Lomo estructural (SI):** Son sistemas o conjuntos de lomos o filos ubicados a diferentes alturas; son formas alargadas en dirección perpendicular al drenaje principal. El tope o parte superior puede tener diferentes formas dependiendo del grado de incisión del drenaje, el tipo de saprolito que ha desarrollado la roca dominante y de los procesos erosivos que lo han modelado. La inclinación y orientación del eje del lomo puede informar de procesos y velocidades de

levantamiento del conjunto cordillerano o de la velocidad de la erosión del río principal o eje geomorfológico (Figura 111).

Figura 111. Lomo estructural (SI)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

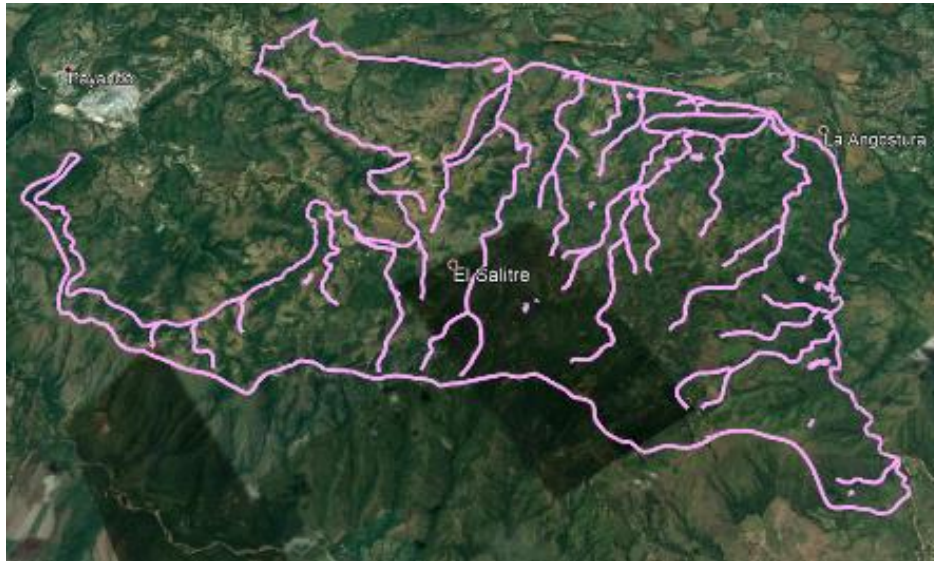
- **Ladera estructural (Sle):** Ladera de cuesta estructural generalmente denudada, con estratos dispuestos en favor de la pendiente del terreno (10° - 30°), de longitud, de forma recta a irregular, con pendientes muy inclinadas. Se constituye de rocas intermedias a duras de la Formación Gualanday Superior e inferior, hacia la parte baja de la cuenca (Oriente) con desarrollo local de depósitos de derrubios, que presentan procesos locales de remoción en masa y desarrollo de drenajes subparalelo espaciado (Figura 112 y Figura 113).

Figura 112. Morfología Característica del Grupo Honda, Ladera Estructural (Sle)
Coordenadas: E= 885255.047304 N= 964955.566835 Altura: 739.00 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

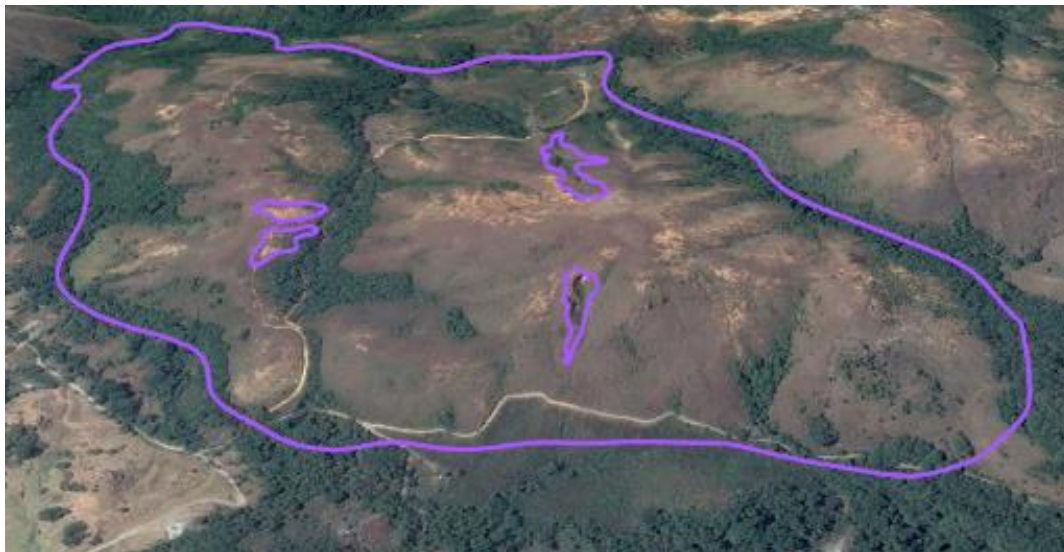
Figura 113. Ladera estructural (Sle)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

- **Lomo de falla (Sif):** Prominencia topográfica de morfología alomada, con laderas cortas a muy cortas, forma convexa y pendiente abrupta a escarpada, localizados a lo largo de una falla de rumbo y formados por el efecto combinado del desplazamiento lateral y la geometría del plano de falla que determina la expulsión de un bloque de terreno. Se caracteriza por su alto fracturamiento y estructuras de tipo flor positiva (Figura 114).

Figura 114. Lomo de falla



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Escarpe de línea de falla (Slfe):** Escarpe cuya ladera es corta a muy corta, de pendiente abrupta, cóncavo o convexo, originado por erosión acentuada a lo largo de la línea de falla del Gobernador al Oriente de Rovira y, que coloca en contacto rocas de la Formación Honda, con el Stock Granítico y el grupo Payande, debido al basculamiento y posterior truncamiento. En la Figura 115, se puede ver que solo ocupa una franja alargada al occidente de la cuenca y en las partes bajas de las pendientes se acumulan depósitos de material disgregado debido al fracturamiento de la zona (Figura 115 y Figura 116).

Figura 115. Escarpe de línea de falla originada por acción de la Falla del Gobernador. Coordenadas: E= 867595.338926 N= 957612.033365 Altura: 970.90 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

Figura 116. Escarpe de línea de falla (Slfe)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Meseta estructural (Sm):** Escarpe cuya ladera es corta a muy corta, de pendiente abrupto, cóncavo o convexo, originado por erosión acentuada a lo largo de una línea de falla definida ésta, por el truncamiento de estructuras subhorizontales de la Formación Honda. Se encuentran ampliamente distribuidas en la parte alta y media de la cuenca, pero no presentan continuidad, como se observa en la Figura 117 y Figura 118.

Figura 117. Meseta estructural (Sm) en Grupo Honda al sur del poblado de Payande
Coordenadas: E= 885505.360888 N= 965654.764049 Altura: 797.11 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

Figura 118. Meseta estructural (Sm)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Escarpe de meseta (Sme):** Plano vertical a subvertical de longitud corta a moderada de pendientes inclinadas a escarpadas y localmente escalonadas. La geoforma se establece por la disposición horizontal definida por la intercalación de unidades duras y blandas. Su origen se relaciona a procesos de erosión diferencial y a la disección de los cauces (Figura 119).

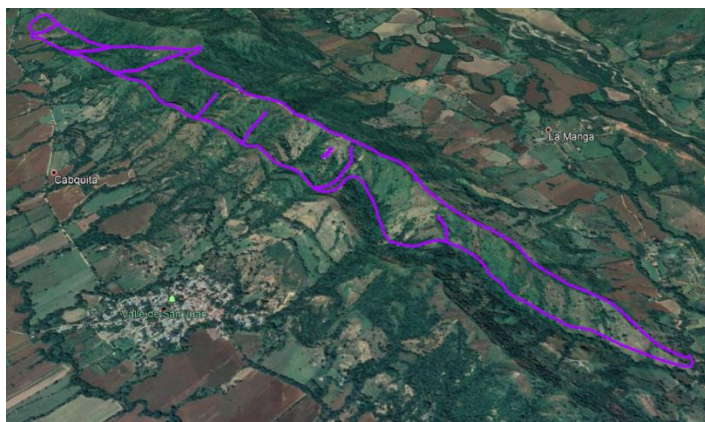
Figura 119. Escarpe de meseta (Sme)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Ladera de contrapendiente sierra anticlinal (Ssalc)** Superficie vertical a subvertical corta a moderadamente larga, de forma convexa a irregular escalonada, con pendiente abrupta a escarpada, generada por estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno, desarrollada en la ladera estructural de una estructura anticlinal debido a la acción de procesos de erosión, meteorización o tectonismo que cortan y moldean la estructura original (Figura 120).

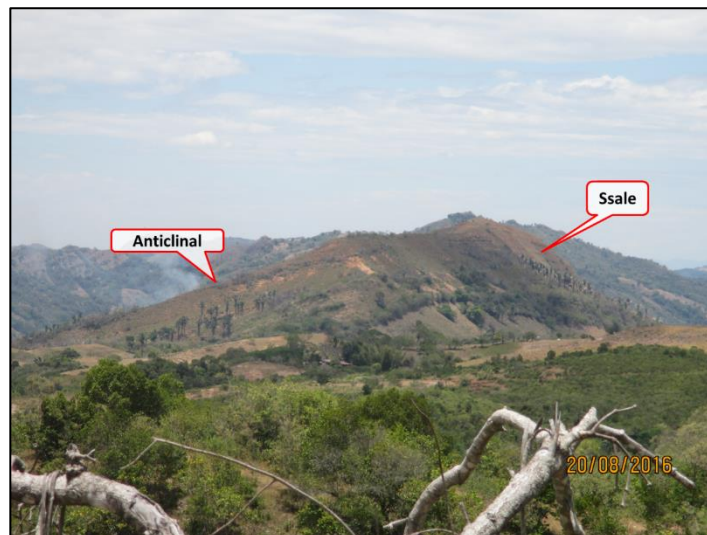
Figura 120. Ladera de contrapendiente sierra anticlinal (Ssalc)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

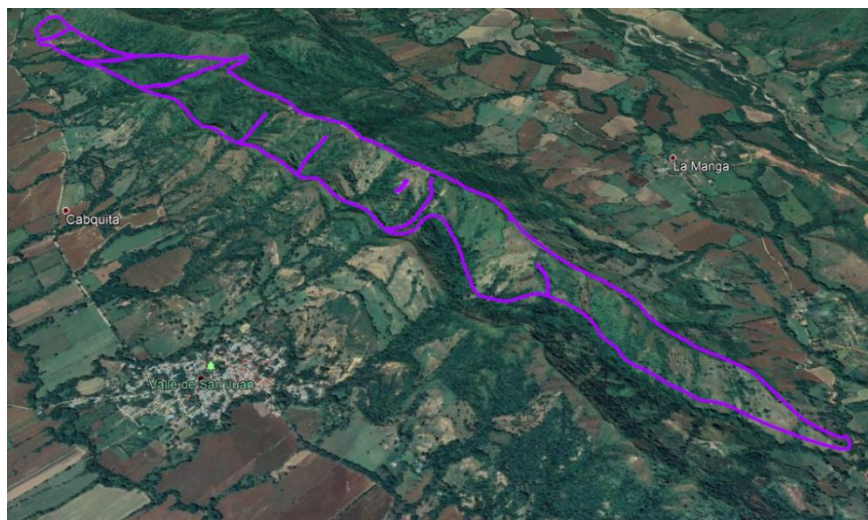
- **Ladera estructural de sierra anticlinal (Ssale)** Ladera de sierra anticlinal generalmente denudada, con estratos inclinados en favor de la pendiente, de longitudes cortas, de formas convexas a rectas y con pendientes inclinadas a muy abruptas Se constituye de rocas de la Formación Gualanday Superior, hacia la parte media baja de la cuenca y, el desarrollo de patrones de drenaje subparalelo. Localmente los estratos se presentan con inclinaciones menores de la pendiente natural del terreno (Figura 121 y Figura 122).

Figura 121. Ladera estructural de sierra anticlinal (Ssale) en la Formación Caballo. Coordenadas: E= 884250.688813 N= 965296.245117 Altura: 352.00 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

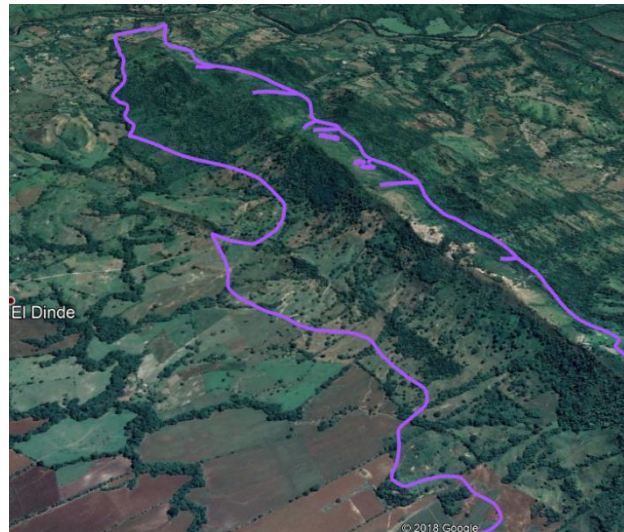
Figura 122. Ladera estructural de sierra anticlinal (Ssale)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Sierra anticlinal (Ssan):** Prominencia topográfica elongada de morfología colinada a alomada de cimas o crestas agudas o redondeadas, limitada por laderas estructurales inclinadas a muy abruptas, rectas o convexas y de longitudes largas. El eje de la estructura es formado por el arqueamiento de los estratos o capas que se inclinan de manera divergente (Figura 123).

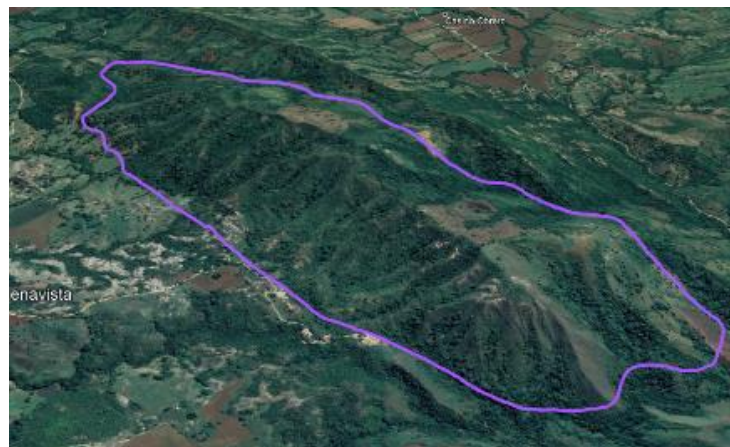
Figura 123. Sierra anticlinal (Ssan)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Sierra homoclinal (Ssh):** Prominencia topográfica simétrica o ligeramente simétrica elongada y de morfología montañosa a colinada de cimas agudas, definida por una secuencia de estratos o capas apilados e inclinados ($> 35^\circ$) en una misma dirección. Generalmente es producto del desarrollo o erosión de un solo flanco de una estructura geológica (Figura 124).

Figura 124. Sierra homoclinal (Ssh)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Ladera en contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc):** Ladera de sierra homoclinal generalmente denudada, definida por la inclinación de los estratos en contra de la pendiente, es de longitud larga, de formas cóncava, escalonada, festoneada a irregular y con pendientes abruptas a escarpadas. Se constituye de una Interestratificación de rocas duras, intermedias y blandas, muy empaquetadas del Cretácico. Es común la presencia de procesos coluviales sobre los depósitos de derrubios o suelos residuales depositados sobre las laderas medias o bajas asociadas. También presentan localmente disección intensa sobre la geoforma y movimientos en masa menores (Figura 125).

Figura 125. Ladera en contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc). Notese los estratos basculados buzando hacia al oriente. Coordenadas: E= 888005.789733 N= 963344.485357 Altura: 756.57 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Ladera estructural sierra homoclinal (Sshle):** Superficie definida por la inclinación de los estratos a favor de la pendiente, de longitud corta a moderada larga, formas rectas a convexas y pendientes escarpadas a muy escarpadas, relacionada a una estructura homoclinal (Figura 126).

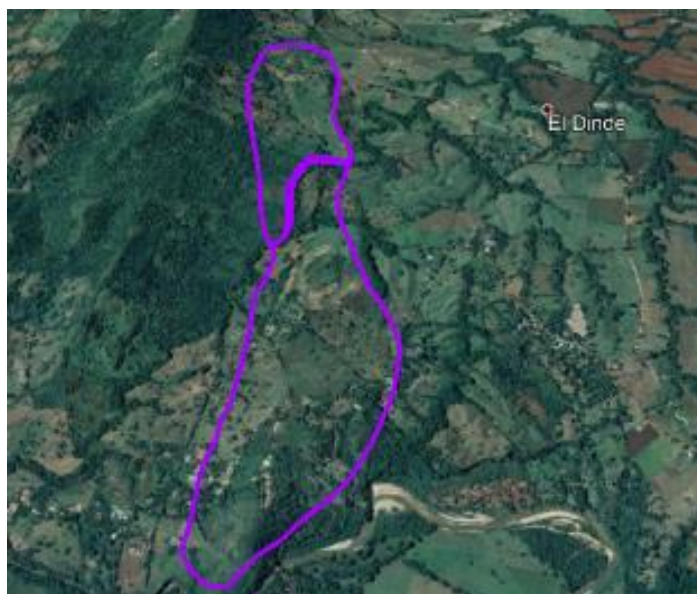
Figura 126. Ladera estructural sierra homoclinal (Sshle)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Sierras y lomos de presión (Sslp):** Prominencia topográfica alomada a elongada, localmente curva, asociada a zonas compresivas. Su origen es relacionado al truncamiento y desplazamiento vertical o lateral por procesos de fallamiento intenso (Figura 127).

Figura 127. Sierras y lomos de presión (Sslp).



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Ladera de contrapendiente sierra sinclinal (Ssslc):** Superficie vertical a subvertical corta a moderadamente larga, de forma convexa a irregular escalonada, con pendiente abrupta a escarpada, generada por estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno, relacionada al flanco de una estructura sinclinal (Figura 128).

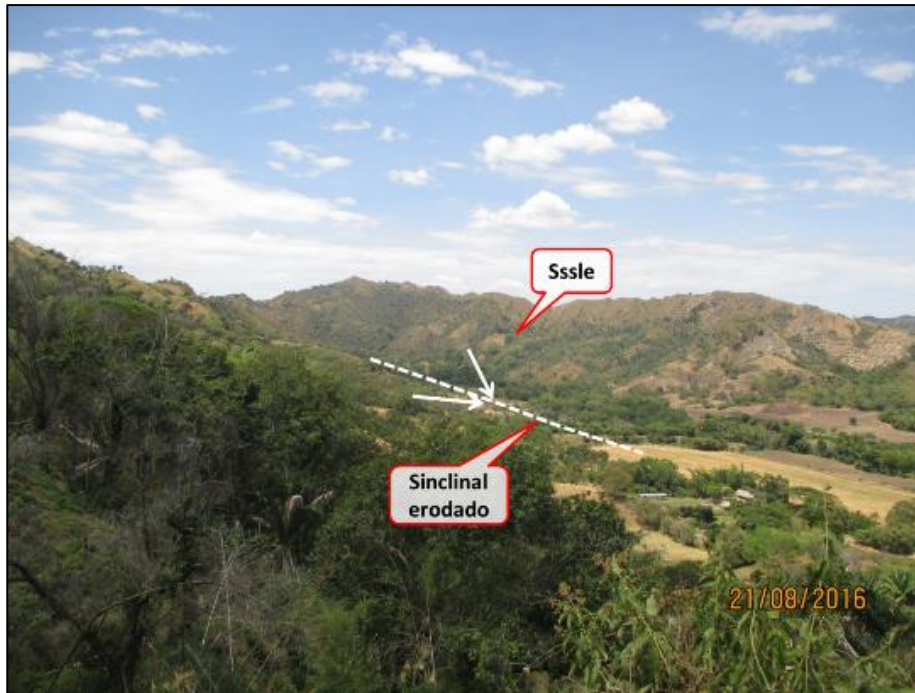
Figura 128. Ladera de contrapendiente sierra sinclinal (Ssslc)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

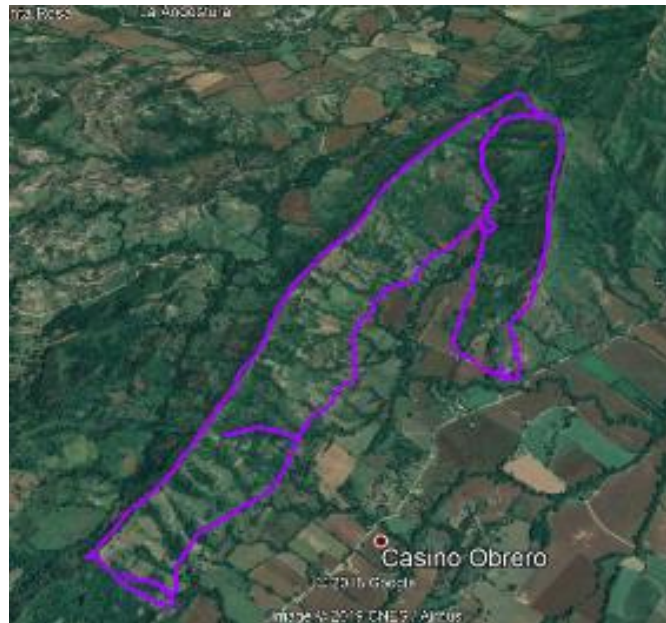
- **Ladera estructural sierra sinclinal (Sssle):** Ladera de sierra sinclinal generalmente denudada, definida por estratos inclinados en favor de la pendiente del terreno, conformando una especie de artesa. Generalmente son de longitud corta a moderadamente larga, con forma cóncava y pendientes inclinadas a abruptas. Son producto de procesos de erosión sobre la alternancia de rocas blandas a intermedias de formaciones cretácicas o del Paleógeno, con predominio de drenajes dendríticos a subparalelo asociados a la formación de cañones profundos. Se encuentran distribuidos hacia la parte media de la cuenca sin continuidad, definida como se observa en la Figura 129 y Figura 130.

Figura 129. Ladera estructural de sierra sinclinal (Sssle), modificando formaciones del Cretácico. Coordenadas: E= 879890.722873 N= 952980.207397 Altura: 732.70 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Figura 130. Ladera estructural sierra sinclinal (Sssle)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

16.4.4. Ambiente volcánico

Geoformas originadas como resultado de la actividad volcánica, la cual incluye erupciones explosivas y/o efusivas, además de aquellas geoformas generadas por acumulación de la remoción de productos volcánicos. La actividad volcánica se debe a la acción de procesos endógenos, los cuales ocurren en el interior de la corteza terrestre y dependen de las fuerzas internas de La Tierra. Abarca un 57,16 % del área total de la cuenca en estudio.

- **Cono lahárico (Vcl)** : Superficie en forma de abanico, de morfología plana, suavemente inclinado (2° - 5°), localmente aterrazado, con escarpes de diferente altura, puede alcanzar dimensiones kilométricas. Su génesis está asociada a la acumulación de productos volcánicos previamente depositados o generados durante la erupción, que han sido mezclados o removidos por cuerpos de aguas superficiales (lagos, ríos, lagunas o provenientes del derretimiento de hielo o nieve durante una erupción), cuando llegan a zonas de valles amplios de la corriente por la cual viene canalizado (Figura 131).

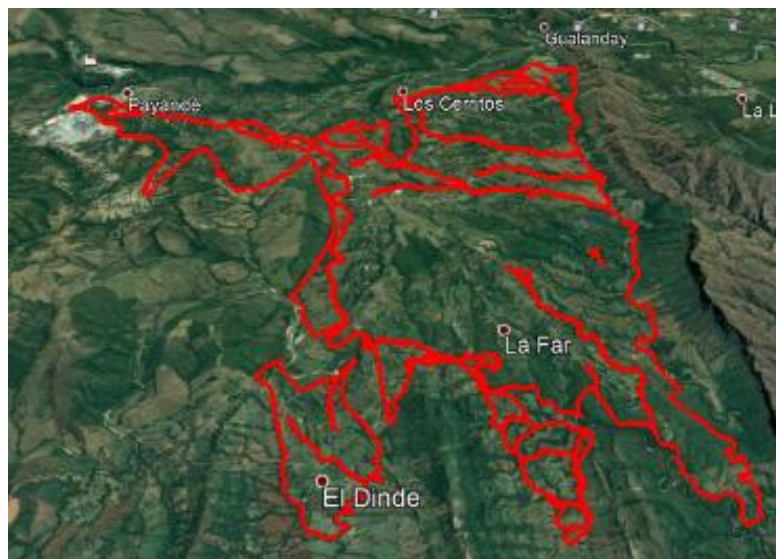
Figura 131. Cono Lahárico (Vcl)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Flujo piroclástico aterrazado (Vfp)** : Lóbulo alomado de aspecto tabular y plano a suavemente inclinado (2° - 3°), con escarpes de diferente altura. Localmente se localiza paralelo a los ríos con los que limita, o conformando un abanico. Su génesis está asociada a la acumulación de productos de flujos piroclásticos que van quedando elevados conforme la corriente hídrica va erosionando y recobrando su cauce (Figura 132).

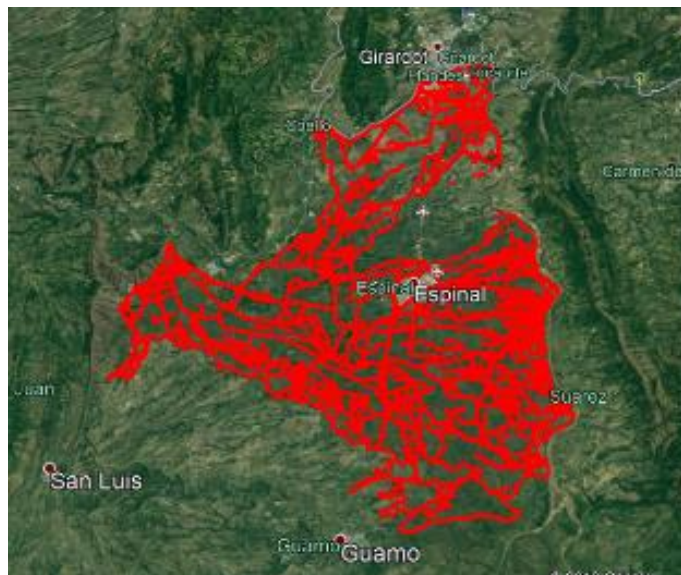
Figura 132. Flujo piroclástico aterrazado (Vfp)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Escarpe de flujo piroclástico aterrazado (Vfpe):** Ladera casi vertical de longitud y altura variadas, de forma cóncava o convexa, presente en los bordes de la superficie de remanentes de un depósito de un flujo piroclástico. Su génesis está asociada a la incisión y socavación de las corrientes hídricas en los depósitos de flujo piroclástico (Figura 133).

Figura 133. Escarpe de flujo piroclástico aterrazado (Vfpe)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Manto de piroclastos (Vmp)** Planos amplios de pendientes inclinadas, localmente aterrizados, de morfología suavemente ondulada debido al suavizado del relieve preexistente por la cobertura de material piroclástico. Su génesis se asocia al depósito de piroclastos de caída o al emplazamiento de corrientes de densidad piroclástica en zonas amplias y no encañonadas (Figura 134).

Figura 134. Manto de piroclastos (Vmp)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

16.4.5. Antropogénico

Incluye las geoformas originadas como resultado de la intervención del hombre sobre el terreno, en la mayoría de los casos con el objetivo de realizar construcción de vivienda, obras de ingeniería, disposición de desechos o escombros y adecuación de nuevas vías, que modifica la morfología natural del terreno. Abarca un 57,16 % del área total de la cuenca en estudio.

- **Canteras (Ac):** Excavación escarpada con altura del orden decimétrico, de formas irregulares o en terracedos hechos en laderas para la extracción de materiales de construcción como piedra, arena y grava. Se incluyen en esta definición las excavaciones realizadas para la extracción de arcillas comúnmente llamadas chircales (Figura 135).

Figura 135. Canteras (Ac)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Canal artificial (Aca)** Canales construidos para dragado, rectificación de cauces para facilitar la navegación, para la canalización de ríos o quebradas en zonas urbanas y localmente para el abastecimiento de agua (Figura 136).

Figura 136. Canal artificial (Aca)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Áreas de explotación minera (Aemc)** Son extensas áreas dedicadas a la extracción de materiales y minerales a cielo abierto, cuyo proceso extractivo se realiza en la superficie del terreno, y con maquinarias mineras de gran tamaño (Figura 137).

Figura 137. Áreas de explotación minera (Aemc)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

- **Presas (Ap)** Barrera artificial en forma de arco hecha en los canales fluviales para represar agua para uso doméstico o criadero de peces. Están hechas de hormigón, tierra o una combinación de ambos.
- **Planos y campos de llenos antrópicos (Ar)** Planos hechos artificialmente con material de relleno para acondicionar terrenos anegadizos para la construcción de viviendas. Técnicamente son de gravas, bloques y arena bien compactados, sin embargo, comúnmente son de escombros y desechos de construcción (Figura 138).

Figura 138. Planos y campos de llenos antrópicos (Ar)



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

16.5. MORFOGRAFÍA

En morfografía se analizan principalmente dos elementos: el grado de pendiente que caracterizan las unidades geomorfológicas y el relieve relativo, el cual se define como la diferencia de altitud de la geoforma, independientemente de su altura absoluta al nivel del mar. El relieve relativo se mide por la diferencia de alturas entre la parte más baja y alta de cada unidad geomorfológica dentro de sus respectivos ambientes morfogenético.

En la parte alta de la cuenca se destaca principalmente un relieve escarpado, con pendientes que van desde 25% hasta 75% mayoritariamente, y en algunas ocasiones pueden llegar a ser mayores de 75% en las zonas más altas. Las laderas erosivas (Del), presentan mayor variabilidad en las pendientes debido a su gran extensión, mientras que los lomos denudados de longitud larga (Dldeme) y los conos flujos de detritos (Dfe), los cuales se encuentran restringidos solo a esta zona de la cuenca, se encuentran sobre pendientes que en promedio alcanzan los 50%.

Hacia la zona de Rovira, la acción tectónica de la falla del Gobernador, la exposición de la Formación Honda y la dinámica fluvial del Río Luisa, suavizaron las pendientes del terreno, provocando una reducción de la pendiente en las llanuras de inundación (Fpi) y en las mesetas estructurales (Sm), las cuales presentan pendientes de 0% hasta los 12%. Las laderas erosivas (Del) pueden ir hasta el 50% de pendiente en algunos sectores aislados.

En la zona de la Formación Luisa y Grupo Payandé (Rocas Jura triásicas). Las pendientes vuelven a aumentar, presentándose inclinaciones mayoritariamente de entre 25 a 50%, dominado por geoformas de ambiente cárstico como las dolinas (Kd) y lomos de carstificación (Klc). Existen sectores aislados donde las pendientes disminuyen y se vuelven casi totalmente plana, y están estrechamente ligadas a mesetas estructurales (Sm) sobre el Grupo Honda, zonas de ladera donde se han depositados sedimentos, suavizando la morfología, o zonas que han sido intervenidas por el hombre.

En ese mismo sector, el río Luisa, por ser un drenaje de tipo inadecuado por antecedencia desarrollo un valle con paredes bastante empinadas, donde las pendientes pueden variar de 25% a 50%.

La zona intermedia de la cuenca, existe un contraste marcado de pendientes, donde se mezclan morfologías suavizadas y planas (del 0 a 12%) donde la dinámica del río ha interactuado con formaciones sedimentarias (Honda y Guaduas) y prevalecen las geoformas de tipo terraza (Fta), mesas estructurales (Sm), lomas residuales (Dlres) y planicies (Dp); junto con relieves alomados y alongados, con pendientes que pueden ir desde 25% hasta mayores de 75% correspondientes principalmente a eventos de plegamientos sobre rocas del cretácico y paleógeno, donde aparecen ligadas todas las geoformas de ambiente estructural, y que siguen el mismo tren estructural de la cordillera.

Hacia el costado más oriental de la zona, en la parte baja de la cuenca, se encuentran las planicies de los sistemas de abanicos con topografía más suave y pendientes de hasta 12% en su mayoría. Presentan procesos de disección importantes principalmente en el Abanico del Guamo (Dga) y de menor importancia en el Abanico del Espinal (Vfla). También se encuentran relacionadas todas las geoformas del ambiente fluvial, hacia el límite oriental y donde confluye el Río Luisa y los otros directos al Magdalena.

16.6. MORFODINÁMICA

Los agentes y fuerzas capaces de transformar el relieve se denominan agentes geomorfológicos y corresponden a aquellos que poseen la capacidad de desprender, transportar y depositar los productos que influyen en la meteorización.

El proceso morfodinámico se refiere a todos los productos activos en el presente o aquellos que se pueden activar en el futuro y que pueden modificar las geoformas existentes. Los procesos pueden ser denudativos (degradacionales) o constructivos (agradacionales) y la interacción entre ellos modifica el relieve.

Entre los procesos denudativos se tienen:

- Procesos erosivos.
- Procesos de remoción en masa.
- Degradación antrópica.

La dinámica actual de la cuenca en la parte alta, media y baja tienen su origen, tanto en causas naturales como en la actividad antrópica, teniendo en cuenta que los fenómenos geodinámicos como la erosión y la remoción en masa están afectados por variables como la composición litológica, pendientes, precipitación, cobertura vegetal y uso del suelo.

16.7. PROCESOS EROSIVOS

Erosión difusa y en cárcavas: Los procesos erosivos en toda el área de la cuenca, son fenómenos en general de suave a moderada intensidad. Pertenecen principalmente al tipo difuso y en menor proporción a la clase cárcava. Se encuentran principalmente distribuidos en las zonas intervenidas de manera antrópica o con pendientes elevadas sobre el área en estudio.

La erosión difusa consiste en desplazamientos cortos de pequeñas partículas o en la formación de surquillos temporales, los cuales tienden a ser recubiertos por el mismo material el cual se va erosionando. Tal y como se observa en el mapa de procesos morfodinámicos para la cuenca (Figura 143), la erosión difusa aparece sobre todo en la zona alta y media de la cuenca.

Este fenómeno se presenta muy esparcido y generalizado para la zona alta de la cuenca, afectando los suelos residuales y las principales geoformas del Batolito de Ibagué. En este sector el factor detonante de estos procesos se encuentra asociado a las altas pendientes (Ver Figura 139).

Figura 139. Erosión difusa y en surcos sobre el suelo residual del Batolito de Ibagué al occidente del poblado de Rovira. Coordenadas: E= 860384.770455 N= 963161.454581 Altura: 1939.56 msnm



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Hacia la parte media alta y media, afecta suelos residuales del Grupo Honda y el Grupo Payandé, además de afectar algunos depósitos recientes como el abanico del Guamo hacia la parte norte de la cuenca. En estos sectores, estos tipos de procesos está supeditado a la degradación antrópica, generalmente debido a minería o construcción, así como a la inclinación de las pendientes y los tipos de materiales que en ocasiones aparecen con muy poca vegetación, como el caso de las calizas de Payandé.

La erosión en cárcavas se encuentra afectando la zona media de la cuenca, y afecta materiales disgregados del Grupo Honda y de los depósitos recientes del Abanico del Guamo en zonas de pendientes suaves a inclinada.

Corresponde al grado más avanzado de los procesos erosivos. En éste punto los surcos se juntan formando zanjas de gran tamaño que impiden el uso agrícola. Las cárcavas, son definidas como zanjas más o menos profundas originadas por socavamientos repetidos sobre el terreno, debido al flujo incontrolado del agua que escurre ladera abajo (agua de escorrentía).

En ocasiones, la composición de los suelos, así como las fracturas en el macizo rocoso ayudan a la percolación rápida tanto de las aguas residuales como las pluviales hacia el subsuelo, mitigando los procesos erosivos existentes, pero reducen las propiedades físicas y mecánicas de la roca basamento.

16.8. SOCAVACIÓN LATERAL

Se han desarrollado varios patrones de drenaje en donde se destaca en el Batolito de Ibagué la presencia de cauces con drenaje subdendrítico a subparalelo producto del levantamiento de la cordillera, pero predomina el subdendrítico con una densidad bastante alta y unos procesos de dinámica relacionados principalmente con la socavación en los fondos en donde se han depositado materiales de tipo aluvial y donde la socavación tiene una mayor injerencia.

El drenaje principal es el del río Luisa en el costado Oriental de Rovira se destaca la presencia de algunos depósitos aluviales en sus márgenes en donde hay presencia de una dinámica de erosión en forma de socavación. Aunque en el sector del valle propiamente dicho en algunos puntos el río está desarrollado principalmente sobre afloramientos del Grupo Payandé. Hacia el costado central de la cuenca del río se desarrollan depósitos aluviales y también algunos plegamientos en donde la dinámica mayor se presenta con patrones de drenaje ligeramente trenzados y donde hay predominio de socavación. En el costado más oriental de la zona el abanico de Guamo - Espinal se desarrollan cauces de tipo subparalelo entallados sobre el abanico del Guamo, y el abanico de Espinal presenta menor dinámica por ser el más reciente (ver Figura 140).

Figura 140. Socavación del Río Luisa sobre el Abanico del Guamo, en la parte baja de la cuenca en estudio. Coordenadas: E= 888736.236827 N= 949900.322543 Altura: 532.09 msnm.



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

16.9. PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA

Caída de rocas y deslizamientos en cuña: Consiste en un descenso masivo de materiales a lo largo de una pendiente. En la cuenca en estudio, no se presentan procesos de remoción en masa importantes, cartografiables a escala 1: 25.000.

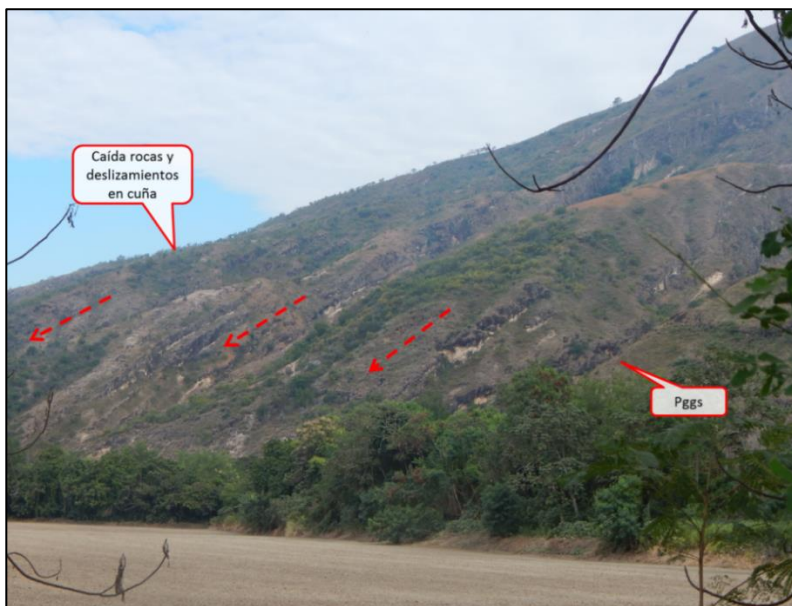
Sin embargo, si se observaron procesos activos puntuales, en su mayoría en la parte alta de la cuenca, sobre suelos residuales productos de la degradación de rocas ígneas intrusivas o sobre los depósitos generados por el grupo Honda. Cabe destacar, que los factores detonantes en estos procesos puntuales están relacionados con cortes, sobrecargas o cualquier otro tipo de intervención antropogénica para construcción de infraestructura civil o vial generalmente.

Como se observa en el mapa general de procesos morfodinámicos (Figura 143), en la parte media y media alta de la cuenca se delimitaron procesos en su mayoría del tipo caída de rocas, y de mucha menor frecuencia deslizamientos en cuñas o ambos asociados.

Las caídas de rocas y deslizamientos en cuña están asociadas a todas la geoformas estructurales, muy empaquetadas y sobreexpuestas en el área en estudio y se encuentran relacionadas a los procesos geodinámicos normales que constantemente estar remodelando el sitio en estudio (ver Figura 141).

Las rocas del cretácico, del Paleógeno y la zona de Falla del Gobernador, fueron los principales sitios donde se observaron caídas de rocas. Sobre el grupo Payandé se observaron algunos deslizamientos en cuña debido a lo diaclasado que se encuentran las calizas en particular.

Figura 141. Caída de rocas y deslizamiento en cuñas típico en los materiales competentes (areniscas y conglomerados) de la Formación Gualanday Superior



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Debido a que los sectores afectados tienden a ser aislados y retirados de infraestructuras (como por ejemplo el Cerro del Sapo), los caídos de roca o cuña, se observaron depositados a media ladera y desde puntos de observación remotos para una mejor apreciación del depósito resultante.

16.10. DEGRADACIÓN ANTRÓPICA

Procesos y modificaciones antrópicas: Los procesos y modificaciones antrópicas se encuentran distribuidos, en su mayoría, sobre el Abanico del Espinal, los cascos urbanos y los alrededores del poblado de Payandé.

Casi todo el Abanico del Espinal se utiliza para actividades agropecuarias sin discriminación alguna. Estas prácticas provocan la degradación exponencial de los suelos y las coberturas vegetales primarias, por lo que acelera los procesos erosivos en estas zonas planas. Las zonas que presentan pendientes suaves a inclinadas se ven sometidas a erosión en cárcavas, mientras que la erosión difusa afecta las zonas más planas (Figura 142).

Figura 142. Obsérvese en una imagen tomada de Google Earth (2016), los marcados procesos antrópicos sobre los abanicos en la parte baja de la cuenca



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Desde el poblado de Rovira hasta Payandé, las actividades mineras han afectado los márgenes del río Luisa y algunos otros directos al Magdalena. La extracción de material sobre los taludes naturales para construcción, o para la extracción de oro, particularmente en la parte alta y media de la cuenca, incrementa la altura y pendiente, lo que vigoriza el proceso erosivo y por lo tanto los surcos se profundizan y se vuelven retrogresión. En la Figura 142 se muestra la actividad antrópica.

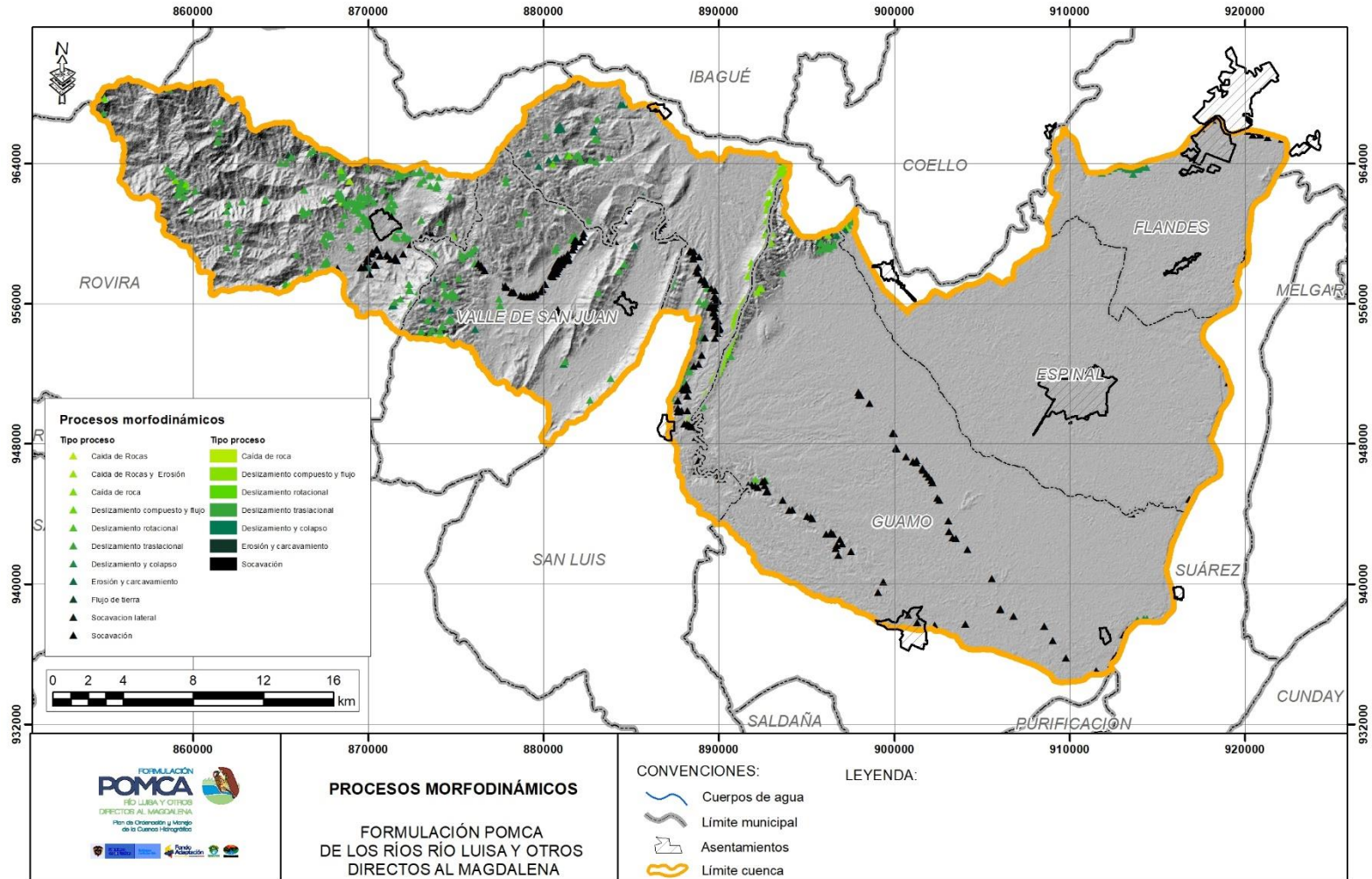
El poblado de Payandé y sus alrededores, se han visto involucrados, desde hace años atrás, a la explotación de caliza y materiales de construcción para la elaboración de cemento y sus derivados, por parte de la compañía Cemex. En campo se pudieron apreciar muchos sitios afectados por procesos erosivos intensos por falta de vegetación o constante extracción de minerales; de igual manera que sectores donde la elaboración de “open pit” para la extracción de materiales ha ido afectando los taludes naturales, inestabilizando la zona y generando posibles escenarios para que, procesos de remoción en masa tipo caída de rocas o deslizamientos rotaciones, pudieran afectar infraestructura cercana.

En algunos sectores, en las periferias de los cascos urbanos, actualmente existen un significativo número de casas que sirven sus aguas residuales o servidas (aunadas a las pluviales), hacia el exterior sin ningún tipo de control, lo que ha provocado el incremento en la distribución de los procesos erosivos, sobre todo en el material tipo suelo que se encuentran sobre los senderos peatonales y áreas circundantes de las viviendas.

Teniendo en cuenta los procesos anteriormente mencionados, se realizó un primer mapa de procesos morfodinámicos definiendo áreas susceptibles según el material geológico aflorante, condiciones de pendientes, morfología, cobertura vegetal, procesos de menor escala, entre otros; con la finalidad de generar zonas vulnerables a este tipo de eventos y evitar posteriormente inestabilidades generalizadas o procesos de mayores dimensiones o magnitudes.

En la Figura 143 se observa de manera gráfica, la extensión áreal de las áreas susceptibles a los procesos identificados en la cuenca en estudio, así como su respectiva leyenda.

Figura 143. Procesos morfodinámicos escala 1: 25.000



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Posteriormente, y con base en las hipótesis recabadas en las observaciones de campo, el análisis de fotografías aéreas, ortofotos e imágenes satelitales que cubren la zona de estudio, incluyendo el programa Google Earth y otros similares, se realizó un inventario de procesos morfodinámicos dentro de la zona de estudio.

Todos los análisis anteriores se realizaron también con base en el reconocimiento y delimitación de procesos menores (a escala no cartografiable).

También se realizó una verificación a los eventos históricos de remoción o erosión que presenta las páginas virtuales del: SIMMA (Sistema de Información de Movimientos en Masa. Servicio Geológico Colombiano, SGC), del DESINVENTAR y la base de datos de CORTOLIMA, referenciándolos sobre el área en estudio con un programa de Sistemas de Información Geográfica (SIG), además de actores municipales de la cuenca.

Se fotointerpretaron 889 procesos morfodinámicos tipo movimiento en masa y socavación, adicionados a esta base de datos.

Con la finalidad de comprobar y precisar la susceptibilidad de la zona alta y media de la cuenca a eventos por movimientos en masa, se realizó un reconocimiento de procesos morfodinámicos en campo en los sectores más críticos, teniendo en cuenta las afectaciones a infraestructura civil y vial principalmente, así como su efecto sobre cultivos y las fuentes hídricas (ríos y quebradas) más importantes.

Para el reconocimiento en campo, se visitaron los Municipios de Rovira, Valle de San Juan, San Luis y el Guamo, de donde se obtuvieron 18 puntos de control sobre procesos críticos, los cuales se encuentran enumerados en la Tabla 22 desde el PR_L_124 al PR_L_141, de donde se obtuvieron 4 eventos cartografiables a la escala de trabajo. En el anexo de esta componente, en la carpeta “SOPORTES”, carpeta “MORFODINAMICA”, archivo “FORMATO EVENTOS ACTIVOS_LUISA.xls”, se encuentran expuestas las características más importantes de estos procesos (tipo, clase, material, área, foto, entre otros), teniendo en cuenta el formato observado en la Figura 144, según lo exigido por el protocolo de los POMCA para esta actividad.

El inventario de procesos morfodinámicos, se resume en la Tabla 22, donde se indica la nomenclatura dado al proceso, se plasma un punto de coordenada del mismo, el tipo de proceso, el área aproximada que involucra, y una anotación si es cartografiable a la escala de salida gráfica de los planos presentados en este estudio.

Esta tabla también se incorpora dentro de la carpeta “ANEXOS”, carpeta “SOPORTES”, carpeta “MORFODINAMICA”, archivo “FORMATO EVENTOS ACTIVOS.xls”.

Figura 144. Formato de campo diligenciado en el recorrido técnico por la zona alta y media de la cuenca en estudio

Código		Código de		Código de		Código de		Código de		Código de		Código de		Código de		
Proyecto	Parcela	Parcela	Parcela	Parcela	Parcela	Parcela	Parcela	Parcela	Parcela	Parcela	Parcela	Parcela	Parcela	Parcela	Parcela	
013	399	965279	962481	Veredo La Cabaña quedos parte alta	Aluvial y Suelo con dual Bolohito	remoción y erosión	translocación y erosión laminar	10m	40m	30m	SW-NE	caída de la vía, escorrentía, pendiente	Vía Fuente hidrográfica	Saldo terreno	activo	4786-4788
014	400	967967	967793	zona al lado de Rio de La Bolantrera	Riscón de Bolohito de Iboque	remoción	caída de roca	20m	40m	20m	SE-NW	caída, mínima disposición estratigráfica	Vía Fuente hidrográfica	Saldo terreno	activo	4789-4792
015	401	967980	961772	Vereda la Uva Ranas Vallon	Riscón de Fin Honda	remoción y erosión	caída de roca socavación lateral	30m	200-300m	50m	SW-NE	socavación del río	Fuente hidrográfica	Saldo terreno	activo	4793-4795



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.


En la Figura 145, se observa la forma en cómo están repartidos los procesos de menor escala sobre la cuenca, en azul deslizamientos, en rojo flujos, en verde socavación y en amarillo reptación.




En la Figura 146, se aprecia la ubicación aproximada de los sitios afectados dentro de la cuenca en estudio, reportados en las páginas del SIMMA y del DESINVENTAR.

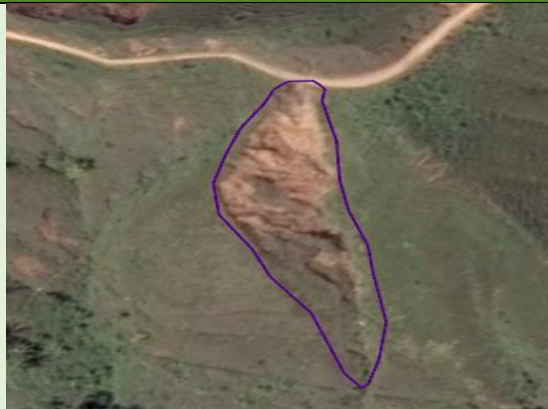

En la Figura 147, se observan los sitios críticos activos, visitados y levantados en campo. Cabe destacar que a pesar de que se recorrieron todas las vías hacia la zona alta y media, se comprobó que estos fueron los únicos procesos morfodinámicos importantes encontrados en sectores accesibles, debido a que estos sectores rurales no presentan más vías de accesos y razón por la cual, el análisis fotogeológico es de vital importancia para el correcto desarrollo de esta actividad en la cuenca en estudio, así como para la confiabilidad que brindaran los análisis para susceptibilidad a movimientos en masa de la cuenca.

Tabla 22. Inventario de procesos en la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena



Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_001	867550.1	963424.3	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.789447	7894.47022	
PR_L_002	866717.4	963874.8	Remoción en masa	Flujo	Detritos	No cartografiable	0.970158	9701.57866	N/A
PR_L_003	866857.9	964400.8	Remoción en masa	Flujo	Detritos	No cartografiable	0.532879	5328.79038	N/A
PR_L_004	867937.9	964374.9	Remoción en masa	Flujo	Detritos	No cartografiable	0.482533	4825.33417	N/A
PR_L_005	867392.1	964394.9	Remoción en masa	Flujo	Detritos	No cartografiable	0.08859	885.897154	N/A
PR_L_006	867438.9	957891.2	Remoción en masa	Reptación	Suelos	No cartografiable	0.429726	4297.25775	



Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_007	868131.8	959844.8	Remoción en masa	Reptación	Suelos	No cartografiable	1.378815	13788.1485	N/A
PR_L_008	868700.1	959486.4	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.420235	4202.34922	N/A
PR_L_009	869285.4	960262.6	Erosión	Surcos y cárcavas	Roca	No cartografiable	0.484793	4847.92788	N/A
PR_L_010	868803.4	961020.8	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.088411	884.114842	N/A
PR_L_011	869993	963763.3	Remoción en masa	Deslizamiento	Roca	No cartografiable	0.434654	4346.53947	
PR_L_012	870595.3	963587.9	Erosión	Reptación	Suelos	No cartografiable	0.635056	6350.56242	N/A
PR_L_013	871220.2	963101.7	Erosión	Cárcavas	Roca	No cartografiable	0.950793	9507.92632	
PR_L_014	871652.9	963271.3	Remoción en masa	Flujo	Detritos	No cartografiable	0.289346	2893.46229	N/A

Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_015	874093.9	963166.4	Remoción en masa	Flujo	Detritos	No cartografiable	0.344053	3440.53376	N/A
PR_L_016	873705.7	963182.7	Remoción en masa	Reptación	Suelos	No cartografiable	1.257445	12574.448	
PR_L_017	873324.6	963043.4	Remoción en masa	Reptación	Suelos	No cartografiable	0.866745	8667.44922	N/A
PR_L_018	872571.9	963524.6	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.266927	2669.26868	N/A
PR_L_019	870518.1	955597.7	Erosión	Surcos y cárcavas	Roca	Cartografiable	2.751473	27514.7313	
PR_L_020	869542.8	961615.2	Erosión	Cárcavas	Roca	No cartografiable	0.33483	3348.29841	

Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso	Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen	
	Este	Norte							
PR_L_021	869543	961774.1	Erosión	Cárcavas	Roca	No cartografiable	0.392407	3924.06957	
PR_L_022	869365.7	961580.6	Erosión	Cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.102983	1029.83175	N/A
PR_L_023	869392.4	961707.3	Erosión	Cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.027243	272.428937	N/A
PR_L_024	869123.4	961770.9	Erosión	Cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.161426	1614.25796	N/A
PR_L_025	868278.3	962358.8	Erosión	Cárcavas	Roca	No cartografiable	0.144214	1442.13663	
PR_L_026	874173.9	962376	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.848883	8488.82523	N/A

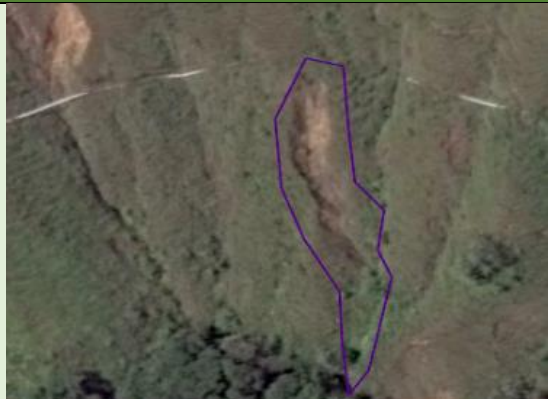

Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_027	877701.3	964096.3	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	1.879283	18792.8267	
PR_L_028	892109	945924.2	Remoción en masa	Flujo	Detritos	No cartografiable	1.344875	13448.7493	N/A
PR_L_029	896482	943014.4	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.713496	7134.95737	N/A
PR_L_030	889071.5	954054	Erosión	Surcos y cárcavas	Roca	No cartografiable	0.101863	1018.63311	N/A
PR_L_031	889661.4	955477.1	Remoción en masa	Flujo	Detritos	No cartografiable	0.051163	511.630371	N/A
PR_L_032	885834.9	962413.3	Remoción en masa	Reptación	Suelos	Cartografiable	6.84959	68495.9031	

Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_033	885681.3	962213.4	Remoción en masa	Reptación	Suelos	Cartografiable	3.013649	30136.4884	
PR_L_034	885223.3	962473.3	Remoción en masa	Reptación	Suelos	Cartografiable	10.90767	109076.665	N/A
PR_L_035	885418.4	962277.4	Remoción en masa	Reptación	Suelos	Cartografiable	2.570005	25700.0497	N/A
PR_L_036	876106.7	958304.6	Remoción en masa	Caída de rocas	Roca	No cartografiable	0.787148	7871.4824	
PR_L_037	875407.1	958785.1	Remoción en masa	Deslizamiento	Roca	No cartografiable	0.505395	5053.95129	N/A
PR_L_038	873377.2	959786.6	Remoción en masa	Deslizamiento	Roca	No cartografiable	0.527162	5271.61545	N/A
PR_L_039	873437.1	959731.4	Erosión	Cárcavas	Roca	No cartografiable	0.225776	2257.75848	N/A



Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_040	869859	958076.6	Remoción en masa	Caída de rocas	Roca	No cartografiable	1.527506	15275.0607	
PR_L_041	869580.6	958029	Erosión	Socavación lateral	Roca	No cartografiable	0.202612	2026.11508	N/A
PR_L_042	888401.3	949329.6	Erosión	Socavación lateral	Roca	No cartografiable	0.559899	5598.98733	
PR_L_043	889249.9	947835.4	Erosión	Socavación lateral	Suelos	No cartografiable	1.050101	10501.0091	N/A
PR_L_044	882149.2	966740.8	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	Cartografiable	2.6815	26814.9973	N/A
PR_L_045	882040.2	966954.7	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	Cartografiable	3.78472	37847.1983	N/A
PR_L_046	871403.6	961238.3	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	Cartografiable	5.728953	57289.5346	N/A
PR_L_047	870824.1	962473.1	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.184902	1849.01605	N/A
PR_L_048	870009.6	961766.4	Remoción en masa	Flujo	Detritos	No cartografiable	0.502513	5025.13374	N/A

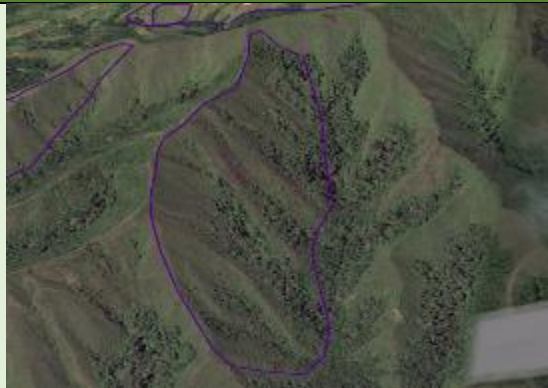

Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_049	868911.1	963047.4	Remoción en masa	Flujo	Detritos	No cartografiable	0.168448	1684.47864	N/A
PR_L_050	870058.4	960622.2	Erosión	cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.354299	3542.98508	
PR_L_051	869919.8	960673.4	Erosión	cárcavas	Roca	No cartografiable	0.468885	4688.85347	N/A
PR_L_052	874737.9	955140.1	Remoción en masa	Flujo	Detritos	No cartografiable	0.586312	5863.11507	
PR_L_053	874346.5	957067.6	Erosión	Cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.410326	4103.25626	N/A
PR_L_054	858799.3	968159.2	Remoción en masa	Flujo	Detritos	Cartografiable	3.79484	37948.4005	N/A
PR_L_055	865038.9	956875.8	Remoción en masa	Flujo	Detritos	No cartografiable	0.475327	4753.2717	N/A
PR_L_056	864530.4	957978	Remoción en masa	Flujo	Detritos	No cartografiable	0.225926	2259.25565	N/A



Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_057	859850	961314.4	Erosión	Cárcavas	Suelos	No cartografiable	1.032975	10329.7462	N/A
PR_L_058	861620.1	963985.8	Remoción en masa	Flujo	Detritos	Cartografiable	3.24105	32410.499	N/A
PR_L_059	861227.1	966317.8	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	2.454854	24548.5435	N/A
PR_L_060	858493.4	960567.8	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	Cartografiable	3.617547	36175.4726	N/A
PR_L_061	861171.1	958411.3	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.032343	323.430432	N/A
PR_L_062	860797.1	958487.8	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.011515	115.145836	N/A
PR_L_063	860885.1	958444.2	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.012359	123.587619	N/A
PR_L_064	860736.4	958130.1	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.029243	292.430419	N/A
PR_L_065	860624.4	958252.4	Erosión	Surcos y cárcavas	Roca	No cartografiable	0.061005	610.052759	N/A
PR_L_066	860669.4	958500.9	Erosión	Surcos y cárcavas	Roca	No cartografiable	0.031665	316.647571	N/A
PR_L_067	861331.2	957832.2	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.11033	1103.2994	N/A
PR_L_068	865101.5	959257.7	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.400981	4009.8088	N/A
PR_L_069	861704.4	966699.3	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	1.442056	14420.5624	N/A
PR_L_070	860118.3	961143.1	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.666336	6663.3594	N/A

Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_071	869906.7	961788.6	Erosión	Cárcavas	Roca	No cartografiable	0.17918	1791.80072	
PR_L_072	870097.8	961952.5	Remoción en masa	Deslizamiento	Roca	No cartografiable	0.031259	312.589522	N/A
PR_L_073	870159.9	962395.6	Erosión	Cárcavas	Roca	No cartografiable	0.062157	621.574641	N/A
PR_L_074	883265.4	968276.9	Remoción en masa	Reptación	Suelos	No cartografiable	1.294901	12949.0079	
PR_L_075	879121.1	954546	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.243546	2435.46362	N/A
PR_L_076	884350	964735.5	Remoción en masa	Deslizamiento	Suelos	No cartografiable	0.120282	1202.82087	N/A
PR_L_077	893635.4	964070.4	Erosión	Surcos y cárcavas	Roca	No cartografiable	0.56502	5650.20325	N/A

Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_078	884834.7	961522.3	Remoción en masa	Deslizamiento	Roca	No cartografiable	0.611009	6110.09149	
PR_L_079	884629.6	961224.2	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.735672	7356.7181	N/A
PR_L_080	882554.1	960750.4	Erosión	Surcos y cárcavas	Roca	No cartografiable	0.759046	7590.45515	
PR_L_081	859837.2	962488.6	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	1.741794	17417.9415	N/A
PR_L_082	868477.2	961820.7	Remoción en masa	Reptación	Suelos	Cartografiable	63.80116	638011.584	




Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_083	869963.6	962682.8	Remoción en masa	Reptación	Suelos	Cartografiable	246.7236	2467235.62	
PR_L_084	870748.8	963002.9	Remoción en masa	Deslizamiento	Roca	No cartografiable	0.110114	1101.1364	N/A
PR_L_085	871845.8	963427.8	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.079036	790.364452	N/A
PR_L_086	871899.6	963256.3	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.080808	808.082464	N/A
PR_L_087	872359.8	963486.4	Erosión	Surcos y cárcavas	Roca	No cartografiable	0.165987	1659.87193	N/A
PR_L_088	872019.6	963272.1	Remoción en masa	Compuesto	Suelos	Cartografiable	68.85865	688586.483	




Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_089	867523.5	961973.3	Remoción en masa	Reptación	Suelos	Cartografiable	14.59939	145993.907	
PR_L_090	867472.6	959507.4	Remoción en masa	Reptación	Suelos	Cartografiable	143.5648	1435647.62	
PR_L_091	874345.6	955264.5	Erosión	Surcos y cárcavas	Roca	No cartografiable	0.170113	1701.13137	N/A
PR_L_092	874404.4	955637.2	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.191036	1910.36498	N/A




Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_093	874574.4	956317.3	Remoción en masa	Reptación	Suelos	Cartografiable	6.227753	62277.5287	
PR_L_094	874996.1	956445.4	Remoción en masa	Reptación	Suelos	Cartografiable	4.487352	44873.5172	
PR_L_095	872962.1	958782.6	Remoción en masa	Reptación	Suelos	Cartografiable	34.01128	340112.846	
PR_L_096	873492.6	959738.2	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.44276	4427.60477	N/A




Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_097	873271.6	959725.1	Remoción en masa	Reptación	Suelos	Cartografiable	4.009618	40096.1787	
PR_L_098	873863.9	959162.9	Remoción en masa	Reptación	Suelos	Cartografiable	12.12514	121251.452	
PR_L_099	874410.6	959060.6	Remoción en masa	Reptación	Suelos	No cartografiable	1.898804	18988.0429	N/A




Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_100	874374.4	961905.9	Remoción en masa	Reptación	Suelos	Cartografiable	10.09655	100965.54	
PR_L_101	874271.3	961743	Remoción en masa	Deslizamiento	Roca	No cartografiable	0.026269	262.690364	N/A
PR_L_102	874823.9	962228.1	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.062059	620.592433	N/A
PR_L_103	873996.8	962015.1	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.592249	5922.48986	N/A
PR_L_104	879562.1	963733.3	Remoción en masa	Reptación	Suelos	No cartografiable	0.000039	0.385487	N/A
PR_L_105	879442.4	963294.9	Remoción en masa	Reptación	Suelos	Cartografiable	16.58118	165811.788	
PR_L_106	861668.1	958180.8	Remoción en masa	Deslizamiento	Suelos	No cartografiable	0.009342	93.417169	N/A
PR_L_107	861712.8	958306.8	Remoción en masa	Deslizamiento	Suelos	No cartografiable	0.027375	273.746155	N/A




Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_108	866641.7	957934.3	Remoción en masa	Reptación	Suelos	No cartografiable	2.046926	20469.2555	
PR_L_109	869320.1	958654.3	Remoción en masa	Reptación	Suelos	Cartografiable	3.306537	33065.3686	N/A
PR_L_110	869442.4	961716.7	Remoción en masa	Deslizamiento	Roca	No cartografiable	0.024854	248.53812	N/A
PR_L_111	869357.9	961719.6	Remoción en masa	Deslizamiento	Roca	No cartografiable	0.017427	174.268097	N/A
PR_L_112	869347.3	961741.1	Remoción en masa	Deslizamiento	Roca	No cartografiable	0.017113	171.133395	N/A
PR_L_113	869236.6	961695.9	Remoción en masa	Deslizamiento	Roca	No cartografiable	0.373553	3735.53203	
PR_L_114	870092.9	961794.8	Remoción en masa	Reptación	Suelos	Cartografiable	19.21048	192104.749	




Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_115	869449.4	961669.9	Remoción en masa	Reptación	Suelos	No cartografiable	0.77495	7749.50335	N/A
PR_L_116	869289.8	961757.1	Remoción en masa	Compuesto	Suelos	No cartografiable	1.042034	10420.3382	N/A
PR_L_117	882443	959466	Erosión	Surcos y cárcavas	Roca	Cartografiable	5.4725	54725	
PR_L_118	888200	958600	Remoción en masa	Reptación	Suelos	Cartografiable	29.1888	291888	
PR_L_119	887670	950560	Remoción en masa	Reptación	Suelos	No cartografiable	0.1379	1379	




Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_120	877392	955461	Erosión	Surcos y cárcavas	Suelos	No cartografiable	0.6995	6995	
PR_L_121	892140	961020	Remoción en masa	Reptación	Suelos	Cartografiable	10.7883	107883	
PR_L_122	888050	951640	Remoción en masa	Reptación	Roca	No cartografiable	0.7822	7822	




Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_123	870940	961600	Erosión	Surcos y cárcavas	Roca	No cartografiable	2.3962	23962	
PR_L_124	888753	955723	Remoción en masa y erosión	Mixto, Traslacional y caída de rocas. Erosión laminar y en surcos	Suelo y roca de la Fm. Gualanday Inferior	No Cartografiable	0.75	7500	
PR_L_125	888753	955723	Remoción en masa	Caída de rocas	Roca de la Fm. Gualanday inferior	No cartografiable	0.6	6000	

Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso	Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen	
	Este	Norte							
PR_L_126	890790	945643	Erosión	Socavación lateral. Divagación del río	Deposito aluvial reciente	Cartografiable	4	40000	
PR_L_127	890611	945668	Remoción en masa y erosión	Deslizamiento traslacional. Socavación lateral	Deposito aluvial reciente	Cartografiable	5	50000	
PR_L_128	875032	958302	Remoción en masa	Deslizamiento rotacional	Rocas de la Fm. Payande	Cartografiable	1	10000	

Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_129	874330	958860	Remoción en masa y erosión	Caída de rocas. Erosión en surcos.	Rocas de la Fm. Luisa	No cartografiable	0.5	5000	
PR_L_130	872281	959807	Remoción en masa	Deslizamiento traslación al	Suelo y roca del intrusivo granítico	No cartografiable	0.21	2100	
PR_L_131	864509	964387	Remoción en masa	Flujo de tierra	Roca y suelo del Batolito de Ibagué	No cartografiable	0.6	6000	

Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_132	864743	964201	Erosión	Erosión en surcos y laminar	Roca y suelo del Batolito de Ibagué	No cartografiable	0.12	1200	
PR_L_133	858798	962463	Erosión	Erosión en surcos y laminar	Roca y suelo del Batolito de Ibagué	No cartografiable	0.06	600	
PR_L_134	859042	962430	Remoción en masa y erosión	Flujo de tierra. Erosión laminar	Roca y suelo del Batolito de Ibagué	No cartografiable	0.05	500	

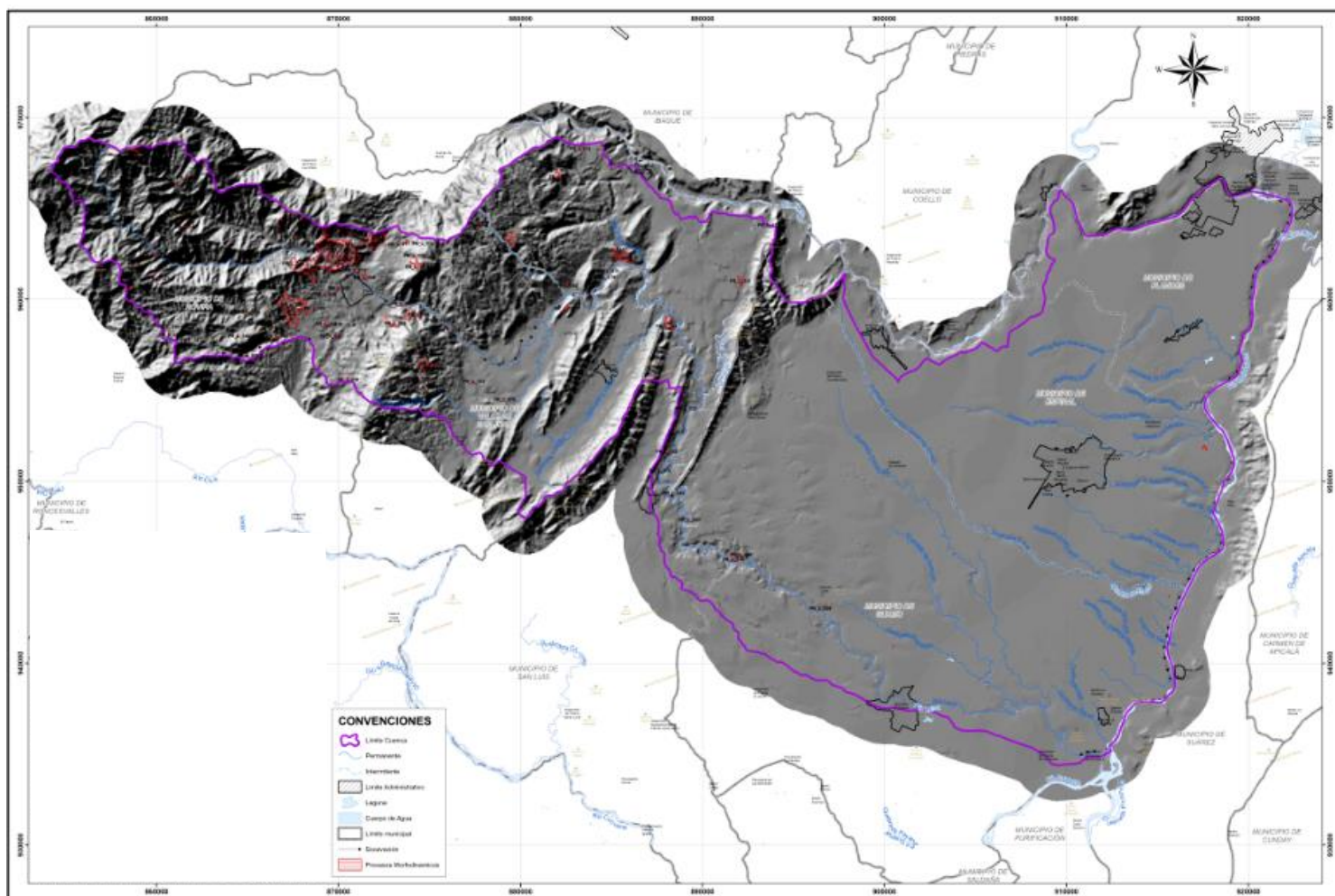
Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso	Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte						
PR_L_135	863048	961915	Remoción en masa y erosión	Deslizamiento traslación al. Erosión laminar	Roca y suelo del Batolito de Ibagué	No cartografiable	0.05 500	
PR_L_136	865279	962481	Remoción en masa y erosión	Deslizamiento traslación al. Erosión laminar	Deposito aluvial reciente y suelo del Batolito de Ibagué	No cartografiable	0.12 1200	
PR_L_137	867967	961793	Remoción en masa	Caída de rocas	Roca del Batolito de Ibagué	No cartografiable	0.08 800	

Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso	Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen	
	Este	Norte							
PR_L_138	867960	961772	Remoción en masa y erosión	Caída de rocas. Socavación lateral	Roca de la Fm. Honda	Cartografiable	1	10000	
PR_L_139	867960	961772	Remoción en masa y erosión	Deslizamiento traslacional. Erosión laminar	Suelo de la Fm. Honda	No cartografiable	0.6	6000	
PR_L_140	867960	961772	Remoción en masa y erosión	Deslizamiento rotacional. Erosión laminar	Suelo residual del Batolito de Ibagué	No cartografiable	0.08	800	

Nomenclatura	Coordenadas		Tipo de proceso		Material involucrado	Observación cartográfica	ÁREA (hc)	Área (m2)	Imagen
	Este	Norte							
PR_L_141	868430	961602	Erosión	Erosión en surcos y laminar	Suelo residual del Batolito de Ibagué	No cartografiable	0.3	3000	

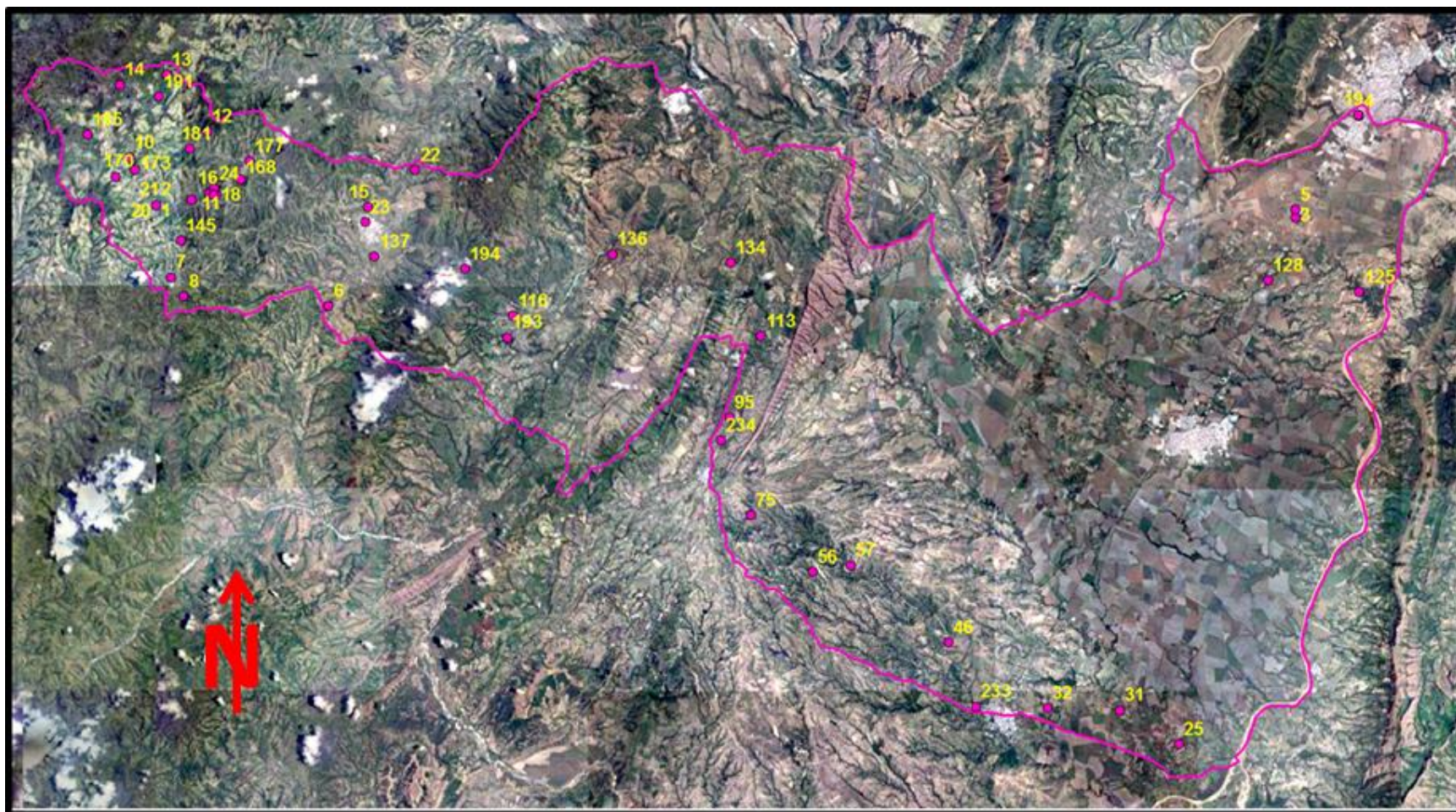
Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Figura 145. Distribución de los procesos de remoción menores en la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena. Obsérvese que casi todos los procesos se acumulan en la zona media alta de la cuenca, afectando en su mayoría rocas del Batolito de Ibagué (Jgdi)



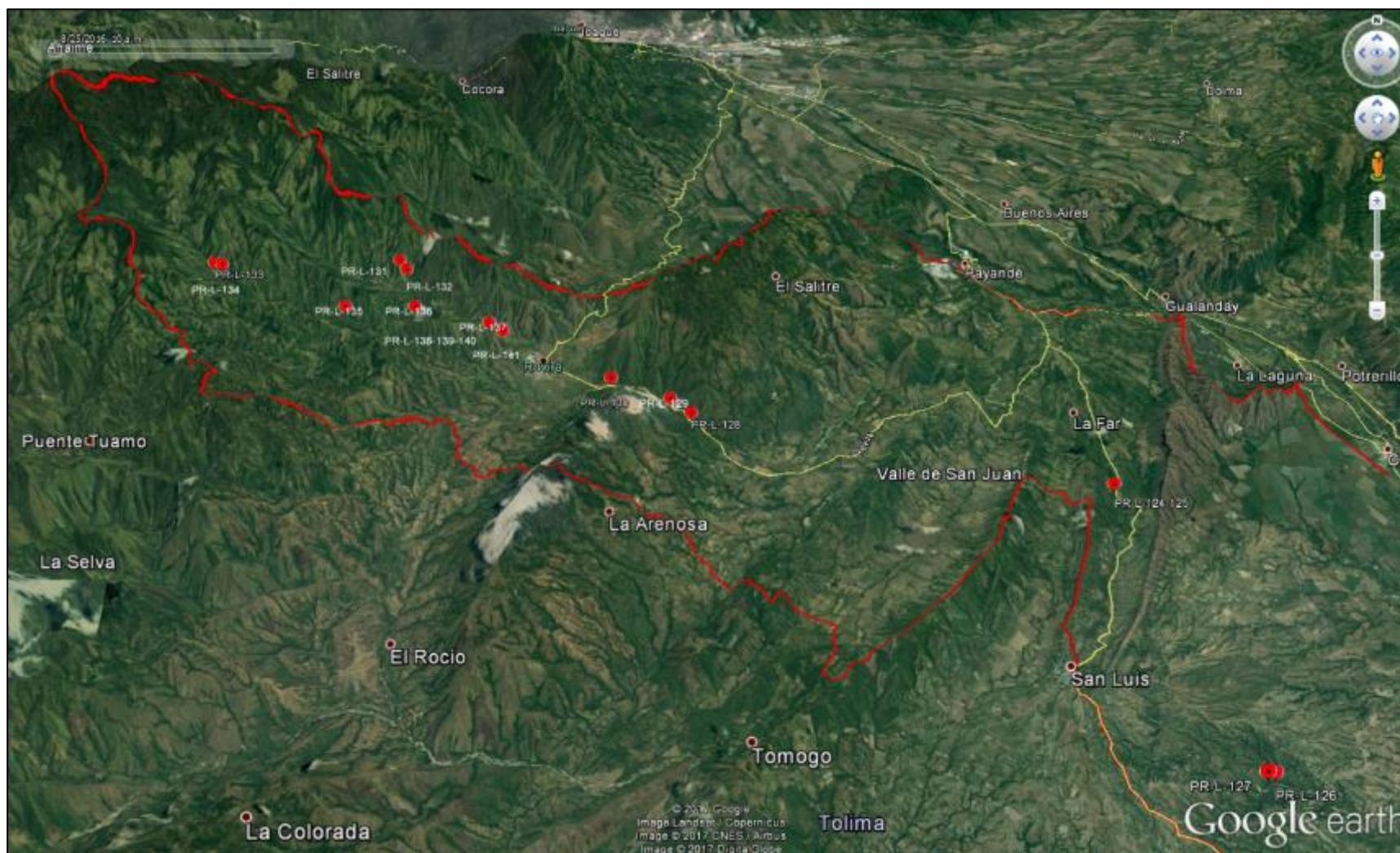
Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Figura 146. Ubicación de procesos menores en la cuenca del Río Luisa y otros Directos al Magdalena según bases de datos de los Actores Municipales, SIMMA (SGC), DESINVENTAR y CORTOLIMA



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Figura 147. Ubicación de procesos morfodinámicos levantados en la salida técnica sobre la zona alta y media de la cuenca del Río Luisa y otros Directos al Magdalena



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Aunque, ni la base de datos del SIMMA, DESINVENTAR y/o actores municipales, CORTOLIMA, ni los procesos resaltados mediante utilización de sensores remotos o los levantados en campos son en su mayoría cartografiables; permitieron complementar y precisar el mapa de zonas susceptibles a movimientos en masa, con la finalidad de mejorar los posteriores análisis de riesgo que se vayan a realizar en la zona en estudio y precisar la síntesis ambiental.

16.11. MORFOESTRUCTURA

Se destaca la presencia de fallas que ponen en contacto las rocas del batolito con bloque del grupo Payandé, también se destaca la presencia de un basculamiento originado por el desplazamiento a lo largo del lineamiento de la Falla del Gobernador.

En cuanto a la estructura del bloque de Payandé es una estructura monoclinal en donde si bien no se detectan en las fotografías buzamientos conspicuos si se pueden identificar la secuencia de las unidades debido a los patrones de drenaje de la zona.

Hacia el costado central del área se encuentra plegamientos con algunos fallamientos en las rocas del Cretácico recubiertos por una franja amplia del río Luisa.

Al costado más oriental del área se encuentran los depósitos de glaciares en donde la estructura está relacionada con eventos muy suaves en donde no hay lineamientos ni fenómenos tectónicos que afecten los sistemas de abanicos.

16.12. MORFOMETRÍA

Observando globalmente la cuenca se tienen las siguientes apreciaciones:

En este sector se destacan tres unidades principales: el batolito de Ibagué en un relieve relativamente fuerte y con una disección bastante importante, pero en algunos casos suavizado por los eventos de cenizas volcánicas que cubren las colinas.

La zona de Rovira se destaca la presencia de terrazas estructurales desarrolladas sobre la Formación Honda. La zona del río Luisa al Sur de Rovira se destaca la presencia de monoclinales desarrollados sobre el Grupo Payandé y Luisa.

Hacia el costado central del área se encuentran colinas conformadas por crestas continuas en dirección norte sur que están desarrolladas sobre las rocas del Cretácico en donde contrastan unidades duras con unidades blandas de lutitas intercaladas con areniscas.

Hacia el costado más oriental del sector la morfometría principalmente de relieve bajo con algunos procesos de disección en el sector de la planicie del Guamo sobre el abanico del mismo nombre y de menor disección en el abanico del Espinal.

17. ANÁLISIS DEL DRENAJE

17.1. Integración

El drenaje en general está bien integrado excepto en los materiales calcáreos de la Formación Payandé.

17.2. Adaptación

Globalmente la parte occidental y central del drenaje es inadaptada por antecedencia y en la zona de los abanicos inadaptados por sobreimposición.

17.3. Génesis

En el Batolito de Ibagué los cauces son resecentes, los del escarpe de la Falla del Gobernador son obsecuentes y en el Bloque basculado del Grupo Payande predominan drenajes consecuentes. En las zonas de rocas plegadas hay combinación de consecuentes y obsecuentes. En los abanicos predomina el drenaje resecente.

17.4. Patrón

En el Batolito el patrón es dendrítico, en la zona de rocas sedimentarias de tipo angular con algunos segmentos de ríos trenzados. En los abanicos el patrón es subparalelo.

18. GEOMORFOLOGÍA CON FINES EDAFOLÓGICOS (ESC. 1: 25.000)

18.1. Interpretación geomorfológica con fines edafológicos. Escala 1:25.000

Otra condición básica para ajustar los suelos de la cuenca, consistió en hacer una interpretación e identificación de las unidades geomorfológicas que allí se encuentran, ya que, en todo inventario de suelos, la geomorfología se utiliza como la principal herramienta en la delimitación de las unidades de suelos o geomorfopedológicas y en la definición y conformación de las unidades cartográficas.

En el proceso de ordenación de una cuenca, es fundamental conocer cuál es la capacidad de los suelos para generar bienes y servicios ambientales y sociales, por ello, determinar la capacidad de los suelos de la cuenca y clasificarlos según su potencial agropecuario y ambiental, es uno de los objetivos del ordenamiento.

Para obtener la clasificación de los suelos por su capacidad de uso, en la cuenca, se tomó como base el sistema de clasificación propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, modificado y descrito en el Manual de Métodos y Especificaciones para Estudios de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2010).

La base de la clasificación de los suelos toma como punto de partida las condiciones geomorfológicas de la cuenca, para finalmente generar el mapa geomorfopedológico de la zona de estudio, que, asociado a las condiciones de pendiente, clima, tipos de drenaje, erosión, y fertilidad, determinan la clase agrológica por capacidad de uso de los suelos de la cuenca.

El análisis del patrón de distribución de los suelos que conforman la edafodiversidad en el área de la cuenca requiere el conocimiento de los suelos y de los componentes físico-biológicos y ambientales que permitan identificar oportunamente los efectos del desarrollo de proyectos productivos ejecutados.

La degradación del suelo ha sido definida de muchas maneras, la mayoría están relacionadas con la función (agro) productiva del suelo (López, 2002). La FAO (1993), y es considerada como la suma de los factores climáticos, geológicos, biológicos y humanos que conducen a la degradación física, química y del potencial biológico de un suelo, y que ponen en peligro la biodiversidad, su uso y por tanto la supervivencia de las comunidades humanas. En ese mismo sentido, la identificación de los conflictos de uso del suelo por subutilización y/o sobreutilización de los mismos es un aporte valioso del análisis agrológico para dar recomendaciones adecuadas del uso y manejo de este recurso.

La geopedología tiene un objetivo más práctico y podría definirse como la disciplina del inventario de suelos, incluyendo la caracterización, clasificación, distribución y cartografía de suelos, con énfasis en la contribución de la geomorfología a la pedología. La geomorfología interviene especialmente para entender la formación y distribución de los suelos mediante modelos relacionales (por ejemplo, cronosecuencias y toposecuencias) y para apoyar el mapeo. El concepto central de la geopedología es el suelo en el paisaje geomorfológico. La aplicación de la geomorfología al inventario de suelos requiere una taxonomía de las geoformas de tipo jerárquico para ser utilizada a diversos niveles categóricos de acuerdo al grado de detalle del inventario y de la cartografía de suelos (Tabla 23). Se utiliza la palabra *geoforma* como término genérico a todos los niveles taxonómicos, mientras que *forma de terreno* se utiliza para designar el nivel inferior del sistema de

clasificación. El concepto de geoforma incluye a la vez el modelado/relieve y las formaciones superficiales. La palabra *forma de tierra* como traducción literal de *landform* presta a confusión, porque se utiliza con significados diferentes en geomorfología, ecología de paisajes, y evaluación de tierras, entre otros (Zinck, 2012).

Tabla 23. Sistema taxonómico de las geoformas

NIVEL	CATEGORÍA	CONCEPTO GENÉRICO	DEFINICIÓN
6	Orden	Geoestructura	Extensa porción continental caracterizada por su macroestructura geológica (cordillera, geosinclinal, escudo)
5	Suborden	Ambiente morfogenético	Amplio tipo de medio biofísico originado y controlado por un estilo de geodinámica interna y/o externa (estructural, deposicional, erosional, etc.)
4	Grupo	Paisaje geomorfológico	Gran porción de terreno caracterizada por sus rasgos fisiográficos; corresponde a una repetición de tipos de relieve similares o a una asociación de tipos de relieve disímiles (valle, altiplanicie, montaña, etc.)
3	Subgrupo	Relieve/modelado	Tipo de relieve originado por una determinada combinación de topografía y estructura geológica (cuesta, horst, etc.). Tipo de modelado determinado por específicas condiciones morfoclimáticas o procesos morfogenéticos (glacis, terraza, delta, etc.)
2	Familia	Litología/facies	Naturaleza petrográfica de las rocas duras (gneis, caliza, etc.) u origen/naturaleza de las formaciones no-consolidadas de cobertura (periglaciario, lacustre, aluvial, etc.)
1	Subfamilia	Forma de terreno	Tipo básico de geoforma caracterizado por una combinación única de geometría, historia y dinámica

Fuente: Tomado de Zinck (2012)

18.2. METODOLOGÍA

La metodología para la caracterización geomorfopedológica se desarrolló en 4 fases principales descritas a continuación:

Fase 1: Recopilación de información. Comprende la revisión, análisis de toda la información secundaria disponible de los levantamientos de suelos.

Fase 2: Generación de la cartografía temática geomorfológica. La metodología se basó en la generación de información primaria mediante la interpretación de las fotografías aéreas, la genética de los suelos y las formas del relieve. Los diversos rasgos y características de un suelo reflejan su evolución histórica, que para ser entendida debe relacionarse con la posición que ocupa el suelo en el paisaje y con los suelos próximos

Fase 3: Trabajo de campo. Se realiza una correlación entre las unidades geomorfológicas y la forma del relieve mediante observación directa de la zona de estudio.

Fase 4: Elaboración de la cartografía. Con base en la cartografía temática geomorfológica, la información secundaria y la información recolectada en campo se genera la cartografía de suelos, que básicamente es extrapolar toda la información edafológica sistematizada a cada unidad geomorfológica. Se obtiene como resultado un mapa geomorfológico a escala 1:25.000.

18.3. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS SEGÚN ZINCK

Las unidades geomorfológicas derivadas de la metodología de Zinck del área de la cuenca, ejercen una marcada influencia sobre las condiciones edáficas debido al hecho, ya comprobado, de que los factores determinantes de la morfogénesis son similares a los que influyen en la pedogénesis: climáticos, geológicos, bióticos y topográficos, que interactúan a través del tiempo para dar origen a los paisajes y formas del relieve, al igual que para determinar la diferenciación de los horizontes del perfil de los suelos o la degradación de los mismos en el caso de que el balance pedogénesis-morfogénesis sea negativo.

El estudio de geomorfología se basa en el sistema concebido por Zinck (1981), con lo cual se ha logrado jerarquizar el medio físico geográfico de la cuenca en los niveles: geoestructura, ambiente morfogenético, paisaje y tipo de relieve que a continuación se citan:

Geoestructura: cordilleras Central.

Ambiente morfogenético: Denudacional, estructural y mixto: Denudacional-estructural.

Paisaje: Montaña, lomerío, piedemonte y valle.

Tipo de relieve: depende del paisaje y ambiente a que pertenezca: cono volcánico, campo morrénico, campo de lava, filas-vigas, espinazo, barra, cañón, talud, loma, colina, vallecito, abanico, terraza y vega.

En el presente inventario de suelos se aplicó el esquema geomorfológico de Alfred Zinck (2012), que se caracteriza por presentar una estructura jerarquizada de las posiciones geomorfológicas, de acuerdo con los diferentes niveles de percepción. Estas unidades geomorfológicas son unidades naturales dotadas de características originales en cuanto a aspectos morfográficos (topografía y configuración), morfogenéticos (procesos) y morfocronológicos (cambios a través del tiempo).

En el área de la cuenca hidrográfica del río Luisa y otros afluentes menores, las posiciones geomorfológicas se clasifican a nivel de paisaje, tipo de relieve, litología y forma de terreno. Es importante anotar, que la identificación del contenido geomorfológico de la cuenca, se realizó con etapa de campo y se consolidó el mapa de las unidades geomorfológicas a escala 1:25.000.

De acuerdo a información secundaria y a información recolectada en campo, en la Tabla 24 se definen las unidades geomorfológicas según Zinck (2012).

Tabla 24. Unidades geomorfológicas con fines edafológicos

PAISAJE	AMBIENTE MORFOGETENICO	TIPO DE RELIEVE	FORMA DE TERRENO	LITOLOGÍA Y/O SEDIMENTOS
MONTAÑA	Estructural denudacional	Filas y vigas	Ladera	Cenizas volcánicas sobre andesitas y cuarzodioritas.
				Cenizas volcánicas sobre esquistos.
				Rocas ígneas, granodioritas















PAISAJE	AMBIENTE MORFOGETENICO	TIPO DE RELIEVE	FORMA DE TERRENO	LITOLOGÍA Y/O SEDIMENTOS		
		Lomas		Rocas ígneas, granodioritas y tonalitas		
				Lutitas, arcillolitas rojas con areniscas		
				Alteritas heterométricos de rocas sedimentarias bioquímicas (calizas) e inclusiones de limolitas, chert, lutitas, arcillolitas y areniscas		
	Estructural denudacional	Espinazo	Revés		Areniscas intercaladas con lodolitas	
					Sedimentos arcillosos y heterométricos	
			Frente		Lodolitas grises calcáreas con intercalaciones de calizas	
					Areniscas intercaladas con lodolitas	
			Lomas	Ladera		Arcillolitas y areniscas con inclusiones de lodolitas y conglomerados.
						Rocas sedimentarias calizas con limolitas, chert, lutitas, arcillolitas y areniscas
		Mesa	Plano de mesa		Areniscas con intercalaciones de lodolitas y conglomerados (formación Honda)	
			Talud			
		Espinazo	Frente		Areniscas cuarzosas con intercalaciones de arcillolitas y conglomerados	
						Revés
					Lodolitas calcáreas con areniscas cuarzosas con cemento calcáreo	
		Crestones	Escarpes		Bancos potentes de calizas oscuras y grises intercaladas con limolitas negras	
		Lomas	Ladera		Roca tobasa y arenisca y cascajo	
					Depositos coluvio aluviales sobre tobas	
		Cuesta	Reverso		Areniscas y conglomerados	
	Deposicional	Glacis	Plano inclinado	Depositos heterométricos de origen coluvio aluvial		
		Abanico aluvial reciente	Cuerpo	Depositos coluvio aluviales sobre tobas		
















PAISAJE	AMBIENTE MORFOGETENICO	TIPO DE RELIEVE	FORMA DE TERRENO	LITOLOGÍA Y/O SEDIMENTOS
		Abanico - terraza		Aluviones recientes compuestos por cantos de diferente composición y arenas Areniscas con intercalaciones de lodolitas y conglomerados
		Valle Estrechos	Terrazas	Depositos coluvio aluviales medios y finos
			Vegas	Depositos aluviales finos mixtos
		PIEDEMONTE	Denudacional	Lomas
Colinas	Conglomerados clastos, polimictico con intercalaciones de arcilla			
Lomas residual	Arcillolitas y areniscas			
	Cuerpo			Lahares con flujos piro clásticos tobas
Abanico reciente	Ápice			Flujos de lodo conformados por fragmentos heterométricos de pumitas y piroclastos de matriz limo arenosa
	Cuerpo			Depósitos subrecientes de origen volcánico /aluvio torrencial
	Base			Depósitos subrecientes de origen volcánico moderadamente finos y finos
Valle Estrechos	Terrazas			Depositos coluvio aluviales medios y finos
	Vegas			Depositos aluviales finos mixtos
VALLE				Terrazas
		Valles	Plano de Inundación	Sedimentos aluviales moderadamente finos y gruesos.













Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

De acuerdo a información secundaria y a información recolectada en campo, en la Tabla 25, se definen las unidades geomorfológicas según Zinck. En la Figura 148, se observa la distribución espacial de las unidades geomorfológicas de Zinck.

Tabla 25. Unidades geomorfológicas con fines edafológicos por paisaje- Zinck

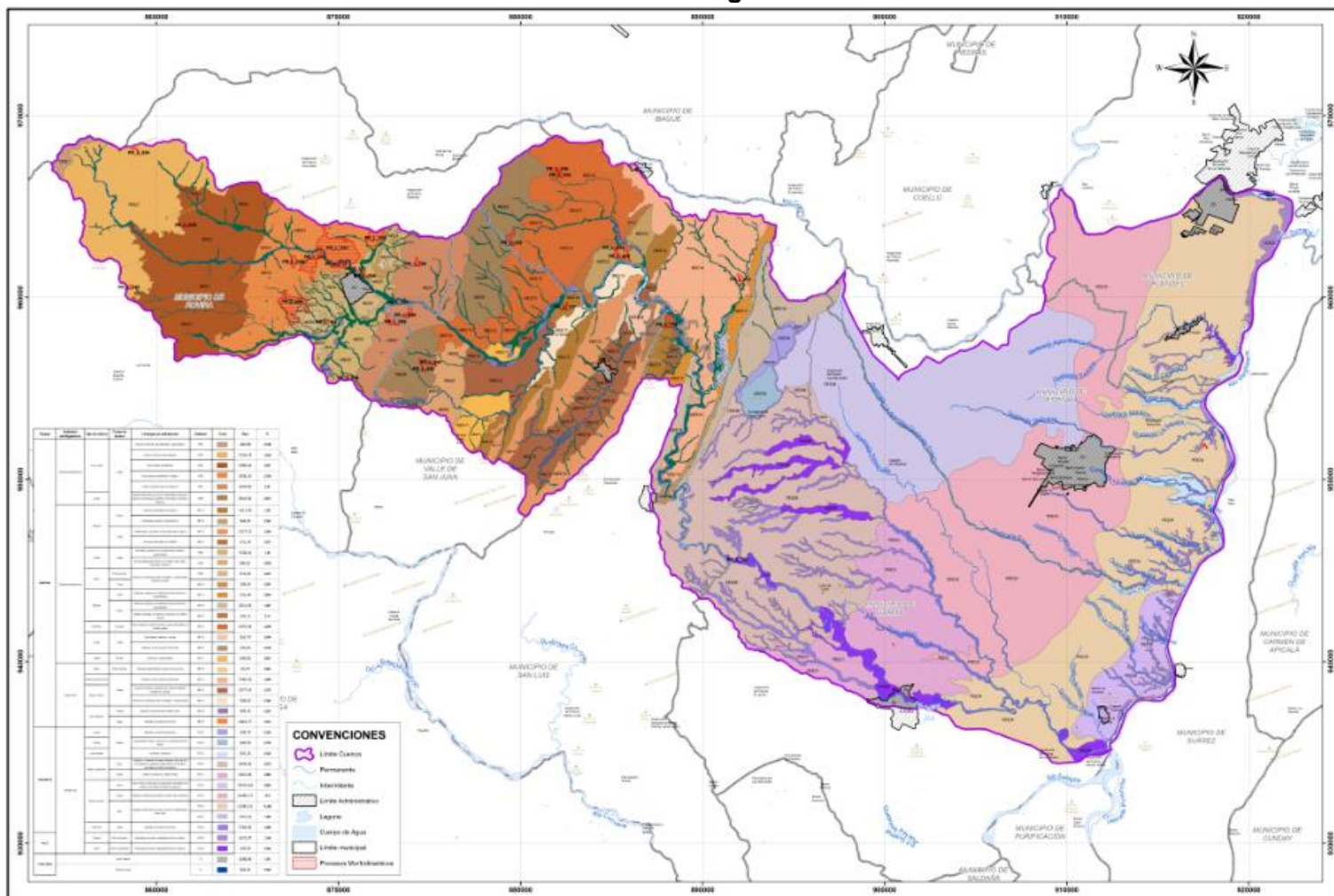
PAISAJE	AMBIENTE MORFOGETENICO	TIPO DE RELIEVE	FORMA DE TERRENO	LITOLOGÍA Y/O SEDIMENTOS	SÍMBOLO	COLOR	ÁREA (HA)	(%)			
MONTAÑA	Estructural denudacional	Filas y vigas	Ladera	Cenizas volcánicas sobre andesitas y cuarzodioritas.	MEE1		160,98	0,15			
				Cenizas volcánicas sobre esquistos.	MEE2		3.726,53	3,44			
				Rocas ígneas, granodioritas	MEE3		4.389,56	4,06			
				Rocas ígneas, granodioritas y tonalitas	MEE4		2.930,25	2,71			
				Lutitas, arcillolitas rojas con areniscas	MEE7		2.434,50	2,25			
		Lomas		Alteritas heterométricos de rocas sedimentarias bioquímicas (calizas) e inclusiones de limolitas, chert, lutitas, arcillolitas y areniscas	MEE9		3.043,56	2,81			
	Estructural denudacional	Espinazo	Revés		Areniscas intercaladas con lodolitas	MEE14		1.511,42	1,40		
					Sedimentos arcillosos y heterométricos	MEE22		564,65	0,52		
			Frente		Lodolitas grises calcáreas con intercalaciones de calizas	MEE15		2.227,12	2,06		
					Areniscas intercaladas con lodolitas	MEE21		271,78	0,25		
		Lomas	Ladera		Arcillolitas y areniscas con inclusiones de lodolitas y conglomerados.	MEE5		1.536,61	1,42		
					Rocas sedimentarias calizas con limolitas, chert, lutitas, arcillolitas y areniscas	MEE8		690,61	0,64		
					Mesa	Plano de mesa	Areniscas con intercalaciones de lodolitas y conglomerados (formacion Honda)	MEE6		513,46	0,47
						Talud		MEE6A		104,69	0,10

PAISAJE	AMBIENTE MORFOGETENICO	TIPO DE RELIEVE	FORMA DE TERRENO	LITOLOGÍA Y/O SEDIMENTOS	SÍMBOLO	COLOR	ÁREA (HA)	(%)		
		Espinazo	Frente	Areniscas cuarzosas con intercalaciones de arcillolitas y conglomerados	MEE17		751,68	0,69		
			Revés	Areniscas cuarzosas con intercalaciones de arcillolitas y conglomerados	MEE18		2.041,94	1,89		
				Lodolitas calcáreas con areniscas cuarzosas con cemento calcáreo	MEE23		141,11	0,13		
		Crestones	Escarpes	Bancos potentes de calizas oscuras y grises intercaladas con limolitas negras	MEE10		4.597,04	4,25		
		Lomas	Ladera	Roca tobasa y arenisca y cascajo	MEE24		263,70	0,24		
				Depositos coluvio aluviales sobre tobas	MEE36		169,97	0,16		
		Cuesta	Reverso	Areniscas y conglomerados	MEE11		649,90	0,60		
		Deposicional		Glacis	Plano inclinado	Depositos heterometricos de origen coluvio aluvial	MEE16		24,75	0,02
				Abanico aluvial reciente	Cuerpo	Depositos coluvio aluviales sobre tobas	MEE19		3.785,17	3,50
				Abanico - terraza		Aluviones recientes compuestos por cantos de diferente composición y arenas	MEE12		2.977,47	2,75
						Areniscas con intercalaciones de lodolitas y conglomerados	MEE13		568,60	0,53
				Valle Estrechos		Terrazas	Depositos coluvio aluviales medios y finos	MEE28		304,53
					Vegas	Depositos aluviales finos mixtos	MEE27		3.420,70	3,16
				PIEDEM ONTE	Denudacional	Lomas	Laderas	Depositos coluviales subcrecientes	PEE29	
Colinas	Conglomerados clastos, polimictico con	PEE30				383,00		0,35		

PAISAJE	AMBIENTE MORFOGETENICO	TIPO DE RELIEVE	FORMA DE TERRENO	LITOLOGÍA Y/O SEDIMENTOS	SÍMBOLO	COLOR	ÁREA (HA)	(%)		
				intercalaciones de arcilla						
		Lomas residual		Arcillolitas y areniscas	PEE37		565,26	0,52		
		Abanico subreciente	Ápice	Depósitos compuestos de arenas tobáceas, flujos de lodo conformados por fragmentos heterométricos de pumitas y piroclastos de matriz limo arenosa	PEE26		9.649,92	8,92		
			Cuerpo	Lahares con flujos piro clásticos tobas	PEE31		4.416,44	4,08		
		Abanico reciente	Ápice	Flujos de lodo conformados por fragmentos heterométricos de pumitas y piroclastos de matriz limo arenosa	PEE32		10.414,63	9,63		
			Cuerpo	Depósitos subrecientes de origen volcánico /aluvio torrencial	PEE33		14.281,71	13,20		
			Base	Depósitos subrecientes de origen volcánico moderadamente finos y finos	PEE34		14.382,01	13,29		
		PEE35				1.715,15	1,59			
		Vallecitos	Vegas	Depositos aluviales finos mixtos	PEE38		3.784,93	3,50		
		VALLE	Terrazas	Plano de terrazas	Sedimentos aluviales moderadamente finos recientes.	VEE28		1.675,97	1,55	
			Vegas	Plano de Inundación	Sedimentos aluviales moderadamente finos y gruesos.	VEE25		543,49	0,50	
		OTRAS ÁERAS	Zonas Urbanas				ZU		1.688,96	1,56
			Cuerpos de Agua				CA		564,42	0,52
TOTAL							10815486	100,00		

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Figura 148. Plano de unidades geomorfológicas según Zink, a escala 1: 25000, para la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

(Ver digital: L:\Luisa_Directos_Magdalena\01 Diagnostico\3.2. Geologia_Geomorfologia\Anexos\DROPBOX_CD_Externo\Salidas Cartograficas)

PAISAJE DE MONTAÑA

Paisaje de montaña Corresponde a la geoestructura de Cordillera andina e involucra los conjuntos morfoestructurales y topográficos del flanco oriental de la Cordillera Central.

Es el paisaje de mayor extensión del área en estudio y su localización altitudinal desde 270 hasta 3.600 msnm, hace posible encontrar todos los climas, desde el cálido muy seco, hasta el frío, húmedos y muy húmedos; lo mismo que gran variedad de vegetación. Lo anterior unido a la diversidad litológica explica la variedad de suelos que se encuentran en este paisaje.

Los mantos de cenizas volcánicas cubren gran parte del paisaje de montaña, en algunos sectores, con capas muy espesas y continuas que se conservan en las zonas de menor pendiente y en donde la vegetación de bosque y las condiciones climáticas favorecen su conservación; en otros sectores las capas son delgadas y discontinuas, principalmente en las áreas más expuestas a la erosión y a la transformación de los materiales amorfos en minerales de arcilla, por efectos climáticos, cuando las temperaturas aumentan y ocurren períodos secos importantes.

A continuación, se presentan las características más relevantes de los tipos de relieve que han sido delimitados en la cartografía de suelos, en el mismo orden que aparecen en la leyenda del mapa.

Al interior de la cuenca enes el paisaje más representativo cubriendo 43.802,27 ha, (40.48%) del total de la cuenca y se ubica principalmente en el tercio alto de este costado occidental en dirección norte sur.

➤ Tipos de relieve.

- **Filas y vigas.** Estos tipos de relieve son los más abundantes en la zona estudiada; se encuentran en todos los pisos térmicos desde el frío hasta el cálido, presentan crestas longitudinales ramificadas, con flancos abruptos, modelados por escurrimiento concentrado, dejando valles en forma de "V", profundos. Se desarrollan principalmente sobre rocas ígneas tales como tonalitas (cuarzodiorita) y granodioritas y también sobre rocas metamórficas (esquistos).

Es uno de los relieves más significativos de la cuenca con 13.641,83 ha, representado por las unidades MEE1, MEE2, MEE3, MEE4 Y MEE7, cubriendo 160,98 (0.15%), 3.726,53 (3.44), 4.398,56 (4.06%), 2.930.25 (2.71%) Y 2.434,50 (2.25%) hectáreas respectivamente, del total de la cuenca.

- **Lomas** La configuración de este tipo de relieve es parecida al lomo de un animal vertebrado con un eje mayor de pendientes relativamente suaves y flancos de pendientes fuertes y cortas. Estas geoformas han sido modeladas por escurrimiento concentrado y luego suavizadas por espesos depósitos de cenizas volcánicas. Se localizan en los pisos térmicos, frío, medio y cálido; sobre cenizas, arcillolitas, areniscas, tonalitas, granodioritas y esquistos.

Este relieve identifica las unidades cartográficas MEE9, MEE5, MEE8, MEE24 y MER36, cubriendo un área de 5.704,45 ha (5.27%), del total del área de la cuenca.

- **Espinazos.** Se encuentran en los pisos térmicos frío, y principalmente medio, en la región noroccidental de la cuenca. Los materiales litológicos son areniscas que alternan con lutitas, los cuales por fenómenos tectónicos han sufrido fuertes fracturas y han originado geformas especiales asimétricas (chevrone, hogbacks, crestas, crestones, escarpes). Se identifican en el mapa las unidades MEE4 con 1.511,42hs (1.40%), MEE22 con 564,65 ha (0.52%), MEE15 con 2.227,12 ha (2.06%), MEE21 con 271,78 ha (0.25%), MEE17 con 751,68 ha (0.69%), MEE18 con 2.041,94 ha (1.89%) y MEE23 con 141,11 ha (0.13%), del total de la cuenca.
- **Mesas.** Este tipo de formas de relieve se originan por los fenómenos de sollevamiento provocado por las rupturas longitudinales, hundimientos y zonas de depresión, afectadas posteriormente por aportes de materiales pirocláticos y luego moldeados por el agua, formando disecciones muy profundas e interfluvios planos. Presentan relieves planos a moderadamente inclinados con pendientes medias del 7% pero en ocasiones pueden alcanzar el 12%, largas y rectilíneas. Se identifican cartográficamente con el símbolo MEE6 con 513,46 ha (0.47%) y MEEA con 104,69 ha (0.10%), del total de la cuenca.
- **Crestones.** Este tipo de relieve se originan por la acción de fenómenos tectónicos, que producen falimiento y fracturamiento, causado por levantamiento de masas rocosas. El relieve de estas áreas es fuertemente inclinado a ligeramente escarpado con pendientes entre el 12 a 75% y mayores. Litológicamente hay un dominio de rocas sedimentarias clásticas consolidadas: areniscas, arcillolitas, y limolitas. Se identifican cartográficamente con el símbolo MEE0 que cubren 4.597,04 ha (4.25%), del total del área de la cuenca.
- **Cuestas.** Este tipo de relieve varía de moderado a fuertemente escarpado, con pendientes que van de 25 al 75% y mayores, Muchas de las cuestas son largas y estrechas, o largas y rectilíneas, con cimas alargadas y estrechas, taludes abruptos y profundos producto de la disección en forma de V, como consecuencia del escurrimiento concentrado. Los materiales que conforman este tipo de relieve son depósitos de cenizas volcánicas con espesores variables, que descansan sobre rocas metamórficas de diferente tipo como esquistos, neises, migmatitas, metalimolitas, o sobre rocas ígneas de tipo diabasa o basalto. Se identifican cartográficamente con el símbolo MEE cubriendo 649,9 ha (0.60%).
- **Glacis.** Corresponde a paisaje inclinados de pendiente (menor del 10%) generalmente formada por la lixiviación y posterior deposición de las partículas finas de un cono de deyección o una ladera, se encuentran siempre flanqueados por relieves montañosos y vigorosos que actúan como área de captación de caudales hídricos. Corresponde a un relieve que cubre tan solo 24,75 ha (0.02%) del total del área de la cuenca y se identifica en el mapa con el símbolo MEE16.

- **Abanico-Reciente y Abanico- Terraza.** Se caracterizan por formarse a partir de las acumulaciones aluviales combinadas: longitudinales por los ríos y quebradas que descienden de la parte alta y lateralmente por márgenes del valle que los atraviesa. Generalmente se encuentran los materiales más antiguos de flujos de lodo y aglomerados, sepultados por depósitos aluviales más recientes. Las unidades de este relieve se identifican cartográficamente con los símbolos MEE19 con 3.785,17 ha (3.50%), Mee12 con 2.977,47 ha (2.75%) y MEE13 con 568,60 ha (0.53%), del total de área de la cuenca.
- **Vallecitos estrechos.** Son geoformas agradacionales angostas, localizadas a lo largo de ríos y quebradas que recorren el paisaje de montaña. Los materiales son sedimentos coluvio-aluviales recientes, de composición heterogénea, dispuestos generalmente en forma caótica. Son relieve con un área significativa de 3.7255,22 ha (3.44%), del total del área de la cuenca y se identifica en el mapa con el símbolo MEE25 que corresponde a la forma de terreno de terrazas y MEE7 que corresponde a la forma de terreno de Vegas.

PAISAJE DE PIEDEMONTE.

El paisaje de piedemonte, se encuentra ubicado en clima cálido seco e involucra un sector significativo de la cuenca sobre las laderas de la cordillera Central. Según Soeters (1981) al principio del Cuaternario se formó una gran planicie con materiales ígneos originados por erosión de la Cordillera Central, los cuales se extendieron en forma de abanicos y cubrieron amplios sectores del pie de la montaña; Estos materiales están constituidos por flujos de lodo y aglomerados, depositados en forma rápida y caótica durante una etapa catastrófica de intensa actividad volcánica. Terminan suavemente o en escarpes fuertes, al ponerse en contacto con los depósitos aluviales recientes del Río Magdalena. Este paisaje cubre 59.921,84 ha (55.38%), del total del área de la cuenca.

Sobre estos depósitos de materiales han actuado diferentes procesos de erosión y sedimentación, originando zonas muy disectadas y otras recubiertas por materiales más recientes. De acuerdo con estos procesos, se separaron los tipos de relieve llamados lomas, abanicos, abanicos-terrazas y valles estrechos.

➤ Tipos de relieve.

- **Lomas y Lomas residuales.** Estos tipos de relieve, se localizan en clima cálido seco y se extienden perimetrales al Río Luisa y perimetrales al Magdalena en el tercio medio y bajo de la cuenca. Debido a la erodabilidad de los materiales geológicos y a la irregular distribución de las lluvias, una vez que se destruye la vegetación natural protectora, queda el suelo al descubierto y los agentes erosivos, como la lluvia y el viento, actúan produciendo fenómenos de erosión visibles. Se representan por las unidades cartográficas PEE29 y PEE37 con 328,79 HA (0.30%) y 565,26 ha (0.52%), respectivamente.
- **Abanicos subrecientes.** En la formación de los abanicos, según Soeters (1981), intervinieron tres periodos de agradación y de degradación. El primero se relaciona con cambios climáticos, el segundo con una fuerte actividad volcánica y el tercero con cambios en el régimen fluvial del río Magdalena y sus afluentes. Se han diferenciado y caracterizado varios

abanicos teniendo en cuenta el tipo de material litológico, el relieve, el grado de disección, la dinámica hidrológica y el tiempo o edad.

Cubren un área significativa de 14.066,36 ha distribuidas en las unidades cartográficas PEE26 con 9.649,92 ha (8.92%), PEE31 con 4.416,44 ha (4.08%), respectivamente del total de la cuenca.

- **Abanico- Reciente.** Se caracterizan por formarse a partir de las acumulaciones aluviales combinadas: longitudinales por los ríos y quebradas que descienden de la parte alta y lateralmente por márgenes del valle que los atraviesa. Generalmente se encuentran los materiales más antiguos de flujos de lodo y aglomerados, sepultados por depósitos aluviales más recientes. Esta unidad corresponde cartográficamente a las unidades PEE32, PEE33, PEE34 Y PEE35, siendo el relieve más representativo de la cuenca con 10.414,63 ha (9.63%), 14.281,71 ha (13.20%), 14.281,01 ha (13.20%) y 14.382,01 ha (13.29%), respectivamente.
- **Vallecitos.** Son fajas estrechas que se encuentran a lo largo de las quebradas y drenajes naturales, entre montañas, colinas, en el piedemonte, o través de los valles principales constituidas por sedimentos coluvio aluviales de variada granulometría, sujetas a fenómenos de acumulación y de incisión por las aguas de drenaje. Corresponde a la unidad cartográfica PEE38 que cubre 3.784,93 ha (3.50%), del total de la cuenca.

PAISAJE DE VALLE.

Se localiza principalmente a lo largo de los ríos más grandes como el Luisa y perimetrales al Magdalena. Está constituido por materiales aluviales recientes, compuestos de arcillas, limos y arenas; transportados por los ríos en los diferentes crecientes y depositados, generalmente, en forma de capas alternas de diferente textura y/o color. Comprende los tipos de relieves de terrazas y planos de inundación.

➤ Tipos de relieve.

- **Terrazas.** Los cambios climáticos principalmente en el Cuaternario tuvieron una influencia importante en el régimen de los ríos, que originó la alternancia de períodos de erosión y de sedimentación, con formación de niveles de depositación (terrazas), las cuales evidencian un determinado periodo climático.

En general, presentan un relieve plano y ligeramente plano, y una dinámica de acumulación; ocasionalmente se presenta erosión ligera por escurrimiento difuso, en las pendientes inclinadas. Se identifica en el mapa con el símbolo VEE28 y cubre 1.675,97 ha (1.55%), del total de la cuenca.

- **Vegas.** Corresponde a las zonas aluviales más bajas de acumulación reciente constituidas por arenas, limos y arcillas, dispuestas en capas alternas de diferentes texturas y colores. Estas vegas se caracterizan por presentar una sucesión de bancos y bajos, sujetos a recuentes inundaciones. Se identifica en el mapa con el símbolo VEE25 y cubre 543,49 ha (0.50%), del total de la cuenca.

19. UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES (ESC. 1: 25.000)

La caracterización geológica de los macizos rocosos y de los materiales superficiales del área de estudio corresponde con los análisis básicos para el estudio del comportamiento geomecánico de los terrenos, útiles en la evaluación de amenazas por movimientos en masa para el condicionamiento al uso del suelo, entre otros instrumentos de ordenamiento territorial. La información temática se obtiene a partir del procesamiento de la geología y geomorfología básica que permite caracterizar las condiciones físicas de los suelos, rocas y materiales de superficie, lo cual resulta en el mapa de Unidades Geológicas Superficiales (UGS) o de geología para ingeniería.

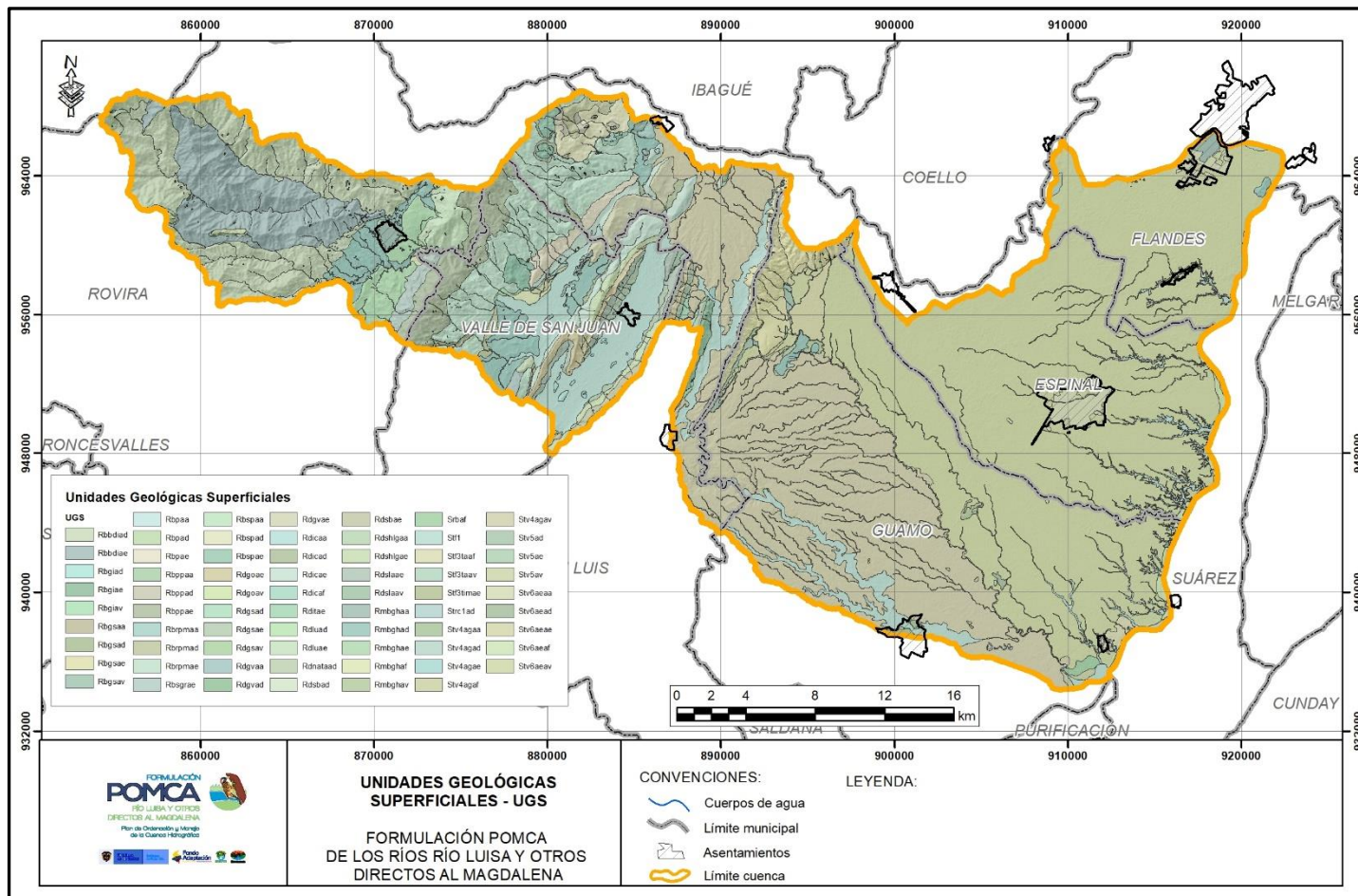
El comportamiento geomecánico de las rocas y suelos está determinado principalmente por propiedades físicas como origen, litología, composición mineralógica, textura, dureza, condición estructural, grado de fracturamiento y de meteorización, granulometría, humedad y consistencia. Los mapas de geología para ingeniería constituyen la base cartográfica temática para la elaboración de mapas de zonificación geomecánica y otros documentos de utilidad para ingeniería.

Desde el punto de vista metodológico, para la caracterización de los materiales geológicos, se realizó un reconocimiento al área de estudio, mediante la ejecución de controles de campo en diferentes puntos o afloramientos de los materiales geológicos presentes en: los cortes y/o taludes de las vías de acceso, afloramientos mostrados por los cortes de los diferentes drenajes, entre otros, para su correspondiente observación y/o descripción de las características litológicas, estructurales y demás aspectos atinentes a la investigación temática.

Se complementa esta información de campo con la información de ensayos de laboratorio de algunas muestras recolectadas. En el anexo de geología, se incluyen los ensayos de laboratorio, así como un plano de ubicación de donde fueron extraídas las muestras, con sus UGS correspondientes. Cada una de ellas, sobre las Unidades geológicas superficiales correspondientes.

En la Figura 149, se observa gráficamente la forma en cómo están repartidas las Unidades Geológicas Superficiales (UGS) a escala 1:25.000 sobre la cuenca en estudio.

Figura 149. Unidades geológicas superficiales



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017
(Ver digital L:\Luisa_Directos_Magdalena\01 Diagnostico\3.2. Geologia_Geomorfologia\Anexos\Salidas cartograficas\Otros\Figuras)

19.1. METODOLOGÍA PROPUESTA PARA TRABAJOS DE CAMPO Y LABORATORIO

Según la propuesta acordada y aprobada, se efectuó la siguiente metodología para la recolección de datos y muestreo en campo:

Luego de realizar la recopilación y el análisis de información, de las fotografías aéreas y sensores remotos, la data adquirida en la primera salida de campo, y al expresar toda la información recolectada y analizada sobre el mapa de UGS preliminar para esta cuenca, se identificaron 54 unidades geológicas superficiales preliminares diferentes.

Según lo enunciado en el anexo técnico con el que se trabaja actualmente para el correcto desarrollo del POMCA de la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena, donde se proponen que se realicen más de 500 puntos de observaciones y toma de muestras para análisis en laboratorio e inspecciones en campo y destacando el área que posee esta cuenca (aproximadamente 106.000 hectáreas), se realizó la unificación de la cuenca en tres grandes subgrupos teniendo en cuenta la el tiempo y el alcance del componente geológico, y a las limitantes presentadas en campo.

Por tal motivo, y para lograr un trabajo preciso y detallado de la distribución exacta con las que se presentaron las Unidades geológicas superficiales expuestas en campo, la homogenización de los tres subgrupos se realizó teniendo en cuenta las siguientes condiciones a las cuales están supeditados:

- El primer subgrupo, conformado por los depósitos de abanico y otros depósitos característicos de la zona plana y de piedemonte, ocupan casi el 60 % de la cuenca en estudio. Como consecuencia directa a la poca variación en la pendiente (a excepción de algunas lomas aisladas sobrepuestas sobre estos), a la homogeneidad de los materiales que los componen, y a lo retrabajado que se encuentran los suelos debido a actividades antrópicas (agricultura).
- El segundo sub grupo está conformado por la parte alta de la cuenca, aproximadamente en un 10% del área total, donde el factor de mayor incidencia es la significativa cantidad de material volcánico (tipo ceniza, lapilli, pumitas, entre otros), que se ha depositado sobre las cimas y laderas de roca ígnea intrusiva (Batolito de Ibagué), y lo que ha generado los suelos presentes en la zona se vean afectados en cuanto a composición y estructura, perdiendo sus características originales y generando depósitos recientes con características muy homogéneas. En este subgrupo se hará una exploración más reducida debido a lo complicado de los accesos.
- El tercer subgrupo está compuesto por el porcentaje restante de la cuenca, en la zona central, donde los materiales geológicos tienden a ser heterogéneos, pero la dificultad de acceso a gran parte de las zonas. Estas zonas están conformadas por la parte montañosa occidental aledaña a Rovira, donde las pendientes son muy escarpada y solo se puede acceder con caballos, sin garantía de un rápido desplazamiento, además de las lomas con relieves abruptos, compuestas por materiales del cretácico y el Paleógeno que colindan con las zonas de los abanicos.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente se realizaron 77 apiques representativos y 177 tomas de muestras y/u observaciones de suelos para caracterización en laboratorio, repartidas entre las unidades geológicas superficiales que lo permitieran (suelos residuales,

depósitos in situ), debido a que no existían accesos terrestres para cualquier punto de la cuenca.

Además de 2 puntos de toma de muestras de mano para descripción y ensayos con esclerómetro por cada unidad geológica superficial clasificada como roca, en afloramientos cercanos a vías de acceso (rocas blandas, intermedias y duras) y 2 puntos de observación (puntos de descripción) por cada unidad geológica superficial en afloramientos y o taludes, en quebradas y vías (las cuales se encuentran georreferenciadas e identificados en el resumen de campo de las UGS en la carpeta “SOPORTES”, carpeta “2DO_CAMPO_UGS”, archivo “**Libreta_resumen_UGS_Luisa.xls**”, dentro de la carpeta “ANEXOS”).

Las observaciones y parámetros recolectados en macizos rocos, así como los apiques que se realizaron sobre depósitos para posterior análisis en laboratorio, se realizaron principalmente teniendo en cuenta los materiales propensos a presentar movimientos en masa (Batolito de Ibagué, Grupo Honda y Formación Gualanday, entre los más representativos), en la zona alta y media de la cuenca. De igual manera se realizaron varios apiques en la parte baja de la cuenca y dentro de zonas que pueden estar sometidas a inundaciones o avenidas torrenciales; con la finalidad de que las Unidades Geológicas Superficiales se encuentren estrechamente relacionadas con los sectores que presentan alta y media susceptibilidad a movimientos en masa y otros fenómenos.

En la Tabla 26 a continuación, se expresan los puntos donde se realizaron observaciones de suelos y apiques, con sus principales características de ubicación. En esta tabla se encuentran una serie de puntos de muestreos realizados en conjunto con el apoyo del componente de edafología.

La nomenclatura “RT” corresponde a muestreo y/u observación de depósitos o suelos.

Tabla 26. Muestreo realizado en la parte alta, media y alta de la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena, con apoyo del componente de Edafología

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORD. ESTE	COORD. NORTE
RT477	Oriente Chipuelo	GUAMO	Tolima	RT	300.017754	910939.43	935006.66
RT476	Oriente Chipuelo	GUAMO	Tolima	RT	299.999989	911231.22	935164.22
RT478	Oriente Chipuelo	GUAMO	Tolima	RT	299.98362	910822.96	935195.54
Rt36	Oriente Chipuelo	GUAMO	Tolima	RT	299.981575	911519.39	935249.08
PL-20	Oriente Chipuelo	GUAMO	Tolima	RT	299.981569	911519.39	935249.08
RT475	Oriente Chipuelo	GUAMO	Tolima	RT	300.010714	911371.88	935329.62
RT474	Oriente Chipuelo	GUAMO	Tolima	RT	299.917736	911304.4	935466.4
RT473	La Chamba	GUAMO	Tolima	RT	300.509677	912089.48	936302.54
PL-19	La Chamba	GUAMO	Tolima	RT	300.514729	911984.16	936312.6
Rt35	La Chamba	GUAMO	Tolima	RT	300.514733	911984.16	936312.61
RT472	La Chamba	GUAMO	Tolima	RT	300.737159	912042.66	936508.11
PL-21	La Chamba	GUAMO	Tolima	RT	299.893799	912959.64	936889.34

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
Rt34	La Chamba	GUAMO	Tolima	RT	299.893818	912959.65	936889.34
RT479	La Chamba	GUAMO	Tolima	RT	299.999398	912825.26	936900.46
RT480	La Chamba	GUAMO	Tolima	RT	300.006484	912953.12	937055.31
RT471	La Chamba	GUAMO	Tolima	RT	302.215185	911878.19	937573.64
Rt45	Chontaduro	GUAMO	Tolima	RT	325.000045	902640.89	937805.59
Rt46	Cabecera Municipal	GUAMO	Tolima	RT	344.681906	899283.09	937810.41
RT470	La Chamba	GUAMO	Tolima	RT	303.158932	911783.91	937866.29
PL-22	Chontaduro	GUAMO	Tolima	RT	324.999879	902838.14	937893.89
RT469	La Chamba	GUAMO	Tolima	RT	306.564847	910938.67	938032.72
PL-21A	Pringamos al Diamante	GUAMO	Tolima	RT	348.553621	898949.91	938229.31
Rt37	Centro Chipuelo	GUAMO	Tolima	RT	311.822941	910033.53	938252.16
Rt41	Tovar	GUAMO	Tolima	RT	325.014444	905541.29	938259.14
Rt42	Chontaduro	GUAMO	Tolima	RT	324.857678	904522.11	938347.62
Rt47	Pringamos al Diamante	GUAMO	Tolima	RT	349.971216	898113.97	938392.91
Rt38	Serrezuela Paraíso	GUAMO	Tolima	RT	321.143849	908110.76	938405.85
PL-33	Serrezuela Paraíso	GUAMO	Tolima	RT	322.800822	907870.83	938415.43
Rt39	Serrezuela Paraíso	GUAMO	Tolima	RT	323.455129	907285.33	938453.6
Rt43	Chontaduro	GUAMO	Tolima	RT	325.000283	903507.13	938504.29
RT481	La Chamba	GUAMO	Tolima	RT	305.08559	911859.17	938536.04
Rt44	Chontaduro	GUAMO	Tolima	RT	325.069581	902628.02	938630.63
PL-34	Chontaduro	GUAMO	Tolima	RT	325.074511	902627.94	938641.84
Rt40	Serrezuela Paraíso	GUAMO	Tolima	RT	324.627626	906607.45	938958.79
Rt48	Pringamos al Centro	GUAMO	Tolima	RT	351.722166	896691.92	939023.84
RT482	La Chamba	GUAMO	Tolima	RT	307.617085	912022.07	939350.42
CT-43	Pringamos al Los Pasos	GUAMO	Tolima	APIQUE	349.503751	898404.02	939458.44
RT459	Chontaduro	GUAMO	Tolima	RT	340.802651	900812.56	939496.94
CT-32	Pringamos al Diamante	GUAMO	Tolima	APIQUE	363.306722	895939.19	939503.96
RT468	Chontaduro	GUAMO	Tolima	RT	333.337156	901682.4	939550.09
Rt49	Pringamos al Centro	GUAMO	Tolima	RT	375.005439	894950.83	939654.07
RT467	Chontaduro	GUAMO	Tolima	RT	327.253166	902538.35	939706.61
CT-33	Pringamos al Diamante	GUAMO	Tolima	APIQUE	350.021331	896647.2	939780.55

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
CT-34	Pringamos al Los Pasos	GUAMO	Tolima	APIQUE	350.000782	896671.08	940158.08
CT-42	Pringamos al El Tuno	GUAMO	Tolima	APIQUE	342.228554	898801.39	940312.33
RT458	El Badeo	GUAMO	Tolima	RT	349.929076	900193.97	940362.22
RT485	La Isla	GUAMO	Tolima	RT	303.471295	914230.4	940407.2
CT-44	Pringamos al El Tuno	GUAMO	Tolima	APIQUE	348.113979	897854.45	940427.74
RT460	El Badeo	GUAMO	Tolima	RT	347.331512	900890.93	940506.6
Rt50	Pringamos al Centro	GUAMO	Tolima	RT	396.645571	892986.26	940537.12
RT466	Chontaduro	GUAMO	Tolima	RT	326.40388	903043.13	940784.39
CT-35	Pringamos al Los Pasos	GUAMO	Tolima	APIQUE	361.458599	895478.23	941031.62
CT-45	Pringamos al Los Pasos	GUAMO	Tolima	APIQUE	357.140087	896335.9	941095.14
RT465	Chontaduro	GUAMO	Tolima	RT	326.325776	903503.63	941096.93
RT464	Jagualito Pueblo Nuevo	GUAMO	Tolima	RT	334.390546	902420.1	941208.63
CT-116	Chontaduro	GUAMO	Tolima	APIQUE	326.841018	903764.53	941332.63
RT463	Jagualito Pueblo Nuevo	GUAMO	Tolima	RT	342.412454	901657.09	941507.01
CT-36	Pringamos al	GUAMO	Tolima	APIQUE	374.970518	894642.8	941527.2
RT483	La Isla	GUAMO	Tolima	RT	319.203941	911928.41	941824.92
CT-37	Pringamos al	GUAMO	Tolima	APIQUE	374.370828	894368.63	941859.31
RT457	El Badeo	GUAMO	Tolima	RT	349.986426	899300.87	941868.52
RT461	Jagualito Pueblo Nuevo	GUAMO	Tolima	RT	347.455623	900955.33	942092.21
RT484	La Isla	GUAMO	Tolima	RT	312.896067	913472.6	942138.81
CT-38	Pringamos al	GUAMO	Tolima	APIQUE	387.333269	893387.34	942385.89
RT486	Centro Chipuelo	GUAMO	Tolima	RT	324.992672	909644.73	942616.24
Rt133	Jagualito Pueblo Nuevo	GUAMO	Tolima	RT	349.752349	901506.42	942791.59
CT-46	Pringamos al El Tuno	GUAMO	Tolima	APIQUE	375.441523	894937.51	942930.8
Rt51	Pringamos al Centro	GUAMO	Tolima	RT	425.736972	890335.28	943378.28
Rt134	Jagualito Pueblo Nuevo	GUAMO	Tolima	RT	348.669962	901970.53	943665.02
CT-39	Pringamos al	GUAMO	Tolima	APIQUE	424.050335	891747.84	943759.47

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
	Guacamaya						
CT-40	Pringamos al Guacamaya	GUAMO	Tolima	APIQUE	424.987324	891586.29	943837.69
PL-20A	Pringamos al Guacamaya	GUAMO	Tolima	RT	400.768442	893007.59	943937.66
CT-47	Pringamos al Guacamaya	GUAMO	Tolima	APIQUE	400.446434	893093.98	943949.85
RT487	Quinto Chipuelo	GUAMO	Tolima	RT	325.845685	909254.58	944016.15
Rt135	Jagualito Pueblo Nuevo	GUAMO	Tolima	RT	347.727712	902159.25	944071.7
CT-406	Pringamos al Guacamaya	GUAMO	Tolima	APIQUE	425.138994	891281.89	944240.76
CT-405	Pringamos al Guacamaya	GUAMO	Tolima	APIQUE	425.521309	890801.07	944384.59
CT-13	Guadalejos	ESPINAL	Tolima	APIQUE	299.716112	916236.19	944471.93
PL-29	Guadalejos	ESPINAL	Tolima	RT	298.427785	916085.05	944472.07
CT-14	Guadalejos	ESPINAL	Tolima	APIQUE	300.11372	916347.27	944502.54
CT-117	Quinto Chipuelo	GUAMO	Tolima	APIQUE	330.843169	908373.44	944534.96
CT-404	San Cayetano	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	425.711	890266.89	944577.17
RT462	Jagualito Pueblo Nuevo	GUAMO	Tolima	RT	349.994724	900686.66	944604.57
RT490	Quinto Chipuelo	GUAMO	Tolima	RT	341.158933	906480.24	944672.86
RT489	Serrezuela Primavera	GUAMO	Tolima	RT	335.986862	907589.13	944720.92
Rt136	Jagualito Pueblo Nuevo	GUAMO	Tolima	RT	347.719707	902386.04	944789.54
CT-15	Guadalejos	ESPINAL	Tolima	APIQUE	300.215842	916017.2	944820.49
CT-41	San Cayetano	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	440.130374	889920.76	944823.12
CT-403	San Cayetano	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	438.391489	890041.43	944823.15
RT488	Serrezuela Primavera	GUAMO	Tolima	RT	331.175038	908677.36	944877.37
CT-48	Pringamos al Guacamaya	GUAMO	Tolima	APIQUE	425.729182	891599.06	944953.16
CT-402	San Cayetano	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	448.349806	889866.44	945007.4

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
CT-397	San Cayetano	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	450.789425	888962.62	945055.75
Rt33	Serrezuela Las Garzas	GUAMO	Tolima	RT	346.378442	905221.55	945110.48
CT-16	Guadalejos	ESPINAL	Tolima	APIQUE	304.053065	915139.31	945134.35
CT-401	San Cayetano	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	450.071496	889731.96	945213.64
CT-396	San Cayetano	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	452.53737	888789.43	945229.8
RT491	Serrezuela Primavera	GUAMO	Tolima	RT	342.472539	907171.23	945238.05
CT-395	San Cayetano	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	452.917244	888545.16	945448.65
Rt137	Jagualito Pueblo Nuevo	GUAMO	Tolima	RT	348.893422	902284.36	945454.96
CT-400	San Cayetano	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	450.758451	889476.65	945492.23
CT-398	San Cayetano	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	454.614745	888840.21	945535.84
CT-399	San Cayetano	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	453.310747	889143.9	945542.68
Rt26	Guadalejos	ESPINAL	Tolima	RT	321.538365	912964.32	945552.03
PL-32	Guadalejos	ESPINAL	Tolima	RT	319.031937	913633.84	945598.74
CT-12	Guadalejos	ESPINAL	Tolima	APIQUE	319.656574	913532.07	945617.27
CT-393	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	APIQUE	376.764619	892375.86	945680.5
CT-19	Guadalejos	ESPINAL	Tolima	APIQUE	300.46921	916791.03	945689.49
Rt25	Guadalejos	ESPINAL	Tolima	RT	321.816339	912934.59	945720.59
CT-414	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	APIQUE	417.681375	893318.27	945789.35
CT-394	San Cayetano	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	452.490475	888206.06	945791.09
CT-392	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	APIQUE	395.839418	892339.94	945797.88
RT492	Serrezuela Primavera	GUAMO	Tolima	RT	349.20093	906218.47	945824.01
CT-413	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	APIQUE	419.446119	893077.45	945850
CT-392	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	APIQUE	404.000562	892300.01	945913.98
CT-17	Guadalejos	ESPINAL	Tolima	APIQUE	316.910992	914190.42	946004.93
CT-391	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	APIQUE	405.545579	892208.51	946041.78
CT-412	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	APIQUE	419.936942	892899.84	946057.83
CT-49	San Cayetano	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	451.577539	887846.31	946125.23
RT455	Jagualito El Rodeo	GUAMO	Tolima	RT	374.952514	898085.26	946201.79
CT-390	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	APIQUE	400.238783	892119.96	946219.3
RT493	Serrezuela Las Garzas	GUAMO	Tolima	RT	350.1478	904984.37	946234
CT-20	Coyarco	ESPINAL	Tolima	APIQUE	307.107606	915928.56	946332.64

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
Rt138	Jagualito Pueblo Nuevo	GUAMO	Tolima	RT	349.982703	901266.33	946354.96
CT-411	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	APIQUE	423.732479	892885.41	946360.76
CT-389	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	APIQUE	421.042555	892170.29	946404.26
CT-410	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	APIQUE	424.63941	892701.93	946504.74
Rt24	Guadalejos	ESPINAL	Tolima	RT	325.000636	912055.56	946549.43
CT-388	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	APIQUE	426.021826	892223.63	946574.06
CT-409	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	APIQUE	425.885605	892487.43	946577.14
CT-52	San Cayetano	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	458.28035	887726.69	946666.08
CT-11	Guadalejos	ESPINAL	Tolima	APIQUE	325.000128	911969.24	946703.21
CT-21	Guadalejos	ESPINAL	Tolima	APIQUE	316.061083	914938.49	946739.17
RT454	Cañada Alta	GUAMO	Tolima	RT	391.427974	896611.39	946805.63
CT-10	Guadalejos	ESPINAL	Tolima	APIQUE	324.990409	911691.73	946807.93
CT-408	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	APIQUE	425.48633	892360.08	946848.82
139	Jagualito Pueblo Nuevo	GUAMO	Tolima	RT	351.969891	900438.17	946860.66
CT-387	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	APIQUE	426.117688	892122.26	946879.88
RT452	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	RT	424.763928	893591.29	946920.82
Rt124	Jagualito El Rodeo	GUAMO	Tolima	RT	353.543369	900259.62	946940.88
CT-407	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	APIQUE	425.387558	892521.41	947010.62
Rt32	Pajuil	GUAMO	Tolima	RT	350.000139	904591.59	947026.92
RT453	Cañada Alta	GUAMO	Tolima	RT	400.064654	895372.45	947111.69
CT-26	Caimanera	ESPINAL	Tolima	APIQUE	312.38035	916198.44	947282.17
Rt23	Guadalejos	ESPINAL	Tolima	RT	325.443005	910990.04	947290.97
CT-386	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	APIQUE	426.199021	891899.62	947328.57
RT496	Callejón De Guaduas	GUAMO	Tolima	RT	353.245232	901317.4	947455.55
CT-385	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	APIQUE	447.728142	891214.3	947486.02
CT-18	Guadalejos	ESPINAL	Tolima	APIQUE	324.162419	913420.67	947500.49
CT-09	Guadalejos	ESPINAL	Tolima	APIQUE	326.599369	910683.78	947512.42
RT456	Jagualito El Rodeo	GUAMO	Tolima	RT	375.150707	897721.82	947541.88
CT-50	San Cayetano	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	474.977962	887752.59	947636.84
CT-384	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	APIQUE	451.026577	890488.52	947655.76
CT-22	Guadalejos	ESPINAL	Tolima	APIQUE	324.998278	913128.26	947786.78

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
CT-383	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	APIQUE	459.535733	890272.85	947906.85
Rt22	Canasto	ESPINAL	Tolima	RT	334.258634	909641.74	947925.35
PL-30	Guadalejos	ESPINAL	Tolima	RT	324.999021	912618.25	947967.6
RT495	Callejón De Guaduas	GUAMO	Tolima	RT	353.20797	902281.97	948057.27
CT-382	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	APIQUE	472.351273	890000.91	948095.37
RT497	Callejón De Guaduas	GUAMO	Tolima	RT	355.504658	901864.87	948156.04
Rt21	Canasto	ESPINAL	Tolima	RT	340.832851	908802.95	948165.94
CT-08	Canasto	ESPINAL	Tolima	APIQUE	331.007939	910224.98	948296.24
RT494	Callejón De Guaduas Saman	GUAMO	Tolima	RT	352.258971	903626.75	948334.76
Rt20	Canasto	ESPINAL	Tolima	RT	345.251466	908039.81	948379.32
CT-51	San Cayetano	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	454.011079	888274.98	948477.95
CT-25	Caimanera	ESPINAL	Tolima	APIQUE	324.295719	914605.24	948528.44
RT446	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	RT	465.81613	890170.08	948530.18
CT-381	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	APIQUE	464.880915	889762.95	948675.62
Rt19	Guaduañejo	ESPINAL	Tolima	RT	347.230175	907669.26	948730.96
Rt123	Cañada Baja	GUAMO	Tolima	RT	366.807069	900360.71	948778.49
RT447	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	RT	444.924585	891418.73	948791.91
RT499	Paso Ancho	ESPINAL	Tolima	RT	354.257948	904209.8	948936.75
RT498	Callejón De Guaduas Saman	GUAMO	Tolima	RT	356.929364	903322.74	948938.09
449	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	RT	399.892684	894890.83	949040.74
RT448	Cañada Unión	GUAMO	Tolima	RT	420.259859	893444.81	949089.3
Rt18	Guaduañejo	ESPINAL	Tolima	RT	349.127619	907140.07	949107.27
CT-07	Sucre	ESPINAL	Tolima	APIQUE	347.646765	907607.15	949220.54
RT450	Cañada Ondequeras	GUAMO	Tolima	RT	379.95859	896817.83	949247.86
RT451	Cañada Ondequeras	GUAMO	Tolima	RT	375.014237	898210.83	949343.54
CT-24	Caimanera	ESPINAL	Tolima	APIQUE	324.998562	912831.23	949361.45
CT-23	Guadalejos	ESPINAL	Tolima	APIQUE	325.176853	912105.15	949374.76
CT-380	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	APIQUE	465.78846	889813.38	949502.86
Rt122	Cañada Baja	GUAMO	Tolima	RT	373.384932	900017.73	949567.57

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
Rt17	Guaduañejo	ESPINAL	Tolima	RT	350.000008	906401.22	949653.77
RT500	Paso Ancho	ESPINAL	Tolima	RT	353.708954	905334.53	949704.36
CT-91	San Cayetano	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	528.542834	888665.36	949829.2
Rt104	Contreras	SAN LUIS	Tolima	RT	459.378916	888356.04	949842.89
Rt140	Callejón De Guaduas	GUAMO	Tolima	RT	371.632247	900361.18	949851.01
Rt106	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	526.902041	888760.67	949920.59
CT-115	Contreras	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	454.919924	887841.96	949989.99
CT-92	San Cayetano	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	522.809319	888769.86	950021.07
CT-90	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	APIQUE	527.037237	888893.89	950043.96
Rt16	Paso Ancho	ESPINAL	Tolima	RT	352.161721	905891.07	950054.81
CT-93	San Cayetano	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	506.313289	888759.11	950054.88
107	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	462.142518	890002.1	950081
CT-94	San Cayetano	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	516.738701	888807.61	950111.35
CT-89	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	APIQUE	519.143055	888981.01	950148.92
Rt105	Contreras	SAN LUIS	Tolima	RT	499.643938	888754.82	950153.25
PL-25	Contreras	SAN LUIS	Tolima	RT	513.985432	888823.11	950170.01
CT-88	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	APIQUE	501.505161	889060.94	950174.93
RT388	Contreras	SAN LUIS	Tolima	RT	476.649091	888252.27	950226.84
RT423	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	451.815281	890326.73	950285.19
RT431	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	450.010239	890912.93	950292.68
Rt141	Callejón De Guaduas El Porvenir	GUAMO	Tolima	RT	371.395332	901301.39	950486.45
Rt108	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	445.989018	891066.41	950519.2
RT387	Contreras	SAN LUIS	Tolima	RT	478.169442	888533.01	950597.65
RT445	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	399.999575	895085.05	950653.95
Rt15	Guasimal	ESPINAL	Tolima	RT	363.083808	905201.88	950671.88
Rt142	Callejón De Guaduas El Porvenir	GUAMO	Tolima	RT	373.436154	902170.07	950691.39
Rt31	Callejón De Guaduas El Porvenir	GUAMO	Tolima	RT	373.312017	902342.21	950710.62
CT-30	Talura Puerto Rondón	ESPINAL	Tolima	APIQUE	316.594405	917022.55	950807.97
CT-06	Sucre	ESPINAL	Tolima	APIQUE	350.046631	907858.73	950873.01

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
RT424	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	450.016665	890690.33	950876.4
CT-28	Talura Puerto Rondón	ESPINAL	Tolima	APIQUE	301.560206	918459.97	950902.47
CT-29	Talura Puerto Rondón	ESPINAL	Tolima	APIQUE	300.530022	918637.33	950907.22
RT432	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	430.474789	891305.21	950925.7
CT-31	Talura Puerto Rondón	ESPINAL	Tolima	APIQUE	324.060214	916080.99	950927.75
Rt143	Guasimal	ESPINAL	Tolima	RT	372.307143	902919.66	950957.28
RT418	Cabuyal	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	671.235677	882681.33	950958.7
PL-18	Cabuyal	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	671.009682	882685.51	950963
RT405	Hijo Del Valle	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	631.882571	880087.5	951014.95
CT-27	Talura Puerto Rondón	ESPINAL	Tolima	APIQUE	287.783167	919099.21	951069.91
RT406	Hijo Del Valle	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	645.390106	879606.25	951075.89
RT415	Cabuyal	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	624.462319	882067.42	951109.17
RT442	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	405.619755	893626.8	951151.99
Rt144	Guasimal	ESPINAL	Tolima	RT	369.278914	903907.85	951165.4
Rt146	Sucre	ESPINAL	Tolima	RT	354.48086	906421.74	951172.66
Rt145	Guasimal	ESPINAL	Tolima	RT	370.940906	904822.55	951212.84
CT-108	Hijo Del Valle	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	672.831004	879370.02	951257.73
RT433	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	422.475465	891642.53	951268.58
CT-109	Cabuyal	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	626.688512	882531.86	951284.17
RT386	Contreras	SAN LUIS	Tolima	RT	479.986561	888810.49	951326.05
Rt109	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	423.116044	891766.14	951338.29
RT417	Cabuyal	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	670.54883	883315.92	951406.53
RT414	Hijo Del Valle	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	622.276622	881542.63	951422.1
RT443	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	400.049045	894635.03	951437.33
Rt14	Dindalito Sector Sena	ESPINAL	Tolima	RT	365.905149	905584.78	951440.46
RT444	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	393.069883	895750.83	951446.49
Rt121	Cañada Baja	GUAMO	Tolima	RT	375.165138	898770.1	951482.77
RT416	Cabuyal	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	631.861886	883031.04	951505.26

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COOR_ESTE	COOR_NORTE
RT425	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	414.532355	891012.68	951565.26
RT404	Hijo Del Valle	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	632.487125	880462.03	951588.03
RT434	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	425.065419	892115.02	951621.75
110	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	425.083553	892287.74	951640.19
RT441	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	412.991037	893316.75	951694.83
CT-05	Espinal	ESPINAL	Tolima	APIQUE	344.133621	909904.65	951770.98
RT435	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	424.679336	892568.16	951813.88
RT413	Hijo Del Valle	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	625.215701	881246.34	951857.55
RT403	Hijo Del Valle	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	624.930048	880709.03	951912.36
RT436	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	418.520698	893022.84	952088.08
RT4226	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	423.012563	891219.18	952129.19
RT419	Cabuyal	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	622.932591	883486.14	952158.21
Rt111	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	412.176479	893281.05	952184.89
Rt120	Cañada Baja	GUAMO	Tolima	RT	379.449672	898155.86	952241.39
Rt30	Callejón De Guaduas El Porvenir	GUAMO	Tolima	RT	375.444857	900313.09	952261.39
RT402	Hijo Del Valle	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	624.524639	881134.88	952315.24
CT-107	Hijo Del Valle	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	625.360931	880904.55	952318.62
Rt148	Guayabal	ESPINAL	Tolima	RT	349.583474	909034.09	952551.48
Rt13	Dindalito Sector Sena	ESPINAL	Tolima	RT	366.06684	905981.36	952564.05
CT-04	Guayabal	ESPINAL	Tolima	APIQUE	347.962733	909424.31	952570.19
Rt149	Santa Ana	ESPINAL	Tolima	RT	347.624215	909667.42	952631.59
Rt147	Guayabal	ESPINAL	Tolima	RT	350.006538	907571.99	952680.59
RT427	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	424.136678	891424.28	952681.13
RT437	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	405.949836	893293.26	952735.45
RT401	Hijo Del Valle	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	618.694214	881826.26	952744.77
RT430	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	414.299458	892757.12	952745.81
RT385	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	501.412315	889270.38	952747.93
RT420	Cabuyal	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	616.838924	883828.04	952752.06
PL-16	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	414.189639	892755.99	952755.34
CT-03	Guayabal	ESPINAL	Tolima	APIQUE	349.997569	908308.01	952815.27

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
RT429	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	416.197186	892560.5	952823.24
CT-02	Guayabal	ESPINAL	Tolima	APIQUE	352.331241	907105.23	952944.33
CT-110	Cabuyal	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	620.29679	884023.95	952953.45
RT428	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	422.459657	891928.33	952960.37
RT384	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	501.215163	889285.26	952962.76
RT400	Hijo Del Valle	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	616.523567	882275.82	952972.56
Rt112	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	400.426331	893526.98	953040.91
RT383	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	503.77953	889414.5	953169.01
RT407	Agua Clara	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	777.549871	879812.77	953178.64
CT-443	La Flor	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	486.6153	889214.66	953248.38
CT-114	La Flor	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	516.866855	889585.88	953311.84
CT-442	La Flor	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	482.185212	889185.63	953387.17
Rt150	Santa Ana	ESPINAL	Tolima	RT	349.239415	909375.84	953418.44
RT410	Agua Clara	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	681.113677	879653.92	953431.66
RT438	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	398.975895	893771.79	953455.88
Rt12	Dindalito Sector Sena	ESPINAL	Tolima	RT	374.982853	904806.93	953478.14
CT-139	Montalvo	ESPINAL	Tolima	APIQUE	277.279653	917894.92	953544.85
RT382	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	524.161115	889830.86	953545.4
RT399	Hijo Del Valle	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	624.364832	882518.28	953569.87
RT409	Agua Clara	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	700.739668	879868.66	953644.32
RT408	Agua Clara	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	753.7337	880014.64	953645.8
RT381	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	524.635117	889936.19	953655.24
RT421	Cabuyal	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	612.27318	884213.03	953679.13
CT-441	La Flor	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	486.39984	889261.6	953693.6
Rt113	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	399.16102	893972.12	953713.37
Rt119	Las Mercedes	GUAMO	Tolima	RT	394.922194	897340.01	953838.93
RT380	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	519.608697	889880.64	953847.38
RT411	Agua Clara	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	688.252032	879933.24	953874.04
CT-439	La Flor	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	522.758181	889666.09	953879.84
CT-140	Montalvo	ESPINAL	Tolima	APIQUE	313.798277	915369.19	953888.25
CT-440	La Flor	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	512.949832	889482.27	953911.56
Rt11	Dindalito Centro	ESPINAL	Tolima	RT	375.514411	903460.05	953932.06

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COOR_ESTE	COOR_NORTE
RT412	Agua Clara	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	703.928939	880044.12	954008.16
Rt151	Santa Ana	ESPINAL	Tolima	RT	348.343817	909139.32	954009.09
PL-17	Agua Clara	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	704.952521	880048.14	954015.47
CT-105	Hijo Del Valle	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	621.716018	883124.73	954057.57
RT398	Hijo Del Valle	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	619.368405	883313.32	954116.76
Rt103	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	509.404	890081.2	954126.19
Rt28	Las Mercedes El Oval	GUAMO	Tolima	RT	395.864626	898941.68	954197.08
CT-138	Montalvo	ESPINAL	Tolima	APIQUE	315.68964	914965.48	954229.63
Rt114	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	399.540093	894853.78	954269.73
CT-111	Cabuyal	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	616.669852	884966.49	954270.17
RT439	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	399.881315	894486.97	954274.22
RT440	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	399.767937	895518.76	954305.74
RT379	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	522.47254	890155.8	954319.04
RT397	Hijo Del Valle	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	611.351596	883722.12	954480.55
RT378	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	523.786994	890185.97	954482.62
RT377	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	519.15655	890230.45	954708
Rt115	Las Mercedes	GUAMO	Tolima	RT	400.018136	896037.83	954762.8
PL-14	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	452.844246	892364.91	954881.6
Rt118	Las Mercedes	GUAMO	Tolima	RT	398.906791	897287.01	954912.19
Rt09	Trinidad	ESPINAL	Tolima	RT	386.273303	902608.41	954948.99
RT422	Cabuyal	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	600.018782	885001.33	954963.59
Rt10	Trinidad	ESPINAL	Tolima	RT	387.723329	902512.61	955011
CT-137	Pascual Aldana y Andagoya	ESPINAL	Tolima	APIQUE	312.004995	915351.83	955061.75
RT376	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	511.703399	890497.54	955062.24
RT396	Hijo Del Valle	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	609.451799	883979.94	955070.33
CT-106	Hijo Del Valle	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	601.812947	884298.22	955085.18
Rt116	Las Mercedes	GUAMO	Tolima	RT	399.999971	896590.48	955133.19
CT-133	El Paraíso	FLANDES	Tolima	APIQUE	301.841051	917285.79	955195.97
CT-01	Trinidad	ESPINAL	Tolima	APIQUE	392.889566	902098.67	955210.81
PL-15	Cerro Gordo	GUAMO	Tolima	RT	438.61557	892075.46	955227.7
Rt161	Patio Bonito	ESPINAL	Tolima	RT	325.346792	912471.21	955254.32

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
CT-113	La Flor	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	524.078022	890057.24	955298.92
RT395	Hijo Del Valle	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	601.625848	884387.35	955459.44
CT-132	Camala	FLANDES	Tolima	APIQUE	301.322681	916237.75	955510.62
RT375	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	531.204895	889885.4	955641.22
Rt160	Camala	FLANDES	Tolima	RT	325.27747	912277.39	955657.53
Rt117	Las Mercedes	GUAMO	Tolima	RT	400.85161	897068.12	955699.21
Rt162	Camala	FLANDES	Tolima	RT	324.998437	913125.32	955722.78
CT-134	El Paraíso	FLANDES	Tolima	APIQUE	300.14316	917691	955786.02
RT374	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	525.463698	889957.74	955981.16
Rt152	Santa Ana	ESPINAL	Tolima	RT	349.430838	908571.84	956079.71
Rt102	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	539.828776	890062.2	956107.28
PL-05	Santa Rosa	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	698.434457	878016.32	956151.84
PL-05	Santa Rosa	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	698.434254	878016.33	956151.84
PL-06	El Capote	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	661.603401	879573.94	956172.4
Rt54	El Capote	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	673.029663	878770.62	956177.42
CT-123	Camala	FLANDES	Tolima	APIQUE	324.998671	912805.36	956216.25
CT-135	El Paraíso	FLANDES	Tolima	APIQUE	299.998856	918247.5	956222.93
Rt81	Santa Rosa	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	678.035611	878220.07	956228.23
Rt159	Peladero	ESPINAL	Tolima	RT	325.005377	912355.54	956234.82
RT373	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	538.305933	890077.92	956301.21
PL-31	Las Mercedes	GUAMO	Tolima	RT	410.46264	898128.47	956538.2
RT372	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	540.513015	890151.34	956563.96
Rt08	San Francisco Centro	ESPINAL	Tolima	RT	399.820921	900715	956574.71
RT394	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	608.859142	884763.2	956656.56
Rt82	El Capote	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	650.174368	880436.87	956668.76
CT-148	San Juan Bajo	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1257.84206	865241.7	956742.23
Rt80	Santa Rosa	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	701.440938	877301.08	956759.22
CT-147	San Juan Bajo	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1323.07081	864612.19	956775.08
CT-80	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	537.491481	889991.27	956792.36
PL-07	La Manga	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	734.772171	882286.42	956800.33
Rt53	Santa Rosa	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	700.51004	877299.39	956828.78
CT-143	San Juan Bajo	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1588.01427	863119.56	956834.2

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
CT-146	Alto De San Pedro	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1406.44965	864127.68	956835.76
Rt158	Peladero	ESPINAL	Tolima	RT	324.845296	912092.96	956908.9
CT-142	San Juan Bajo	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1618.35894	862919.33	956910.97
CT-145	Alto De San Pedro	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1448.95819	863820	956922.85
Rt56	El Capote	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	650.036202	880554.29	956926.11
CT-136	El Paraíso	FLANDES	Tolima	APIQUE	298.642794	918824.6	956926.17
RT371	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	543.567694	890050.92	956937.52
CT-144	San Juan Bajo	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1480.9607	863607.68	956953.07
Rt57	La Manga	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	648.323793	881623.43	956973.73
RT393	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	611.021433	884854.47	957024.64
RT300	La Manga	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	641.985028	881395.34	957026.62
Rt07	San Francisco Centro	ESPINAL	Tolima	RT	410.213275	900283.3	957040.84
CT-149	San Juan Bajo	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1196.33622	865677.11	957077.59
Rt79	Santa Rosa	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	707.91727	877148.94	957194.96
CT-379	Guasimito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	649.164311	880094.03	957227.59
RT301	La Manga	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	647.481686	881705.5	957241.53
Rt100	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	549.918318	890915.14	957255.06
Rt153	Santa Ana	ESPINAL	Tolima	RT	349.44154	908740.53	957283.36
CT-122	Camala	FLANDES	Tolima	APIQUE	312.913656	915005.52	957332.25
RT392	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	602.638223	885077.84	957349.88
CT378	Guasimito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	662.586365	879810.5	957358.64
PL-04	Santa Rosa	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	733.756711	877022.18	957375.19
PL-04	Santa Rosa	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	733.742709	877022.24	957375.2
CT-153	Alto De San Pedro	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1477.34878	863774.4	957385.15
CT-154	Alto De San Pedro	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1479.84154	863913.28	957391.76
CT-81	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	575.398294	889899.52	957412.13
CT-155	Alto De San Pedro	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1499.93251	864039.14	957418.76
CT-150	San Juan Bajo	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1105.90147	866432.61	957430.93
Rto6	San Francisco Centro	ESPINAL	Tolima	RT	415.049127	899980.61	957447.83
CT-152	Alto De San Pedro	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1462.37195	863818.55	957470.93

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COOR_ESTE	COOR_NORTE
RT391	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	599.951053	885274.32	957514.74
CT-156	Alto De San Pedro	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1453.977	864516.69	957557.53
Rt101	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	576.478436	889884.94	957558.63
CT-157	Alto De San Pedro	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1452.293	864625.14	957598.73
RT302	La Manga	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	644.384737	881916.19	957600.65
CT-377	Guasimito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	652.530318	879671.49	957643.14
CT-158	Alto De San Pedro	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1443.55085	864701.47	957646.17
CT-160	Alto De San Pedro	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1429.88461	864859.84	957655.61
Rt52	Santa Rosa	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	856.587285	876287.12	957658.86
CT-159	Alto De San Pedro	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1433.92235	864759.81	957660.59
CT-376	Guasimito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	687.568991	879346.54	957664.14
CT-112	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	599.928528	885495.34	957673.45
Rt68	El Real	ROVIRA	Tolima	RT	985.173439	867603.32	957684.15
RT370	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	571.791374	890123.98	957695.41
CT-161	Alto De San Pedro	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1427.96597	864933.7	957698.89
CT-375	Guasimito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	713.586222	879152.12	957702.53
CT-151	Alto De San Pedro	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1371.11816	863796.52	957765.56
CT-162	Alto De San Pedro	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1430.37526	865006.17	957793.85
CT-374	Guasimito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	750.231827	879125.79	957830.52
Rt83	La Manga	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	643.807686	881943.02	957834.47
CT-166	Alto De San Pedro	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1293.1755	865430.07	957835.92
PL-08	La Manga	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	649.558137	882383.73	957867.48
Rt157	Agua Blanca Sector de la Dulce	ESPINAL	Tolima	RT	325.501711	911172.19	957873.6
CT-167	San Roque	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1059.94334	866577.16	957879.22
CT-163	Alto De San Pedro	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1406.10058	865097.4	957908.74
CT-178	San Roque	ROVIRA	Tolima	APIQUE	987.622716	866944.65	957913.09
CT-164	Alto De San Pedro	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1398.67807	865193.89	957929.42
CT-165	Alto De San Pedro	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1373.26513	865281.82	957937.41
CT-150	Alto De San Pedro	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1382.27359	863600.51	957938.09

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
Rt156	Agua Blanca Sector de la Dulce	ESPINAL	Tolima	RT	331.819726	910452.76	957957.6
Rt69	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	RT	901.856485	869267.91	957973.55
RT369	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	577.146752	889941.26	957974.15
Rt99	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	559.361496	890944.1	958044.77
Rt78	Santa Rosa	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	720.824788	876450.19	958085.7
Rt155	Agua Blanca Sector de la Dulce	ESPINAL	Tolima	RT	340.178977	909808.18	958091.07
CT-373	Guasimito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	785.904035	879073.9	958099.22
CT-82	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	587.840297	889836.5	958201.75
RT390	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	597.825619	886016.98	958208.79
RT303	La Manga	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	649.668519	882251.38	958273.24
Rt154	Agua Blanca Baja Sector La Morena	ESPINAL	Tolima	RT	348.270841	908960.71	958296.18
CT-60	Santa Rosa	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	739.402585	876079.2	958333.73
RT368	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	600.435082	889890.39	958378.07
RT389	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	600.000227	886280.09	958381.2
Rt70	La Retirada	ROVIRA	Tolima	RT	883.895968	870129.19	958432.11
CT-372	Guasimito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	830.820855	879110.17	958475.73
RT304	La Manga	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	647.9912	882474.11	958524.36
RT316	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	594.188252	885744.32	958532.41
CT-121	Camala	FLANDES	Tolima	APIQUE	300.082312	917147.13	958565.1
RT367	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	598.587108	889790.14	958600.16
Rt60	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	600.017633	886401.23	958657.28
CT-371	Guasimito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	874.992368	879371.92	958657.49
RT315	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	594.993215	885811.03	958713.72
Rt84	La Manga	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	643.470526	882711.14	958735.45
RT319	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	602.984316	886525.55	958745.11
RT318	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	597.243492	886259.72	958755.61
CT-118	El Paraíso	FLANDES	Tolima	APIQUE	300.003491	917529.79	958804.34
CT-129	El Paraíso	FLANDES	Tolima	APIQUE	302.921253	916470.77	958874.48

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
Rt90	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	597.392494	886288.3	958885.57
CT-120	El Paraíso	FLANDES	Tolima	APIQUE	300.00021	919337.17	958888.65
CT-119	El Paraíso	FLANDES	Tolima	APIQUE	298.761815	919830.64	958903.55
Rt76	Santa Rosa	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	756.152205	875398.33	958907.96
RT320	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	614.051941	886741.07	958948.51
Rt98	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	600.923051	890309.46	958961.59
RT306	La Manga	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	631.793137	883653.21	958969.29
305	La Manga	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	625.089137	883131.23	958974.63
RT366	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	600.676139	889828.94	958978.79
RT317	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	597.784488	886107.2	959089.47
RT321	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	619.652982	886946.78	959144.02
Rt85	La Manga	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	615.588731	883677.06	959149.79
RT314	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	599.867245	885892.64	959153.15
Rt163	Camala	FLANDES	Tolima	RT	318.31045	914963.98	959176.97
PL-09	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	637.621033	884270.64	959189.32
RT365	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	601.858733	889865.6	959194.64
Rt91	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	623.733477	887051.34	959196.7
CT-128	El Paraíso	FLANDES	Tolima	APIQUE	308.175383	915868.48	959232.02
CT-370	Tierras Blancas	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	919.816252	879631.61	959296.76
RT307	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	628.422004	884286.48	959334.45
PL-13	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	598.21795	886090.68	959343.12
Rt59	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	598.209964	886090.12	959348.47
Rt71	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	RT	876.61577	870586.15	959358.32
RT322	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	619.902204	887094	959369.55
Rt86	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	643.982055	884511.96	959423.84
RT323	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	609.048817	887077.81	959453.89
PL-12	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	607.910694	887078.47	959461.76
RT313	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	598.918104	886004.94	959473.37
RT362	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	600.645804	890133.57	959484.22
CT-87	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	623.820058	887191.07	959504.99
RT308	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	648.153741	884677.82	959526.26

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COOR_ESTE	COOR_NORTE
RT360	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	593.580719	890661.26	959536.21
RT309	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	678.271815	884920.71	959552.56
Rt75	Santa Rosa	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	790.786992	874568.66	959579.53
RT324	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	592.064829	887075.84	959583.81
RT364	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	601.853682	889833.04	959620.12
CT-369	Tierras Blancas	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	928.100206	879593.09	959632.27
CT-127	El Paraíso	FLANDES	Tolima	APIQUE	312.05706	915681.07	959656.14
Rt89	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	604.539605	885939.49	959671.68
CT-194	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1001.5099	868340.43	959674.5
RT310	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	694.620592	885095.61	959776.27
CT-180	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1005.21087	868183.43	959777.06
Rt88	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	676.952126	884921.89	959786.88
RT361	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	605.220088	890212.28	959791.56
RT359	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	600.2565	890500.4	959806.06
CT-195	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	976.802631	868514.97	959815.22
RT312	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	614.491608	885846.95	959819.04
PL-35	La Chapa	ROVIRA	Tolima	RT	817.299291	873221.36	959826.19
Rt74	La Chapa	ROVIRA	Tolima	RT	817.297923	873221.36	959826.19
CT-181	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1026.00449	867986.74	959844.04
CT-368	Tierras Blancas	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	954.106904	879525.46	959851.99
CT-182	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1077.34314	867834.94	959858.81
Rt58	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	622.111681	885774.64	959891.33
CT-183	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1068.85652	867652.31	959899.67
CT-193	Manga Alta	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1356.0407	866448.37	959908.87
CT-184	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1067.11179	867526.77	959943.19
PL-26	La Chapa	ROVIRA	Tolima	RT	813.584341	872611.81	959971.08
CT-196	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	946.979297	868794.06	959971.46
RT311	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	666.42559	885494.07	959979.61
CT-196	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	957.595612	868611.75	959983.95
CT-367	Tierras Blancas	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	949.129344	879741.12	960003.65
Rt97	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	614.403269	890228.94	960009.67

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
CT-185	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1075.29742	867395.1	960012.54
RT363	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	625.060962	889840.14	960053.54
Rt72	La Chapa	ROVIRA	Tolima	RT	825.214412	872324.41	960059.71
RT358	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	607.352489	890400.37	960079.84
CT-186	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1103.00052	867217.52	960081.42
CT-192	Manga Alta	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1312.66217	866473.96	960093.72
CT-131	El Paraíso	FLANDES	Tolima	APIQUE	307.546634	916343.41	960129.49
RT357	La Flor	SAN LUIS	Tolima	RT	624.826516	890083.52	960178.68
CT-366	Tierras Blancas	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	990.132259	879719.68	960199.66
CT-197	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	975.728023	868816.08	960226.34
CT-191	Manga Alta	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1272.83793	866509.46	960250.21
CT-130	El Paraíso	FLANDES	Tolima	APIQUE	300.020754	917829.41	960256.78
CT-187	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1115.79346	867119.09	960263.37
CT-365	Tierras Blancas	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	986.048501	879872.65	960279.16
RT356	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	625.397048	889898.94	960319.08
CT-199	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1015.82207	868563.67	960321.67
CT-198	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	988.973333	868721.28	960327.26
CT-200	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1026.99615	868469.2	960340.12
CT-201	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1052.94497	868269.05	960394.89
CT-189	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1173.18331	866851.92	960400.47
CT-188	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1152.52877	866982.34	960415.11
CT-202	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1075.72767	868113.47	960434.73
CT-190	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1217.2062	866557.29	960436.3
CT-203	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	975.8646	868887.33	960466.73
PL-10	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	RT	738.249161	885508.15	960468.62
CT-253	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1310.88701	876364.77	960469.78
CT-204	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	973.426059	868986.82	960514.15
CT-126	Topacio	FLANDES	Tolima	APIQUE	314.720993	915609.78	960551.99
CT-364	Tierras Blancas	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	994.541959	879805.1	960560.54
CT-83	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	625.36172	889872.71	960570.32
CT-252	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1365.54927	876520.66	960610.87
RT355	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	625.221701	889812.15	960616.92

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
CT-205	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	973.356247	869040.03	960649.62
CT-363	Tierras Blancas	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	994.160333	879863.15	960707.88
CT-362	Tierras Blancas	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1010.87531	879858.45	960763.58
RT354	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	625.152402	889789.36	960784.74
CT-206	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	981.399429	869094.12	960796.79
CT-251	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1428.14033	876659.97	960835.38
Rt96	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	625.190585	889747.73	960836.44
RT353	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	624.697968	889621.69	960846.7
CT-207	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	989.614429	869195.59	960881.04
CT-208	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	991.180504	869283.16	960903.3
CT-361	Tierras Blancas	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1033.98688	879770.23	960910.51
RT325	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	625.05398	887857.56	960963.36
CT-209	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	982.348516	869403.98	960971.46
CT-77	La Chapa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	929.237597	872096.09	961005.98
RT352	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	624.979344	889611.55	961013.08
CT-360	Tierras Blancas	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1089.50017	879574.37	961026.46
CT-250	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1451.98917	876516.91	961044.22
RT326	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	625.414047	887932.38	961096.47
CT-210	San Javier La Troja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	973.903016	869500.53	961131.14
CT-59	Manga Baja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	992.902756	869365.7	961180.3
Rt93	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	625.185228	887996.26	961182.2
CT-359	Tierras Blancas	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1138.82474	879396.06	961189.73
CT-249	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1479.30779	876347.87	961201.25
CT-76	La Chapa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	904.87444	871811.7	961211.02
RT327	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	625.060026	888057.4	961233.97
RT351	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	625.983183	889875.64	961249.98
RT328	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	625.704186	888229.54	961286.98
CT-450	Topacio	FLANDES	Tolima	APIQUE	313.045145	915818.3	961320.58
RT329	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	626.177327	888270.93	961321.89
CT-248	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1487.68258	876241.79	961329.48
RT330	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	625.859128	888202.64	961358.3
CT-79	La Chapa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	977.67746	872583.36	961376.09
CT-358	Tierras Blancas	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1157.99535	879272.89	961405.01

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
CT-247	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1500.80594	876166.46	961435.06
CT-78	La Chapa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	965.710306	872023.36	961462.33
RT350	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	628.757801	889869.08	961463.68
CT-220	San Javier La Troja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1027.50945	869320.87	961482.09
RT331	El Hobo	SAN LUIS	Tolima	RT	626.109135	888211.65	961498.27
CT-58	San Javier La Troja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1026.04194	869400.18	961542.78
RT342	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	638.669871	889398.28	961558.89
CT-357	Tierras Blancas	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1196.95447	879150.25	961565.03
RT332	El Hobo	SAN LUIS	Tolima	RT	628.890286	888327.15	961570.09
CT-283	La Chapa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1451.3647	874915.61	961581.46
CT-284	La Chapa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1468.52997	874773.23	961608.45
CT-61	El Salitre	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	828.0484	884006.57	961625.03
CT-246	La Chapa	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1518.24145	876175.81	961632.71
RT349	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	632.561072	889820.04	961635.45
PL-11	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	632.578751	889820.41	961637.01
CT-84	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	633.238209	889803.46	961648.43
PL-17A	El Salitre	SAN LUIS	Tolima	RT	779.268601	884142.01	961657.72
CT-285	La Chapa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1497.64093	874632.37	961660.11
RT333	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	639.509307	888545.28	961663.26
PL-14A	San Javier La Troja	ROVIRA	Tolima	RT	1077.01892	869435.24	961677.91
CT-449	Paradero	FLANDES	Tolima	APIQUE	307.073658	916360.19	961686.47
CT-219	San Javier La Troja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1104.5154	869129.83	961688.47
CT-62	El Salitre	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	786.299492	884106.59	961690.64
Rt165	Puerta Blanca - Camala	FLANDES	Tolima	RT	325.283996	911229.14	961694.78
CT-286	La Chapa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1520.92529	874582.1	961732.29
CT-356	Tierras Blancas	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1225.56025	879065.84	961747.91
RT348	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	631.491673	889906.97	961752.03
CT-246	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1558.20551	876217.68	961760.07
Rt67	La Chapa	ROVIRA	Tolima	RT	946.98887	871800.02	961772.78
RT347	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	640.112451	889670.49	961794.41
CT-218	San Javier La Troja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1128.63015	868941.09	961796.92
CT-73	La Chapa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1008.6802	872580.66	961842.16
Rt66	La Laguna-Andes	ROVIRA	Tolima	RT	918.805702	871676.91	961852.11
CT-63	El Salitre	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	791.393985	883949.53	961869.04

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
CT-257	La Chapa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1512.64344	875990.65	961874.72
CT-258	La Chapa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1486.06289	875852.98	961877.86
CT-287	La Chapa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1556.10922	874604.8	961879.56
Rt192	Buenos Aires	ROVIRA	Tolima	RT	1902.87042	859534.6	961895.6
RT334	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	647.957151	888680.61	961903.9
CT-74	La Chapa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	999.518466	872185.98	961928.77
RT341	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	650.16466	889230.67	961940.86
CT-242	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1574.07284	876664.28	961945.69
CT-217	San Javier La Troja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1145.98622	868808.71	961949.34
CT-245	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1583.58644	876190.85	961957.73
CT-243	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1575.56696	876504.27	961961.25
RT346	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	645.376009	889673.12	961981.35
CT-437	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	601.03046	892195.04	962007.67
PL-16A	La Chapa	ROVIRA	Tolima	RT	1014.40746	872667.27	962011.62
CT-435	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	617.221342	891743.67	962015.17
CT-57	La Laguna-Andes	ROVIRA	Tolima	APIQUE	973.562971	869508.88	962028.04
CT-244	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1585.60179	876388.47	962028.21
CT-241	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1579.13309	876841.21	962049.02
CT-53	La Luisa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1150.80296	865792.18	962052.21
CT-254	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1588.92655	876116.54	962065.94
Rt166	Puerta Blanca - Camala	FLANDES	Tolima	RT	325.920652	910304.54	962081.52
CT-355	Tierras Blancas	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1260.64699	879007.82	962084.56
RT335	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	649.972021	888744.87	962089.25
CT-259	La Chapa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1499.37005	875793.7	962091.3
CT216	San Javier La Troja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1138.68554	868842.77	962094.07
CT-240	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1576.59421	876902.81	962141.49
CT-214	San Javier La Troja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1107.79282	868395.81	962156.88
RT344	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	650.253374	889514.69	962158.32
CT-436	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	610.507825	891935.64	962158.61
CT-55	La Luisa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1163.16539	868235.23	962168.24
Rt164	Topacio	FLANDES	Tolima	RT	325.102331	913757.66	962180.58
Rt94	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	650.367223	888770.21	962195.72
CT-64	El Salitre	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	758.395506	883916.06	962210.1

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COOR_ESTE	COOR_NORTE
RT345	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	649.757524	889628.22	962219.37
CT-288	La Chapa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1539.50373	874593.15	962228.5
CT-86	El Hobo	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	650.795284	888790.43	962236.21
CT-448	Paradero	FLANDES	Tolima	APIQUE	301.477307	916939.18	962245.84
CT-434	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	625.325561	891553.17	962263.35
CT-280	La Chapa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1494.55561	875610.29	962284.09
RT340	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	650.613132	889186.06	962284.13
PL-27	La Laguna-Andes	ROVIRA	Tolima	RT	1125.56356	868667.23	962290.48
CT-215	San Javier La Troja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1154.42078	868889.74	962293.49
CT-239	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1574.77459	876713.5	962296.09
CT-56	San Javier La Troja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1137.20565	868278.64	962318.72
CT-354	San Jacinto	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1308.94989	878832.05	962325.87
CT-255	La Chapa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1566.67442	876027.37	962349.84
RT336	El Hobo	SAN LUIS	Tolima	RT	652.238566	888832.61	962350.28
CT-54	La Luisa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1127.8546	866088.8	962380.49
CT-228	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1520.86809	877540.9	962390.48
Rt95	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	650.716025	889375.43	962392.01
CT-75	La Chapa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1009.0666	873019.46	962395.44
CT-125	Paradero	FLANDES	Tolima	APIQUE	300.008392	918160.53	962406.81
CT-238	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1575.46447	876626.59	962413.59
CT-433	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	625.272101	891370.29	962430.56
CT-211	La Luisa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1134.398	866511.3	962447.53
CT-65	El Salitre	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	770.636158	884039.76	962452.64
CT-237	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1577.3398	876598.01	962453.26
RT343	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	651.092053	889217.45	962458.66
CT-256	El Golupo	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1555.90382	875936.36	962460.47
CT-124	Paradero	FLANDES	Tolima	APIQUE	300.005868	920093.03	962481.79
CT-229	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1546.45052	877113.79	962493.4
CT-281	El Golupo	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1538.86232	875431.86	962495.58
Rt 191	Buenos Aires	ROVIRA	Tolima	RT	1870.92424	859806.27	962501.67
CT-289	La Chapa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1579.3998	874744.96	962535.22
CT-213	San Javier La Troja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1070.32723	867826.94	962549.94
CT-230	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1565.61062	876987.72	962564.35
CT-432	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	625.846247	891157.68	962565.49

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
CT-353	San Jacinto	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1349.13544	878608.17	962571.13
CT-85	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	650.840574	889197.38	962577.61
CT-228	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1513.78511	877313.83	962579.1
RT339	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	RT	652.004825	889032.69	962603.21
CT-236	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1592.04293	876605.21	962606.72
RT337	El Hobo	SAN LUIS	Tolima	RT	653.28162	888837.1	962631.55
CT-227	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1472.59553	877666.92	962639.03
CT-212	San Javier La Troja	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1084.72666	867256.24	962643.18
PL-13A	San Javier La Troja	ROVIRA	Tolima	RT	1051.86715	867720.93	962688.26
CT-282	El Golupo	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1574.24681	875225.5	962729.03
CT-231	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1582.5218	876952.12	962741.96
CT-235	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1610.12816	876614.05	962760.33
CT-352	San Jacinto	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1374.99018	878521.99	962770.54
CT-95	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1449.62489	878102.98	962774.24
CT-431	Caracolí	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	632.684615	890907.86	962774.8
RT338	El Hobo	SAN LUIS	Tolima	RT	651.9154	888955.4	962802.12
Rt211	Buenos Aires	ROVIRA	Tolima	RT	2387.46507	857711.97	962852.79
PL-28	La Chapa	ROVIRA	Tolima	RT	1583.14808	874917.71	962914.02
Rt193	Buenos Aires	ROVIRA	Tolima	RT	1929.02582	859236.53	962938.5
CT-234	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1633.66174	876715.53	962941.32
CT-340	El Salitre	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1232.2856	879524.22	962944.65
CT-72	Boquerón	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1023.8451	873020.31	962971.8
Marca de posición s*	La Islandia	ROVIRA	Tolima	RT	2386.57957	857212.39	962984.56
CT-339	El Salitre	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1240.41791	879634.72	962997.57
CT-66	El Salitre	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	796.063964	884160.83	963026.97
Rt65	Boquerón	ROVIRA	Tolima	RT	949.816318	872318.04	963040.23
Rt64	Boquerón	ROVIRA	Tolima	RT	998.370528	872684.42	963047.3
Rt64	Boquerón	ROVIRA	Tolima	RT	997.834938	872682.75	963047.91
CT-233	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1687.44613	876653.11	963169.6
CT-96	San Jacinto	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1425.03865	878412.05	963222.35
CT-338	El Salitre	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1283.00566	879506.67	963238.6
CT-290	La Chapa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1350.60765	874427.33	963334.86
CT-346	San Jacinto	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1372.85672	878646.93	963348.09

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
CT-232	Vallecito	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1730.56101	876639.35	963367.19
CT-337	El Salitre	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1301.43619	879647.05	963404.89
Rt196	Buenos Aires	ROVIRA	Tolima	RT	2003.18683	858784.71	963456.11
CT-67	El Salitre	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	811.315762	884049.65	963471.36
Rt194	La Divisa	ROVIRA	Tolima	RT	1946.4759	859910.6	963489.02
CT-347	San Jacinto	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1396.61428	878537.95	963537.25
Rt200	Buenos Aires	ROVIRA	Tolima	RT	2098.81191	858432.46	963538.09
CT-71	La Chapa	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1476.86081	874782.29	963538.81
Rt195	La Divisa	ROVIRA	Tolima	RT	1974.81838	859397.08	963545.64
CT-344	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1359.77605	879011.02	963568.46
CT-226	La Laguna-Andes	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1180.82454	871854.08	963569.88
PL-02	Buenos Aires	ROVIRA	Tolima	RT	2078.81575	858462.91	963589.77
CT-345	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1370.65509	878920.63	963615.75
CT-343	El Salitre	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1347.90522	879135.67	963624.42
CT-336	El Salitre	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1316.93423	879690.2	963632.52
CT-97	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1375.52191	878671.72	963639.81
CT-98	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1300.29741	879421.2	963644.89
Rt209	La Islandia	ROVIRA	Tolima	RT	2295.9922	856678.95	963645.69
CT-291	Boquerón	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1147.50711	873389.66	963654.66
CT-348	San Jacinto	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1430.60926	878380.79	963681.28
CT-447	Paradero	FLANDES	Tolima	APIQUE	300.000086	920429.98	963696.06
Rt201	Buenos Aires	ROVIRA	Tolima	RT	2099.83271	858182.89	963697.05
CT-341	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1315.25777	879346.39	963712.87
Rt198	Buenos Aires	ROVIRA	Tolima	RT	2023.05949	858547.73	963739.25
Rt63	Boquerón	ROVIRA	Tolima	RT	1080.95407	872984.11	963749.24
CT-342	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1326.63807	879160.34	963755.63
CT-335	El Salitre	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1307.35308	879601.58	963764.87
Rt204	La Islandia	ROVIRA	Tolima	RT	2142.25258	857713.03	963782.96
CT-225	La Laguna-Andes	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1225.85364	871309.28	963812.82
Rt62	Boquerón	ROVIRA	Tolima	RT	1069.29145	872717.26	963829.02
PL-3	La Divisa	ROVIRA	Tolima	RT	1975.66536	858619.69	963831.92
Rt199	La Divisa	ROVIRA	Tolima	RT	2033.01367	859012.47	963857.36
CT-224	La Laguna-Andes	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1288.72347	870940.83	963859.55
CT-349	San Jacinto	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1399.12743	878255.55	963949.18
CT-334	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1300.61513	879793.12	963976.31

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
CT-223	La Laguna-Andes	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1306.97236	870714.14	963981.59
CT-221	La Laguna-Andes	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1384.00512	870232.53	964033.38
CT-222	La Laguna-Andes	ROVIRA	Tolima	APIQUE	1339.69928	870475.98	964034.98
CT-99	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1366.36848	879468.08	964085.69
PL-23	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	RT	1366.10311	879466.23	964085.7
Rt205	La Islandia	ROVIRA	Tolima	RT	2166.08355	857490.04	964103.78
Marca de posición s*	La Islandia	ROVIRA	Tolima	RT	2238.18084	857328.22	964155.14
PL-01	La Islandia	ROVIRA	Tolima	RT	2245.71044	857332.2	964184.32
CT-350	San Jacinto	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1488.92208	878066.5	964215.24
CT-333	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1294.25869	880221.86	964248.31
Rt202	La Islandia	ROVIRA	Tolima	RT	2073.56895	858516.63	964372.45
CT-304	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1134.81347	881882.17	964444.73
CT-332	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1269.5192	880519.28	964454.68
CT-303	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1122.63537	882036.17	964489.57
CT-103	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1102.83413	882191.41	964500.94
CT-305	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1170.01654	881599.7	964516.62
CT-306	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1187.91061	881376.24	964520.1
CT-102	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1201.71935	881170.28	964537.07
CT-351	San Jacinto	VALLE DE SAN JUAN	Tolima	APIQUE	1545.40224	877900.56	964556.63
Rt207	La Islandia	ROVIRA	Tolima	RT	2189.94172	857666.93	964564.92
CT-100	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1290.74076	880080.39	964587.45
CT-446	Paradero	FLANDES	Tolima	APIQUE	299.999863	920683.41	964639.55
CT-445	Paradero	FLANDES	Tolima	APIQUE	285.501611	921992.85	964667.23
Rt203	La Islandia	ROVIRA	Tolima	RT	2247.45344	858078.33	964668.02
Rt197	La Divisa	ROVIRA	Tolima	RT	2180.55061	859096.85	964691.51
CT-307	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1200.6265	881076.52	964704.52
CT-301	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1044.73104	882409.25	964789.75
CT-302	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1053.59693	882167.42	964790.38
CT-69	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	732.363005	884560.27	964878.04
CT-308	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1226.81531	880782.88	964890.61
Rt208	La Islandia	ROVIRA	Tolima	RT	2303.78014	857058.48	964904.39
CT-444	Paradero	FLANDES	Tolima	APIQUE	300.029128	921463.52	964915.36
PL-18A	Payande	SAN LUIS	Tolima	RT	801.066301	885724.29	964924.71
CT-70	Payande	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	833.644455	885915.3	964996.95
CT-300	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1057.21895	882391.72	965006.9
CT-68	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	849.704685	884203.61	965008.48

IDENTIFICACIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DPTO.	SÍMBOLO	COTA	COORD. ESTE	COORD. NORTE
CT-299	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1008.45981	882735.29	965042.86
CT-309	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1270.41595	880687.08	965085.07
CT-310	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1315.28309	880467.58	965112.21
CT-298	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	981.766521	882887	965192.93
CT-311	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1337.21285	880309.15	965237.24
CT-101	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1299.09976	880700.51	965388.12
CT-318	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1568.6421	879004.3	965438.03
CT-297	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	975.463569	882772.04	965537.57
CT-312	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1390.6916	880136.69	965557.81
CT-317	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1555.08468	879216.93	965567.37
Rt203	La Islandia	ROVIRA	Tolima	RT	2311.65016	858367.92	965642.25
CT-313	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1460.15775	879687.72	965712.63
CT-314	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1497.40354	879381.51	965787.84
CT-296	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1035.51597	882827.55	965816.6
CT-294	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	949.614108	883761.29	965883.47
CT-295	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	972.413922	883200.78	965916.74
CT-293	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	861.290121	884452.89	966328.37
CT-315	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1548.10282	879226.2	966403.38
CT-322	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1216.45005	881346.64	966529.26
CT-321	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1292.88649	880999.68	966549.38
CT-292	Payande	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	756.823242	885041.42	966568.89
CT-320	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1398.60118	880463.09	966576.94
CT-319	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1425.69058	880159.61	966668.62
CT-323	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1189.24146	881995.03	966701.75
CT-316	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1578.18165	879063.86	966733.5
CT-324	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1058.70484	882488.19	966764.01
CT-331	Payande	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	850.575122	884903.91	966833.78
CT-317	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1489.01601	879388.53	966854.62
CT-318	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1478.21412	879682.15	966855.08
CT-325	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	1001.25865	882795.63	966865.38
CT-326	Porvenir	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	949.740695	883043.7	966914.55
CT-328	Payande	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	901.167747	883860.1	966928.52
CT-330	Payande	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	855.854171	884738.23	967061
CT-327	Payande	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	933.043834	883408.66	967276.61
CT-329	Payande	SAN LUIS	Tolima	APIQUE	865.894012	884389.41	967287.24

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

De los 819 puntos (entre muestreos, observaciones y apiques) realizados en campo a las UGS de tipo deposito, o mixtas (que combinan deposito suprayaciendo la roca que lo origino) se realizaron 177 ensayos de laboratorio (dentro de la carpeta anexos, carpeta “SOPORTES”, carpeta “**RESULTADOS LABORATORIO**”), con sus respectivos datos de ubicación para ser referenciados fácilmente en la Tabla 26. En estos ensayos, se analizaron las propiedades como densidad, humedad, limites, granulometría, entre otros; dando como resultado las características descritas en las correspondientes unidades de suelos.

Debido a que esta actividad se realizó en conjunto con la componente de Edafología, en ocasiones se realizaron observaciones sobre espesores de suelo residual muy delgados y no cartografiable a escala de trabajo, para la cual prevalece el macizo rocoso. En estos casos se le dio prioridad a las observaciones y parámetros utilizados para la descripción y caracterización de Unidades Geológicas superficiales de roca.

Al finalizar el proceso de campo, muestreo, laboratorio y análisis en oficina, se obtuvieron 32 unidades geológicas superficiales definitivas, 16 de rocas y 16 de suelos, según lo expresado a la Tabla 29 y visualizado gráficamente en la Figura 149.

Así mismo, de las 77 calicatas donde se realizó 177 ensayos de laboratorio 16 corresponden en áreas de susceptibilidad de remoción en masa alta, 38 media y 23 baja, como se puede observar en la Tabla 27 y Figura 150.

Tabla 27. Susceptibilidad de remoción en masa vs. puntos de muestreo

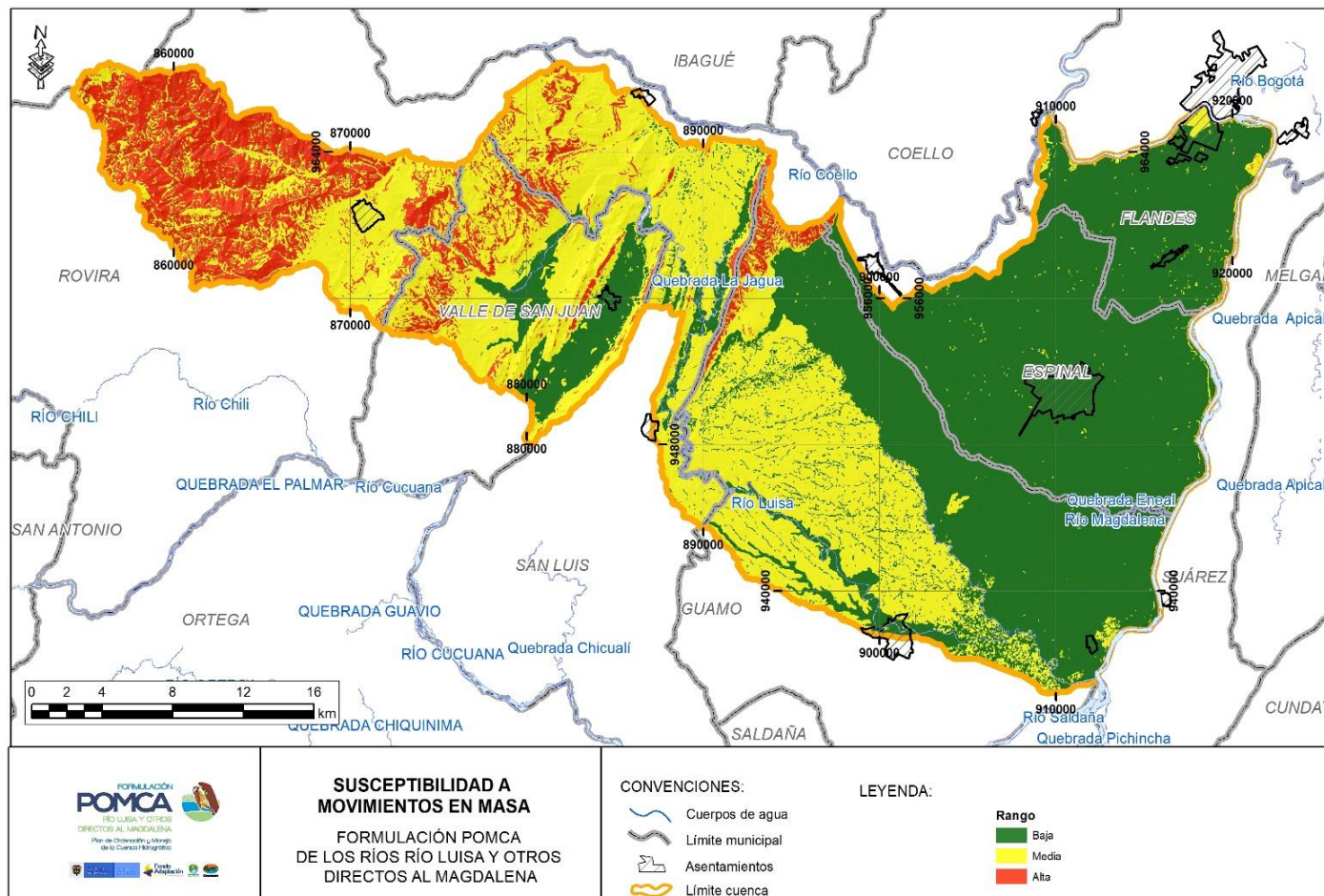
PERFIL	VEREDA	MUNICIPIO	REMO_C_MASA	COORD_ESTE	COORD_NORTE
CT-87	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Media	887191,0725	959504,9923
PL14A	San Javier La Troja	ROVIRA	Media	869435,1968	961647,1857
PL24	Porvenir	SAN LUIS	Media	879466,2332	964085,6949
PL17A-1	El Salitre	SAN LUIS	Alta	884142,0114	961657,7234
PL14A	San Javier La Troja	ROVIRA	Media	869435,1968	961647,1857
PL18	Cabuyal	VALLE DE SAN JUAN	Alta	882685,5108	950962,9999
PL21A	Pringamosal Diamante	GUAMO	Baja	898949,9087	938229,3143
PL20A	Pringamosal Guacamaya	GUAMO	Baja	893007,6043	943946,8806
PL27	La Laguna- Andes	ROVIRA	Media	868667,2154	962278,186
PL29	Topacio	FLANDES	Baja	916199,5425	964620,4567
PL13A	San Javier La Troja	ROVIRA	Media	867720,9339	962688,2627
PL23	Porvenir	SAN LUIS	Media	880700,5138	965388,1207
PL32	Guadalejos	ESPINAL	Baja	913633,8439	945598,7436
PL31	Las Mercedes	GUAMO	Baja	898128,4665	956538,1981
PL32-1	Guadalejos	ESPINAL	Baja	913633,8439	945598,7436
PL13A-1	San Javier La Troja	ROVIRA	Media	867720,9339	962688,2627
PL29-1	Topacio	FLANDES	Baja	916199,5425	964620,4567
PL29-2	Topacio	FLANDES	Baja	916199,5425	964620,4567
PL31-1	Las Mercedes	GUAMO	Baja	898128,4665	956538,1981
PL21	La Chamba	GUAMO	Baja	912794,0346	936049,864

PERFIL	VEREDA	MUNICIPIO	REMOC_MASA	COOR_ESTE	COOR_NORTE
PL03	Buenos Aires	ROVIRA	Media	859814,2414	962480,5437
PL19	La Chamba	GUAMO	Baja	911966,4487	936312,6201
PL33	Serrezuela Paraíso	GUAMO	Baja	907870,8336	938415,4254
PL01	La Islandia	ROVIRA	Baja	857324,1688	964174,5038
PL08	La Manga	VALLE DE SAN JUAN	Media	882383,7267	957865,3276
PL11	Caracolí	SAN LUIS	Media	889820,4095	961636,7305
PL17	Agua Clara	VALLE DE SAN JUAN	Alta	880048,1433	954015,4693
PL08-1	La Manga	VALLE DE SAN JUAN	Media	882383,7267	957865,3276
PL15	Cerro Gordo	GUAMO	Alta	892075,6111	955227,5747
PL18-1	Cabuyal	VALLE DE SAN JUAN	Alta	882685,5108	950962,9999
PL04	Santa Rosa	VALLE DE SAN JUAN	Media	877022,2428	957375,0747
PL17-1	Agua Clara	VALLE DE SAN JUAN	Alta	880048,1433	954015,4693
PL07	La Manga	VALLE DE SAN JUAN	Alta	882286,6625	956800,3266
PL09	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Alta	884270,6996	959189,0468
PL10	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Alta	885508,3036	960468,4938
PL14	Cerro Gordo	GUAMO	Alta	892365,121	954881,6032
PL16	Cerro Gordo	GUAMO	Media	892755,9927	952755,3434
PL16-1	Cerro Gordo	GUAMO	Media	892755,9927	952755,3434
PL17-2	Agua Clara	VALLE DE SAN JUAN	Alta	880048,1433	954015,4693
PL08-2	La Manga	VALLE DE SAN JUAN	Media	882383,7267	957865,3276
PL05	Santa Rosa	VALLE DE SAN JUAN	Media	878016,5066	956151,8385
PL16-2	Cerro Gordo	GUAMO	Media	892755,9927	952755,3434
PL11-1	Caracolí	SAN LUIS	Media	889820,4095	961636,7305
PL12	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Alta	887078,7459	959461,5145
PL11-2	Caracolí	SAN LUIS	Media	889820,4095	961636,7305
PL27-1	La Laguna- Andes	ROVIRA	Media	868667,2154	962278,186
PL29-3	Topacio	FLANDES	Baja	916199,5425	964620,4567
PL16A	La Chapa	ROVIRA	Media	872667,2694	962011,6213
PL26	La Chapa	ROVIRA	Alta	872611,8116	959971,0843
PL16A-1	La Chapa	ROVIRA	Media	872667,2694	962011,6213
PL23-1	Porvenir	SAN LUIS	Media	880700,5138	965388,1207
PL23-2	Porvenir	SAN LUIS	Media	880700,5138	965388,1207
PL26-1	La Chapa	ROVIRA	Alta	872611,8116	959971,0843
PL29-4	Topacio	FLANDES	Baja	916199,5425	964620,4567
PL27-2	La Laguna- Andes	ROVIRA	Media	868667,2154	962278,186
PL29-5	Topacio	FLANDES	Baja	916199,5425	964620,4567
PL24-1	Porvenir	SAN LUIS	Media	879466,2332	964085,6949

PERFIL	VEREDA	MUNICIPIO	REMOC_MASA	COOR_ESTE	COOR_NORTE
PL24-2	Porvenir	SAN LUIS	Media	879466,2332	964085,6949
PL29-6	Topacio	FLANDES	Baja	916199,5425	964620,4567
PL28	La Chapa	ROVIRA	Media	874427,3282	963334,8565
PL16A-2	La Chapa	ROVIRA	Media	872667,2694	962011,6213
PL24-3	Porvenir	SAN LUIS	Media	879466,2332	964085,6949
PL27-3	La Laguna- Andes	ROVIRA	Media	868667,2154	962278,186
PL27-4	La Laguna- Andes	ROVIRA	Media	868667,2154	962278,186
PL24-4	Porvenir	SAN LUIS	Media	879466,2332	964085,6949
PL02	Buenos Aires	ROVIRA	Baja	859539,31	961852,6817
PL17A	El Salitre	SAN LUIS	Alta	884142,0114	961657,7234
PL18A	Payande	SAN LUIS	Media	885736,6269	964924,6898
PL15A	La Chapa	ROVIRA	Media	872183,2423	960085,3941
PL06	Guadalejos	ESPINAL	Baja	913633,8439	945598,7436
PL25	Cerro Gordo	GUAMO	Media	888821,2346	948931,6281
PL13	El Dinde	VALLE DE SAN JUAN	Media	886090,6757	959342,9991
PL30	Guadalejos	ESPINAL	Baja	913410,2167	947187,1607
PL20	Oriente Chipuelo	GUAMO	Baja	911519,6376	935248,9284
PL22	Chontaduro	GUAMO	Baja	902838,1444	937893,8863
PL-35	La Chapa	ROVIRA	Alta	873221,3628	959826,187
PL-34	Chontaduro	GUAMO	Baja	899283,0823	937810,4066

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Figura 150. Susceptibilidad a movimientos en masa



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

19.2. CARACTERIZACIÓN DE UNIDADES DE ROCA

Para la caracterización de las unidades de roca se usaron principalmente los siguientes parámetros: grado de meteorización e índice geológico de resistencia (GSI) que enseguida se describen.

19.2.1. Grado de meteorización

El grado de meteorización es uno de los aspectos importantes en la caracterización de las Unidades Geológicas Superficiales, se define como la descomposición física y química in situ de los materiales cercanos a la superficie de la tierra. Infiuye en la formación de los suelos residuales, estabilidad de las laderas y en la acción de los procesos erosivos, al igual que sobre las propiedades físico–mecánicas de las rocas, tales como densidad, esfuerzo a la comprensión inconfnada, porosidad, permeabilidad, deformabilidad y consistencia. Como se observa en la Figura 151, para definir el grado de meteorización de las rocas se utilizó el perfil generalizado de Dearman (Dearman, W. R., 1974, 1991).

Figura 151. Perfil de meteorización utilizado para agrupar los materiales geológicos en el mapa de unidades Geológicas superficiales. Tomado y modificado de Dearman (1974, 1991)

Unidad usada en el mapa	Grado de meteorización	Nombre	Descripción
Suelo in situ	VI	Suelo Residual	Horizonte A
			Horizonte B
			Horizonte C: Saprolito. Presencia de fragmentos y bloques de roca menor al 10% (Textura original no visible).
	V	Roca completamente meteorizada	Todo el macizo rocoso está completamente descompuesto. La roca se desmenuza fácilmente con la mano; se observan estructuras de la roca original. Presencia de fragmentos de roca entre 10% y 35%.
Material intermedio (Roca Blanda)	IV	Roca altamente meteorizada	Más de la mitad del macizo rocoso está descompuesto o desintegrado. Presencia de núcleos de roca sin meteorizar entre 35% y 70%. El material aún se deja excavar con el martillo sin dificultad.
	III	Roca moderadamente meteorizada	Menos de la mitad del macizo rocoso está descompuesto o desintegrado. La roca se presenta altamente decolorada. Para obtener muestras se requiere martilleo moderado.
Roca Dura	II	Roca ligeramente meteorizada	Ligera decoloración del macizo rocoso indicando algo de meteorización. La roca aún es dura y resistente.
	I	Roca inalterada o fresca	Macizo rocoso sin signos visibles de meteorización, superficies brillantes en las discontinuidades.

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

19.2.2. Índice Geológico de Resistencia (G.S.I.)

Corresponde a un parámetro de evaluación de la resistencia de la masa rocosa, que evalúa la calidad del macizo rocoso en función del grado y características de la fracturación, estructura geológica, tamaño de los bloques y alteración de las discontinuidades. La determinación del G.S.I. (Hoek et al., 1998), permite calificar el macizo rocoso entre 0 y 100, dependiendo de la variación del entramamiento y la calidad de la roca en la superficie (ver Figura 152).

Figura 152. Factor G.S.I para Macizos Rocosos (Tomado de Hoek et al., 1998)

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX FOR JOINTED ROCKS (Hoek and Marinos, 2000)

From the lithology, structure and surface conditions of the discontinuities, estimate the average value of GSI. Do not try to be too precise. Quoting a range from 33 to 37 is more realistic than stating that GSI = 35. Note that the table does not apply to structurally controlled failures. Where weak planar structural planes are present in an unfavourable orientation with respect to the excavation face, these will dominate the rock mass behaviour. The shear strength of surfaces in rocks that are prone to deterioration as a result of changes in moisture content will be reduced if water is present. When working with rocks in the fair to very poor categories, a shift to the right may be made for wet conditions. Water pressure is dealt with by effective stress analysis.

STRUCTURE	VERY GOOD Very rough, fresh unweathered surfaces	GOOD Rough, slightly weathered, iron stained surfaces	FAIR Smooth, moderately weathered and altered surfaces	POOR Sticker-sided, highly weathered surfaces with compact coatings or fillings or angular fragments	VERY POOR Slicker-sided, highly weathered surfaces with soft clay coatings or fillings
INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities	90			N/A	N/A
BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets	80	70			
VERY BLOCKY - interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets		60	50		
BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity			40	30	
DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces				20	
LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes	N/A	N/A			10

DECREASING INTERLOCKING OF ROCK PIECES (downward arrow)
DECREASING SURFACE QUALITY (rightward arrow)

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Los anteriores parámetros están estrechamente relacionados con la dureza la cual permite conocer la resistencia que opone una roca a la acción puntual; en ocasiones se define como la resistencia que ella ofrece a ser penetrada por un objeto duro. Se mide con el martillo o un objeto punzante.

19.3. UNIDADES DE ROCA

Tal y como se explicó al principio del numeral correspondiente a los aspectos geológicos locales, para la caracterización de la roca se utilizaron los principios en los que se basan el índice de resistencia geológica (GSI) y el grado de meteorización basado en la tabla desarrollada por Dearman.

Con base en la relación existente entre las características de las formaciones geológicas, grados de meteorización, fracturamiento, morfología y drenaje, entre otros, se agruparon los diferentes materiales en conjuntos de comportamiento geo-mecánico similar, en forma indicativa de acuerdo con sus propiedades de resistencia, susceptibilidad a los procesos erosivos, movimientos en masa y estabilidad en laderas naturales. De acuerdo con la Tabla

28, se pueden relacionar tres tipos de unidades de roca de acuerdo con el valor de la clasificación GSI.

Tabla 28. Relación de Unidades de Roca con valores del GSI

GSI	Unidad de Roca
55 – 80	Dura
35 – 55	Intermedia
10 – 35	Blanda

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Para la caracterización y clasificación de las rocas se tuvo en cuenta como parámetros geológicos principales: Génesis u origen, color, composición litológica, resistencia, fracturamiento, grado de meteorización entre otras.

Para mejor entendimiento y según las características mencionadas anteriormente, las unidades aflorantes en el sector en análisis se subdividieron en tres tipos, conformadas por rocas duras, rocas intermedias y blandas asociadas a las diferentes formaciones geológicas.

Posteriormente, se le fue asignada una abreviatura a cada una de ellas. Primero aparece la letra “r” para hacer referencia a la unidad de roca; luego aparecen las letras “d”, “i” o “b”, para indicar su dureza (dura, intermedia o blanda). Continúa con un número en romano (por ejemplo, III) para hacer referencia al nivel de meteorización al cual corresponde según la tabla de Dearman y finalmente aparece la abreviatura correspondiente a la Formación Geológica según la Estratigrafía utilizada para este trabajo.

En la Figura 153, se observa el formato utilizado para la obtención de datos y caracterización para unidades de roca.



Figura 153. Formato de campo diligenciado para adquisición y caracterización de unidades de roca en campo.

LUISA-006-R

INFORMACIÓN GENERAL			
DEPARTAMENTO: TOLEMA	LATITUD: 6° 03'	COORDENADA: W - 77° 00'	FECHA: 18/07/2017
MUNICIPIO: Payandó	LONGITUD: 6° 03'	ALTIMETRIA: 581 msnm	

CLASE DE APLORAMIENTO		SECUENCIA ESTRATIGRAFICA	
NATURAL	<input type="checkbox"/>	HORIZONTE: B	DEPÓSITO DE GRAVEDAD: <input type="checkbox"/>
CORTE SUPERFICIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	B (1)	SUELO TRANSPORTADO: <input type="checkbox"/>
EROSIÓN SUBTERRANEA	<input type="checkbox"/>	I	SUBSUCOS RESIDUALES: <input type="checkbox"/>
TROCHER, APOLQUE	<input type="checkbox"/>	NOTA: Indicar con el número la secuencia de materiales encontrados, empezando con 1 para el material en superficie.	

MATERIAL ROCOSO						
INDICIO DE CALIDAD	TAMAÑO GRANO	FABRICA	RANGO DE ESPESOR	VALOR OBSERVACIÓN	DUREZA	COMPOSICIÓN
0	2	3	2	50	3	Calizas

Tamaño de grano:	Fabrica:	Rango de espesor:	Dureza:	Observación del material:	Registro de valor observado con el método de prueba de campo.
1. Gruesa 2. Fino	1. Cristales bien 2. Cristales finos 3. Cristales cementados 4. Cristales cohesivos	1. Superficie pulida 2. Cristales 3. Otras	1. Muy dura 2. Dura 3. Moderadamente 4. Blanda 5. Quebradiza 6. Pizarra 7. Quebradilla	1. ✓ 2. ✓ 3. ✓ 4. ✓ 5. ✓	

SHALEO ROCOSO						
DIRECCIÓN DE ALCANCE	PANEL 1	PANEL 2	PANEL 3	PANEL 4	PANEL 5	PANEL 6
N	N	N	N	N	N	N

CONDICIONES DE SUPERFICIE	ESTRUCTURA	OS	RESISAD	TAMAÑO DE BLOQUE
2	1	55-70	1	20m

1. Regular	1. Regular	1. Fragmentado	1. Fino
2. Liso	2. Dado	2. Muy fragmentado	2. Medio
3. Poda	3. Bloques grandes	3. Fragmentado / desmenuzado	3. Grande
4. Alto	4. Bloques pequeños	4. Muy desmenuzado	

FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN
0009	0015
OTROS: de familias de calcizas. De color gris oscuro a gris claro, poco meteorizadas.	

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

A continuación, se describen las características generales de cada UGS delimitada para este estudio. Los datos recabados en campo, los cuales se encuentran expuestos en los formatos o memoria de campo dentro de los Anexos de Geología, sirvieron de base para caracterizar geomecánicamente cada unidad.

Luego de realizar la caracterización geológica y geomorfológica de la cuenca, así como la salida de campo, también se realizó una comparación o superposición de la geología con el análisis fotointerpretativo para finiquitar o delimitar de manera más precisa, las Unidades Geológicas Superficiales obtenidas luego del trabajo de campo y verificación de las propiedades descritas en esta actividad (Ver Figura 154)

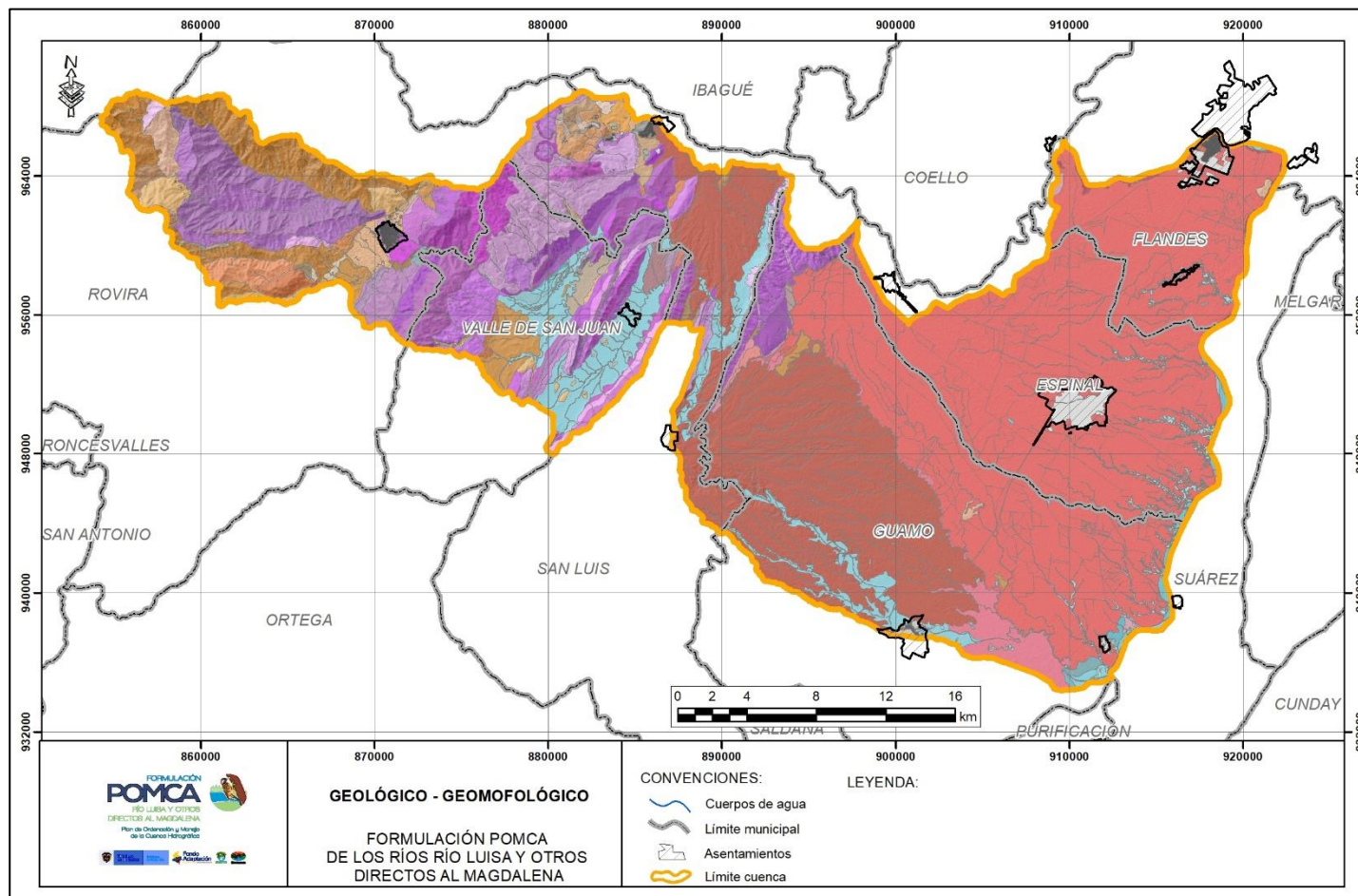
19.4. UNIDADES DE SUELO

Se definen como suelos aquellos materiales sueltos o inconsolidados, compuestos de una mezcla de materia orgánica, fragmentos de roca, arcilla y minerales, producto de la

descomposición in situ del material rocoso o de sedimentos transportados por diferentes medios (SGC, 2012).

Se consideran materiales que se pueden excavar fácilmente por métodos manuales y se clasifican como suelos residuales (horizonte VI del perfil de meteorización de Dearman, 1994) y transportados (depósitos de gravedad-coluvial, aluviales, glaciares y eólicos, entre otros).

Figura 154. Geológico-geomorfológico de la cuenca del río Luisa



Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017.

Figura 155. Leyenda Geológico-geomorfológico de la cuenca del río Luisa

Geológico - Geomorfológico																			
GMF - GEO																			
	Ar, Qae		Dft, Qco		Dlo, Kv		Dpcd, Trpm		Fma, Qal		Sesbc, Jgdi		Ssalc, Kic		Ssh, Ngh		Sshle, Kso		Vcl, Kso
	Ac, JTrpp		Ar, Qag		Dlo, Ngh		Dsd, Jgdi		Fpi, Kv		Sl, Jp		Ssalc, Kpgs		Ssh, Trpm		Sshle, Kv		Vcl, Kv
	Ac, Jgdi		Ar, Qal		Dlo, Qag		Dsd, Ngh		Fpi, Pggs		Sl, Kic		Ssalc, Ksh-lg		Sshlc, JTrpp		Sshle, Ngh		Vcl, Ngh
	Ac, Jp		Dco, Pggs		Dlo, Qal		Dsd, PCAn		Fpi, Qal		Sl, Ngh		Ssalc, Ksla		Sshlc, Jgdi		Sshle, Pggi		Vcl, Pggi
	Ac, Jpp		Dco, Qco		Dlo, Trpm		Dsd, Qal		Fta, Qae		Sl, Qag		Ssalc, Kso		Sshlc, Jp		Sshle, Pggs		Vcl, Pggs
	Ac, Ksh-lg		Dcre, Jgdi		Dlor, Jgdi		Dsd, Qco		Fta, Qal		Sl, Trpm		Ssalc, Qal		Sshlc, Jpp		Sshle, Qae		Vcl, Qae
	Ac, Ngh		Dcred, Jgdi		Dlor, Ngh		Dsr, Jgdi		Ftan, Ngh		Sle, JTrpp		Ssale, Kpgs		Sshlc, Kic		Sshle, Qag		Vcl, Qag
	Ac, Pggs		Dcred, Ngh		Dlpd, Jgdi		Fa, Qae		Ftan, Pg		Sle, Jgdi		Ssale, Ksla		Sshlc, Kpgs		Sshle, Qal		Vcl, Qal
	Ac, Qag		Dcrem, Jp		Dlpd, Qal		Fa, Qal		Ftan, Qae		Sle, Jp		Ssale, Kso		Sshlc, Ksh-lg		Sshle, Qt		Vcl, Trpm
	Ac, Qal		Dcrem, Ngh		Dlres, Ksb		Fbc, Qal		Ftan, Qag		Sle, Jpp		Ssale, Qal		Sshlc, Ksla		Sshle, Qto		Vfp, Ngh
	Ac, Trpm		Dcrem, Qae		Dlres, Pggs		Fbl, Qal		Ftan, Qta		Sle, Kic		Ssan, JTrpp		Sshlc, Kso		Sshle, Trpm		Vfp, Pggs
	Aca, Ngh		Dcremd, Jgdi		Dlres, Qag		Fbp, Qal		Ftan, Qtb		Sle, Ngh		Ssan, Kic		Sshlc, Kv		Sslp, Kpgs		Vfp, Qae
	Aca, Qae		Dcrs, Jgdi		Dmo, Jgdi		Fca, Jgdi		Ftas, Kic		Sle, Qag		Ssan, Kit		Sshlc, Ngh		Sslp, Ksla		Vfp, Qag
	Aca, Qag		Dcrs, Ngh		Dmo, Kpgs		Fca, Kso		Ftas, Ngh		Sle, Qal		Ssan, Kpgs		Sshlc, Pg		Sslp, Qal		Vfp, Qal
	Aca, Qal		Dcrs, Qal		Dmo, Ngh		Fca, Ngh		Ftas, Pg		Sle, TRI		Ssan, Ksb		Sshlc, Pggi		Ssslc, Kic		Vfp, Qta
	Aemc, JTrpp		Ddcrs, Qto		Dmo, Pggi		Fca, PCAn		Ftas, Qag		Sle, Trpm		Ssan, Ksh-lg		Sshlc, Pggs		Ssslc, Kpgs		Vfp, Qtb
	Aemc, Jp		Ddcrs, Trpm		Dmo, Pggs		Fca, Pggi		Ftas, Qal		Slf, Jgdi		Ssan, Ksla		Sshlc, Qag		Ssslc, Ksh-lg		Vfpe, Ngh
	Aemc, Kic		Ddi, Qco		Dmo, Qag		Fca, Qgs		Ftas, Qta		Slf, Ngh		Ssan, Kso		Sshlc, Qal		Ssslc, Kso		Vfpe, Qae
	Aemc, Kv		Ddtr, Qco		Dmo, Qal		Fca, Qae		Ftas, Qtb		Slf, Qal		Ssan, Ngh		Sshlc, Qto		Ssslc, Qal		Vfpe, Qta
	Aemc, Ngh		Ddtr, Qal		Dmo, TRI		Fca, Qal		Ftas, TRI		Slf, Trpm		Ssan, Pg		Sshlc, TRI		Ssslc, Trpm		Vmp, Jgdi
	Aemc, Qag		Ddtr, Qco		Dmo, Trpm		Fca, Qco		Sce, Ksh-lg		Slfe, Pggs		Ssan, Pggs		Sshlc, Trpm		Ssslc, Ksla		Vmp, Qto
	Aemc, Qal		Deem, Ngh		Dp, Kic		Fca, TRI		Sce, Kso		Slfe, Qae		Ssan, Qae		Sshle, Jgdi		Ssslc, Kso		
	Aemc, Trpm		Deeme, JTrpp		Dp, Kv		Fca, Trpm		Scic, Ngh		Sm, Ngh		Ssan, Qag		Sshle, Jp		Ssslc, Qal		
	Ap, Qae		Deeme, Jgdi		Dp, Ngh		Flg, Qae		Scic, Qal		Sm, Qal		Ssan, Qal		Sshle, Jpp		Vcl, Kic		
	Ap, Qag		Deeme, Jpp		Dp, Jgdi		Flg, Qag		Scle, Ngh		Sm, TRI		Ssan, Trpm		Sshle, Kic		Vcl, Kpgs		
	Ap, Qal		Deeme, Ngh		Dp, Jp		Flg, Qal		Scle, Qal		Sme, Ngh		Ssan, Jgdi		Sshle, Kpgs		Vcl, Ksh-lg		
	Ar, Ngh		Deeme, Trpm		Dp, Qal		Fma, Qag		Sefes, Jgdi		Sme, Qal		Ssh, Kic		Sshle, Ksh-lg		Vcl, Ksla		

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

Siguiendo el orden crono estratigráfico con el que se ha venido trabajando, las unidades de roca aflorantes, desde la más reciente hasta la más antigua se pueden ver en la Tabla 29.

Tabla 29. Unidades Geológicas superficiales (Rocas ysuelos)

UNIDAD GEOL	NOMEN	DESCRIPCIÓN	ORIGEN SUELO	DUREZA	UGS_Qu ant	phi_gr ad	c_k p a	Gt_kNo m3	phi_de pth	c_de pth	Gt_dep th	De pth _m	GHid rológ ico
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aaaa	30	16	18	25	32	18	4	C
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aaaa	30	16	18	25	32	18	20	A
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aaaa	30	16	18	25	32	18	30	A
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aaaa	30	16	18	25	32	18	50	A
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aead	25	29	18	25	29	18	30	A
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aead	25	29	18	25	29	18	50	A
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aeae	26	29	18	25	29	18	0,5	C
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aeae	26	29	18	25	29	18	2	C
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aeae	26	29	18	25	29	18	5	B
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aeae	26	29	18	25	29	18	10	B
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aeae	26	29	18	25	29	18	15	A
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aeae	26	29	18	25	29	18	20	A
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aeae	26	29	18	25	29	18	30	A
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aeae	26	29	18	25	29	18	50	A
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aeaf	31	5	17	25	29	18	20	A

UNIDAD GEOL	NOMEN	DESCRIPCIÓN	ORIGEN SUELO	DUREZA	UGS _Qu ant	phi _gr ad	c_ k p a	Gt_ kNo m3	phi_ de pth	c_ de pth	Gt_ dep th	De pth _m	GHid rológ ico
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aeaf	31	5	17	25	29	18	30	A
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aeaf	31	5	17	25	29	18	50	A
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aeav	27	32	18	25	29	18	0,5	C
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aeav	27	32	18	25	29	18	1	C
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aeav	27	32	18	25	29	18	2	C
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aeav	27	32	18	25	29	18	4	C
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aeav	27	32	18	25	29	18	5	B
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aeav	27	32	18	25	29	18	10	B
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aeav	27	32	18	25	29	18	15	A
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aeav	27	32	18	25	29	18	20	A
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aeav	27	32	18	25	29	18	30	A
Abanico del Espinal	Qae	Depósito de flujo de lodos volcánicos que ingreso al valle del río Magdalena por la localidad de Gualanday con los flujos que lograron superar la barrera de los estratos de la Formación Gualanday.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv6 aeav	27	32	18	25	29	18	50	A
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agaa	29	15	18	25	29	18	15	A
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agaa	29	15	18	25	29	18	20	A
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agaa	29	15	18	25	29	18	30	A
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agaa	29	15	18	25	29	18	50	A

UNIDAD GEOL	NOMEN	DESCRIPCIÓN	ORIGEN SUELO	DUREZA	UGS_Qu ant	phi_gr ad	c_k P a	Gt_kNo m3	phi_de pth	c_de pth	Gt_dep th	De pth _m	GHid rológ ico
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agad	29	25	18	25	32	18	15	A
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agad	29	25	18	25	32	18	20	A
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agad	29	25	18	25	32	18	30	A
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agae	29	26	18	29	26	18	2	C
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agae	29	26	18	29	26	18	10	B
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agae	29	26	18	29	26	18	15	A
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agae	29	26	18	29	26	18	20	A
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agaf	31	5	17	25	29	18	10	B
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agaf	31	5	17	25	29	18	15	A
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agaf	31	5	17	25	29	18	20	A
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agaf	31	5	17	25	29	18	30	A
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agaf	31	5	17	25	29	18	50	A
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agav	29	36	19	25	29	18	2	C
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agav	29	36	19	25	29	18	10	B
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agav	29	36	19	25	29	18	15	A
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agav	29	36	19	25	29	18	20	A

UNIDAD GEOL	NOMEN	DESCRIPCIÓN	ORIGEN SUELO	DUREZA	UGS_Qu ant	phi_gr ad	c_k P a	Gt_kNo m3	phi_de pth	c_de pth	Gt_dep th	De pth _m	GHid rológ ico
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agav	29	36	19	25	29	18	30	A
Abanico El Guamo	Qag	Depósitos de flujos laháricos mezclados con depósitos aluviales, génesis mayoritariamente fluvial.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv4 agav	29	36	19	25	29	18	50	A
Batolito de Ibagué	Jgdi	Rocas ígneas principalmente félsicas, principalmente granodioritas hacia tonalita, con cristales de tamaño medio a grueso y textura cristalina y masiva.	Volcánico	Roca blanda	Rbb diad	36	56	18	35	80	20	4	C
Batolito de Ibagué	Jgdi	Rocas ígneas principalmente félsicas, principalmente granodioritas hacia tonalita, con cristales de tamaño medio a grueso y textura cristalina y masiva.	Volcánico	Roca blanda	Rbb diad	36	56	18	35	80	20	5	B
Batolito de Ibagué	Jgdi	Rocas ígneas principalmente félsicas, principalmente granodioritas hacia tonalita, con cristales de tamaño medio a grueso y textura cristalina y masiva.	Volcánico	Roca blanda	Rbb diad	36	56	18	35	80	20	10	B
Batolito de Ibagué	Jgdi	Rocas ígneas principalmente félsicas, principalmente granodioritas hacia tonalita, con cristales de tamaño medio a grueso y textura cristalina y masiva.	Volcánico	Roca blanda	Rbb diad	36	56	18	35	80	20	15	A
Batolito de Ibagué	Jgdi	Rocas ígneas principalmente félsicas, principalmente granodioritas hacia tonalita, con cristales de tamaño medio a grueso y textura cristalina y masiva.	Volcánico	Roca blanda	Rbb diad	36	56	18	35	80	20	20	A
Batolito de Ibagué	Jgdi	Rocas ígneas principalmente félsicas, principalmente granodioritas hacia tonalita, con cristales de tamaño medio a grueso y textura cristalina y masiva.	Volcánico	Roca blanda	Rbb diae	21	24	17	35	80	20	4	C
Batolito de Ibagué	Jgdi	Rocas ígneas principalmente félsicas, principalmente granodioritas hacia tonalita, con cristales de tamaño medio a grueso y textura cristalina y masiva.	Volcánico	Roca blanda	Rbb diae	21	24	17	35	80	20	5	B
Batolito de Ibagué	Jgdi	Rocas ígneas principalmente félsicas, principalmente granodioritas hacia tonalita, con cristales de tamaño medio a grueso y textura cristalina y masiva.	Volcánico	Roca blanda	Rbb diae	21	24	17	35	80	20	10	B
Batolito de Ibagué	Jgdi	Rocas ígneas principalmente félsicas, principalmente granodioritas hacia tonalita, con cristales de tamaño medio a grueso y textura cristalina y masiva.	Volcánico	Roca blanda	Rbb diae	21	24	17	35	80	20	15	A
Depósito aluviales	Qal	Depósitos resultado del transporte de la dinámica de ríos, compuestos por una matriz arenosa muy abundante, con fragmentos de tamaño grava, guijarros y bloques.	Aluvial transportado	Suelo transportado, residual	Stf1	31	5	19	32	10	19	5	B
Depósito aluviales	Qal	Depósitos resultado del transporte de la dinámica de ríos, compuestos por una matriz arenosa muy abundante, con fragmentos de tamaño grava, guijarros y bloques.	Aluvial transportado	Suelo transportado, residual	Stf1	31	5	19	32	10	19	6	B
Depósito aluviales	Qal	Depósitos resultado del transporte de la dinámica de ríos, compuestos por una matriz arenosa muy abundante, con fragmentos de tamaño grava, guijarros y bloques.	Aluvial transportado	Suelo transportado, residual	Stf1	31	5	19	32	10	19	12	A
Depósito aluviales	Qal	Depósitos resultado del transporte de la dinámica de ríos, compuestos por una matriz arenosa muy abundante, con fragmentos de tamaño grava, guijarros y bloques.	Aluvial transportado	Suelo transportado, residual	Stf1	31	5	19	32	10	19	15	A
Depósito aluviales	Qal	Depósitos resultado del transporte de la dinámica de ríos, compuestos por una matriz arenosa muy abundante, con fragmentos de tamaño grava, guijarros y bloques.	Aluvial transportado	Suelo transportado, residual	Stf1	31	5	19	32	10	19	17	A
Depósito aluviales	Qal	Depósitos resultado del transporte de la dinámica de ríos, compuestos por una matriz arenosa muy abundante, con fragmentos de tamaño grava, guijarros y bloques.	Aluvial transportado	Suelo transportado, residual	Stf1	31	5	19	32	10	19	20	A
Depósito aluviales	Qal	Depósitos resultado del transporte de la dinámica de ríos, compuestos por una matriz arenosa muy abundante, con fragmentos de tamaño grava, guijarros y bloques.	Aluvial transportado	Suelo transportado, residual	Stf1	31	5	19	32	10	19	21	A
Depósito aluviales	Qal	Depósitos resultado del transporte de la dinámica de ríos, compuestos por una matriz arenosa muy abundante, con fragmentos de tamaño grava, guijarros y bloques.	Aluvial transportado	Suelo transportado, residual	Stf1	31	5	19	32	10	19	26	A

UNIDAD GEOL	NOMEN	DESCRIPCIÓN	ORIGEN SUELO	DUREZA	UGS _Qu ant	phi _gr ad	c_ k p a	Gt_ kNo m3	phi_ _de pth	c_ _de pth	Gt_ _dep th	De pth _m	GHid rológ ico
Depósito aluviales	Qal	Depósitos resultado del transporte de la dinámica de ríos, compuestos por una matriz arenosa muy abundante, con fragmentos de tamaño grava, guijarros y bloques.	Aluvial transportado	Suelo transportado, residual	Stf1	31	5	19	32	10	19	29	A
Depósito aluviales	Qal	Depósitos resultado del transporte de la dinámica de ríos, compuestos por una matriz arenosa muy abundante, con fragmentos de tamaño grava, guijarros y bloques.	Aluvial transportado	Suelo transportado, residual	Stf1	31	5	19	32	10	19	30	A
Depósito aluviales	Qal	Depósitos resultado del transporte de la dinámica de ríos, compuestos por una matriz arenosa muy abundante, con fragmentos de tamaño grava, guijarros y bloques.	Aluvial transportado	Suelo transportado, residual	Stf1	31	5	19	32	10	19	39	A
Depósito aluviales	Qal	Depósitos resultado del transporte de la dinámica de ríos, compuestos por una matriz arenosa muy abundante, con fragmentos de tamaño grava, guijarros y bloques.	Aluvial transportado	Suelo transportado, residual	Stf1	31	5	19	32	10	19	50	A
Depósito aluviales	Qal	Depósitos resultado del transporte de la dinámica de ríos, compuestos por una matriz arenosa muy abundante, con fragmentos de tamaño grava, guijarros y bloques.	Aluvial transportado	Suelo transportado, residual	Stf1	31	5	19	32	10	19	59	A
Depósitos coluviales	Qco	Depósitos de fragmentos de arenitas, arcillolitas y lodolitas de grano medio a fino, de colores amarillo rojizo a blanco deleznales en matriz limo - arcillosa	De ladera	Suelo transportado, residual	Strc1ad	20	15	16	25	29	18	2	C
Depósitos coluviales	Qco	Depósitos de fragmentos de arenitas, arcillolitas y lodolitas de grano medio a fino, de colores amarillo rojizo a blanco deleznales en matriz limo - arcillosa	De ladera	Suelo transportado, residual	Strc1ad	20	15	16	25	29	18	5	B
Depósitos coluviales	Qco	Depósitos de fragmentos de arenitas, arcillolitas y lodolitas de grano medio a fino, de colores amarillo rojizo a blanco deleznales en matriz limo - arcillosa	De ladera	Suelo transportado, residual	Strc1ad	20	15	16	25	29	18	10	B
Depósitos coluviales	Qco	Depósitos de fragmentos de arenitas, arcillolitas y lodolitas de grano medio a fino, de colores amarillo rojizo a blanco deleznales en matriz limo - arcillosa	De ladera	Suelo transportado, residual	Strc1ad	20	15	16	25	29	18	15	A
Depósitos coluviales	Qco	Depósitos de fragmentos de arenitas, arcillolitas y lodolitas de grano medio a fino, de colores amarillo rojizo a blanco deleznales en matriz limo - arcillosa	De ladera	Suelo transportado, residual	Strc1ad	20	15	16	25	29	18	20	A
Depósitos piroclásticos	Qto	Depósito de fragmentos expulsados por actividad volcánica, provenientes de los volcanes Cerro Machín y Nevado del Tolima.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv5ad	38	10	19	25	29	18	2	C
Depósitos piroclásticos	Qto	Depósito de fragmentos expulsados por actividad volcánica, provenientes de los volcanes Cerro Machín y Nevado del Tolima.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv5ad	38	10	19	25	29	18	5	B
Depósitos piroclásticos	Qto	Depósito de fragmentos expulsados por actividad volcánica, provenientes de los volcanes Cerro Machín y Nevado del Tolima.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv5ad	38	10	19	25	29	18	10	B
Depósitos piroclásticos	Qto	Depósito de fragmentos expulsados por actividad volcánica, provenientes de los volcanes Cerro Machín y Nevado del Tolima.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv5ae	35	19	18	35	19	18	2	C
Depósitos piroclásticos	Qto	Depósito de fragmentos expulsados por actividad volcánica, provenientes de los volcanes Cerro Machín y Nevado del Tolima.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv5ae	35	19	18	35	19	18	10	B
Depósitos piroclásticos	Qto	Depósito de fragmentos expulsados por actividad volcánica, provenientes de los volcanes Cerro Machín y Nevado del Tolima.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv5av	29	36	19	25	29	18	2	C

UNIDAD GEOL	NOMEN	DESCRIPCIÓN	ORIGEN SUELO	DUREZA	UGS_Qu ant	phi_gr ad	c_k p a	Gt_kNo m3	phi_de pth	c_de pth	Gt_dep th	De pth _m	GHid rológ ico
Depósitos piroclásticos	Qto	Depósito de fragmentos expulsados por actividad volcánica, provenientes de los volcanes Cerro Machín y Nevado del Tolima.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv5 av	29	36	19	25	29	18	5	B
Depósitos piroclásticos	Qto	Depósito de fragmentos expulsados por actividad volcánica, provenientes de los volcanes Cerro Machín y Nevado del Tolima.	Volcánico	Suelo transportado, residual	Stv5 av	29	36	19	25	29	18	10	B
Formación Caballos	Kic	Miembro inferior: arenitas cuarzosas de grano grueso. Miembro medio: lodolitas laminadas negras a gris oscuro, con intercalaciones de micrita. Miembro superior: cuarzoarenitas de grano medio a fino.	Residual	Roca dura	Rdic aa	29	15	18	60	28 0	22	2	C
Formación Caballos	Kic	Miembro inferior: arenitas cuarzosas de grano grueso. Miembro medio: lodolitas laminadas negras a gris oscuro, con intercalaciones de micrita. Miembro superior: cuarzoarenitas de grano medio a fino.	Residual	Roca dura	Rdic aa	29	15	18	60	28 0	22	15	A
Formación Caballos	Kic	Miembro inferior: arenitas cuarzosas de grano grueso. Miembro medio: lodolitas laminadas negras a gris oscuro, con intercalaciones de micrita. Miembro superior: cuarzoarenitas de grano medio a fino.	Residual	Roca dura	Rdic ad	31	41	19	60	28 0	22	2	C
Formación Caballos	Kic	Miembro inferior: arenitas cuarzosas de grano grueso. Miembro medio: lodolitas laminadas negras a gris oscuro, con intercalaciones de micrita. Miembro superior: cuarzoarenitas de grano medio a fino.	Residual	Roca dura	Rdic ad	31	41	19	60	28 0	22	5	B
Formación Caballos	Kic	Miembro inferior: arenitas cuarzosas de grano grueso. Miembro medio: lodolitas laminadas negras a gris oscuro, con intercalaciones de micrita. Miembro superior: cuarzoarenitas de grano medio a fino.	Residual	Roca dura	Rdic ad	31	41	19	60	28 0	22	10	B
Formación Caballos	Kic	Miembro inferior: arenitas cuarzosas de grano grueso. Miembro medio: lodolitas laminadas negras a gris oscuro, con intercalaciones de micrita. Miembro superior: cuarzoarenitas de grano medio a fino.	Residual	Roca dura	Rdic ad	31	41	19	60	28 0	22	15	A
Formación Caballos	Kic	Miembro inferior: arenitas cuarzosas de grano grueso. Miembro medio: lodolitas laminadas negras a gris oscuro, con intercalaciones de micrita. Miembro superior: cuarzoarenitas de grano medio a fino.	Residual	Roca dura	Rdic ae	25	28	19	60	28 0	22	1	C
Formación Caballos	Kic	Miembro inferior: arenitas cuarzosas de grano grueso. Miembro medio: lodolitas laminadas negras a gris oscuro, con intercalaciones de micrita. Miembro superior: cuarzoarenitas de grano medio a fino.	Residual	Roca dura	Rdic ae	25	28	19	60	28 0	22	5	B
Formación Caballos	Kic	Miembro inferior: arenitas cuarzosas de grano grueso. Miembro medio: lodolitas laminadas negras a gris oscuro, con intercalaciones de micrita. Miembro superior: cuarzoarenitas de grano medio a fino.	Residual	Roca dura	Rdic ae	25	28	19	60	28 0	22	10	B
Formación Caballos	Kic	Miembro inferior: arenitas cuarzosas de grano grueso. Miembro medio: lodolitas laminadas negras a gris oscuro, con intercalaciones de micrita. Miembro superior: cuarzoarenitas de grano medio a fino.	Residual	Roca dura	Rdic ae	25	28	19	60	28 0	22	15	A
Formación Caballos	Kic	Miembro inferior: arenitas cuarzosas de grano grueso. Miembro medio: lodolitas laminadas negras a gris oscuro, con intercalaciones de micrita. Miembro superior: cuarzoarenitas de grano medio a fino.	Residual	Roca dura	Rdic ae	25	28	19	60	28 0	22	20	A
Formación Caballos	Kic	Miembro inferior: arenitas cuarzosas de grano grueso. Miembro medio: lodolitas laminadas negras a gris oscuro, con intercalaciones de micrita. Miembro superior: cuarzoarenitas de grano medio a fino.	Residual	Roca dura	Rdic af	31	5	17	60	28 0	22	10	B
Formación Caballos	Kic	Miembro inferior: arenitas cuarzosas de grano grueso. Miembro medio: lodolitas laminadas negras a gris oscuro, con intercalaciones de micrita. Miembro superior: cuarzoarenitas de grano medio a fino.	Residual	Roca dura	Rdic af	31	5	17	60	28 0	22	15	A
Formación Gualanday Inferior	Pggi	Intercalaciones de lodolitas conglomeráticas y arenitas conglomeráticas, con costras de óxido de hierro con clastos de chert y cuarzo.	Residual	Roca blanda	Rbgi ad	24	29	17	35	80	20	10	B

UNIDAD GEOL	NOMEN	DESCRIPCIÓN	ORIGEN SUELO	DUREZA	UGS_Qu ant	phi_gr ad	c_k P a	Gt_kNo m3	phi_de pth	c_de pth	Gt_dep th	De pth _m	GHid rológ ico
Formación Gualanday Inferior	Pggi	Intercalaciones de lodolitas conglomeráticas y arenitas conglomeráticas, con costras de óxido de hierro con clastos de chert y cuarzo.	Residual	Roca blanda	Rbgi ad	24	29	17	35	80	20	15	A
Formación Gualanday Inferior	Pggi	Intercalaciones de lodolitas conglomeráticas y arenitas conglomeráticas, con costras de óxido de hierro con clastos de chert y cuarzo.	Residual	Roca blanda	Rbgi ad	24	29	17	35	80	20	20	A
Formación Gualanday Inferior	Pggi	Intercalaciones de lodolitas conglomeráticas y arenitas conglomeráticas, con costras de óxido de hierro con clastos de chert y cuarzo.	Residual	Roca blanda	Rbgi ad	24	29	17	35	80	20	30	A
Formación Gualanday Inferior	Pggi	Intercalaciones de lodolitas conglomeráticas y arenitas conglomeráticas, con costras de óxido de hierro con clastos de chert y cuarzo.	Residual	Roca blanda	Rbgi ae	30	40	17	35	80	20	2	C
Formación Gualanday Inferior	Pggi	Intercalaciones de lodolitas conglomeráticas y arenitas conglomeráticas, con costras de óxido de hierro con clastos de chert y cuarzo.	Residual	Roca blanda	Rbgi ae	30	40	17	35	80	20	10	B
Formación Gualanday Inferior	Pggi	Intercalaciones de lodolitas conglomeráticas y arenitas conglomeráticas, con costras de óxido de hierro con clastos de chert y cuarzo.	Residual	Roca blanda	Rbgi ae	30	40	17	35	80	20	15	A
Formación Gualanday Inferior	Pggi	Intercalaciones de lodolitas conglomeráticas y arenitas conglomeráticas, con costras de óxido de hierro con clastos de chert y cuarzo.	Residual	Roca blanda	Rbgi ae	30	40	17	35	80	20	20	A
Formación Gualanday Inferior	Pggi	Intercalaciones de lodolitas conglomeráticas y arenitas conglomeráticas, con costras de óxido de hierro con clastos de chert y cuarzo.	Residual	Roca blanda	Rbgi av	50	76	19	35	83	20	2	C
Formación Gualanday Inferior	Pggi	Intercalaciones de lodolitas conglomeráticas y arenitas conglomeráticas, con costras de óxido de hierro con clastos de chert y cuarzo.	Residual	Roca blanda	Rbgi av	50	76	19	35	83	20	15	A
Formación Gualanday Superior	Pggs	Arenitas conglomeráticas y lodolitas, los conglomerados se presentan en capas gruesas a muy gruesas, son arenosos, con esporádicos lentes de arenita y arenita conglomerática, matriz soportada.	Residual	Roca blanda	Rbg saa	29	15	18	35	80	20	15	A
Formación Gualanday Superior	Pggs	Arenitas conglomeráticas y lodolitas, los conglomerados se presentan en capas gruesas a muy gruesas, son arenosos, con esporádicos lentes de arenita y arenita conglomerática, matriz soportada.	Residual	Roca blanda	Rbg sad	34	17	18	35	80	20	2	C
Formación Gualanday Superior	Pggs	Arenitas conglomeráticas y lodolitas, los conglomerados se presentan en capas gruesas a muy gruesas, son arenosos, con esporádicos lentes de arenita y arenita conglomerática, matriz soportada.	Residual	Roca blanda	Rbg sad	34	17	18	35	80	20	10	B
Formación Gualanday Superior	Pggs	Arenitas conglomeráticas y lodolitas, los conglomerados se presentan en capas gruesas a muy gruesas, son arenosos, con esporádicos lentes de arenita y arenita conglomerática, matriz soportada.	Residual	Roca blanda	Rbg sad	34	17	18	35	80	20	15	A
Formación Gualanday Superior	Pggs	Arenitas conglomeráticas y lodolitas, los conglomerados se presentan en capas gruesas a muy gruesas, son arenosos, con esporádicos lentes de arenita y arenita conglomerática, matriz soportada.	Residual	Roca blanda	Rbg sad	34	17	18	35	80	20	20	A
Formación Gualanday Superior	Pggs	Arenitas conglomeráticas y lodolitas, los conglomerados se presentan en capas gruesas a muy gruesas, son arenosos, con esporádicos lentes de arenita y arenita conglomerática, matriz soportada.	Residual	Roca blanda	Rbg sae	39	81	21	39	81	22	0,5	C
Formación Gualanday Superior	Pggs	Arenitas conglomeráticas y lodolitas, los conglomerados se presentan en capas gruesas a muy gruesas, son arenosos, con esporádicos lentes de arenita y arenita conglomerática, matriz soportada.	Residual	Roca blanda	Rbg sae	39	81	21	39	81	22	0,8	C

UNIDAD GEOL	NOMEN	DESCRIPCIÓN	ORIGEN SUELO	DUREZA	UGS_Qu ant	phi_gr ad	c_k p a	Gt_kNo m3	phi_de pth	c_de pth	Gt_dep th	De pth _m	GHid rológ ico
Formación Gualanday Superior	Pggs	Arenitas conglomeráticas y lodolitas, los conglomerados se presentan en capas gruesas a muy gruesas, son arenosos, con esporádicos lentes de arenita y arenita conglomerática, matriz soportada.	Residual	Roca blanda	Rbg sae	39	81	21	39	81	22	5	B
Formación Gualanday Superior	Pggs	Arenitas conglomeráticas y lodolitas, los conglomerados se presentan en capas gruesas a muy gruesas, son arenosos, con esporádicos lentes de arenita y arenita conglomerática, matriz soportada.	Residual	Roca blanda	Rbg sae	39	81	21	39	81	22	10	B
Formación Gualanday Superior	Pggs	Arenitas conglomeráticas y lodolitas, los conglomerados se presentan en capas gruesas a muy gruesas, son arenosos, con esporádicos lentes de arenita y arenita conglomerática, matriz soportada.	Residual	Roca blanda	Rbg sae	39	81	21	39	81	22	15	A
Formación Gualanday Superior	Pggs	Arenitas conglomeráticas y lodolitas, los conglomerados se presentan en capas gruesas a muy gruesas, son arenosos, con esporádicos lentes de arenita y arenita conglomerática, matriz soportada.	Residual	Roca blanda	Rbg sae	39	81	21	39	81	22	20	A
Formación Gualanday Superior	Pggs	Arenitas conglomeráticas y lodolitas, los conglomerados se presentan en capas gruesas a muy gruesas, son arenosos, con esporádicos lentes de arenita y arenita conglomerática, matriz soportada.	Residual	Roca blanda	Rbg sav	49	75	18	35	80	20	0,5	C
Formación Gualanday Superior	Pggs	Arenitas conglomeráticas y lodolitas, los conglomerados se presentan en capas gruesas a muy gruesas, son arenosos, con esporádicos lentes de arenita y arenita conglomerática, matriz soportada.	Residual	Roca blanda	Rbg sav	49	75	18	35	80	20	2	C
Formación Gualanday Superior	Pggs	Arenitas conglomeráticas y lodolitas, los conglomerados se presentan en capas gruesas a muy gruesas, son arenosos, con esporádicos lentes de arenita y arenita conglomerática, matriz soportada.	Residual	Roca blanda	Rbg sav	49	75	18	35	80	20	5	B
Formación Gualanday Superior	Pggs	Arenitas conglomeráticas y lodolitas, los conglomerados se presentan en capas gruesas a muy gruesas, son arenosos, con esporádicos lentes de arenita y arenita conglomerática, matriz soportada.	Residual	Roca blanda	Rbg sav	49	75	18	35	80	20	10	B
Formación Gualanday Superior	Pggs	Arenitas conglomeráticas y lodolitas, los conglomerados se presentan en capas gruesas a muy gruesas, son arenosos, con esporádicos lentes de arenita y arenita conglomerática, matriz soportada.	Residual	Roca blanda	Rbg sav	49	75	18	35	80	20	15	A
Formación Gualanday Superior	Pggs	Arenitas conglomeráticas y lodolitas, los conglomerados se presentan en capas gruesas a muy gruesas, son arenosos, con esporádicos lentes de arenita y arenita conglomerática, matriz soportada.	Residual	Roca blanda	Rbg sav	49	75	18	35	80	20	20	A
Formación Hondita y Lomagorda	Ksh-lg	Shales y lutitas negras, con tonalidades que van desde gris oscuro a negro, muy disgregado, poca resistencia y muy fracturadas.	Residual	Roca dura	Rds hlga a	29	15	18	60	28 0	22	2	C
Formación Hondita y Lomagorda	Ksh-lg	Shales y lutitas negras, con tonalidades que van desde gris oscuro a negro, muy disgregado, poca resistencia y muy fracturadas.	Residual	Roca dura	Rds hlga e	30	37	19	59	28 3	22	1	C
Formación Hondita y Lomagorda	Ksh-lg	Shales y lutitas negras, con tonalidades que van desde gris oscuro a negro, muy disgregado, poca resistencia y muy fracturadas.	Residual	Roca dura	Rds hlga e	30	37	19	59	28 3	22	5	B
Formación Hondita y Lomagorda	Ksh-lg	Shales y lutitas negras, con tonalidades que van desde gris oscuro a negro, muy disgregado, poca resistencia y muy fracturadas.	Residual	Roca dura	Rds hlga e	30	37	19	59	28 3	22	10	B
Formación Hondita y Lomagorda	Ksh-lg	Shales y lutitas negras, con tonalidades que van desde gris oscuro a negro, muy disgregado, poca resistencia y muy fracturadas.	Residual	Roca dura	Rds hlga e	30	37	19	59	28 3	22	15	A
Formación Luisa	TRI	Conglomerados polimícticos, de color rojo a violáceos, altamente cementados y empaquetados. Clastos inequigranulares y angulosos.	Residual	Roca muy dura	Rdlu ad	39	58	18	60	28 0	22	2	C
Formación Luisa	TRI	Conglomerados polimícticos, de color rojo a violáceos, altamente cementados y empaquetados. Clastos inequigranulares y angulosos.	Residual	Roca muy dura	Rdlu ad	39	58	18	60	28 0	22	5	B

UNIDAD GEOL	NOMEN	DESCRIPCIÓN	ORIGEN SUELO	DUREZA	UGS_Qu ant	phi_gr ad	c_k p a	Gt_kNo m3	phi_de pth	c_de pth	Gt_dep th	De pth _m	GHid rológ ico
Formación Luisa	TRI	Conglomerados polimícticos, de color rojo a violáceos, altamente cementados y empaquetados. Clastos inequigranulares y angulosos.	Residual	Roca muy dura	Rdlu ad	39	58	18	60	28_0	22	10	B
Formación Luisa	TRI	Conglomerados polimícticos, de color rojo a violáceos, altamente cementados y empaquetados. Clastos inequigranulares y angulosos.	Residual	Roca muy dura	Rdlu ae	23	28	17	60	28_3	22	2	C
Formación Luisa	TRI	Conglomerados polimícticos, de color rojo a violáceos, altamente cementados y empaquetados. Clastos inequigranulares y angulosos.	Residual	Roca muy dura	Rdlu ae	23	28	17	60	28_3	22	5	B
Formación Luisa	TRI	Conglomerados polimícticos, de color rojo a violáceos, altamente cementados y empaquetados. Clastos inequigranulares y angulosos.	Residual	Roca muy dura	Rdlu ae	23	28	17	60	28_3	22	10	B
Formación Payandé	Jpp	Secuencia de calizas: micritas y biomicritas con estratificación masiva, colores grises de claros a oscuros, en ocasiones un metamorfismo incipiente y fractura concoidea. Intercalaciones de capas de conglomerados.	Volcánico	Roca blanda	Rbp aa	29	15	18	35	80	20	2	C
Formación Payandé	Jpp	Secuencia de calizas: micritas y biomicritas con estratificación masiva, colores grises de claros a oscuros, en ocasiones un metamorfismo incipiente y fractura concoidea. Intercalaciones de capas de conglomerados.	Volcánico	Roca blanda	Rbp ad	32	27	19	35	80	20	2	C
Formación Payandé	Jpp	Secuencia de calizas: micritas y biomicritas con estratificación masiva, colores grises de claros a oscuros, en ocasiones un metamorfismo incipiente y fractura concoidea. Intercalaciones de capas de conglomerados.	Volcánico	Roca blanda	Rbp ae	21	24	17	35	80	20	2	C
Formación Payandé	Jpp	Secuencia de calizas: micritas y biomicritas con estratificación masiva, colores grises de claros a oscuros, en ocasiones un metamorfismo incipiente y fractura concoidea. Intercalaciones de capas de conglomerados.	Volcánico	Roca blanda	Rbp ae	21	24	17	35	80	20	5	B
Formación Payandé	Jpp	Secuencia de calizas: micritas y biomicritas con estratificación masiva, colores grises de claros a oscuros, en ocasiones un metamorfismo incipiente y fractura concoidea. Intercalaciones de capas de conglomerados.	Volcánico	Roca blanda	Rbp ae	21	24	17	35	80	20	10	B
Formación Payandé	Jpp	Secuencia de calizas: micritas y biomicritas con estratificación masiva, colores grises de claros a oscuros, en ocasiones un metamorfismo incipiente y fractura concoidea. Intercalaciones de capas de conglomerados.	Volcánico	Roca blanda	Rbp ae	21	24	17	35	80	20	15	A
Formación Payandé Mármoles	Trpm	Secuencia de mármoles circundando cuerpos ígneos (Stock de Payandé), mineralizaciones tipo Skarn	Volcánico	Roca blanda	Rb rpm aa	33	21	18	35	80	20	2	C
Formación Payandé Mármoles	Trpm	Secuencia de mármoles circundando cuerpos ígneos (Stock de Payandé), mineralizaciones tipo Skarn	Volcánico	Roca blanda	Rb rpm aa	33	21	18	35	80	20	10	B
Formación Payandé Mármoles	Trpm	Secuencia de mármoles circundando cuerpos ígneos (Stock de Payandé), mineralizaciones tipo Skarn	Volcánico	Roca blanda	Rb rpm aa	33	21	18	35	80	20	15	A
Formación Payandé Mármoles	Trpm	Secuencia de mármoles circundando cuerpos ígneos (Stock de Payandé), mineralizaciones tipo Skarn	Volcánico	Roca blanda	Rb rpm ad	36	86	19	35	30_7	22	2	C
Formación Payandé Mármoles	Trpm	Secuencia de mármoles circundando cuerpos ígneos (Stock de Payandé), mineralizaciones tipo Skarn	Volcánico	Roca blanda	Rb rpm ad	36	86	19	35	30_7	22	5	B
Formación Payandé Mármoles	Trpm	Secuencia de mármoles circundando cuerpos ígneos (Stock de Payandé), mineralizaciones tipo Skarn	Volcánico	Roca blanda	Rb rpm ad	36	86	19	35	30_7	22	10	B
Formación Payandé Mármoles	Trpm	Secuencia de mármoles circundando cuerpos ígneos (Stock de Payandé), mineralizaciones tipo Skarn	Volcánico	Roca blanda	Rb rpm ad	36	86	19	35	30_7	22	15	A

UNIDAD GEOL	NOMEN	DESCRIPCIÓN	ORIGEN SUELO	DUREZA	UGS_Qu ant	phi_gr ad	c_k P a	Gt_kNo m3	phi_de pth	c_de pth	Gt_dep th	De pth _m	GHid rológ ico
Formación Payandé Mármoles	Trpm	Secuencia de mármoles circundando cuerpos ígneos (Stock de Payandé), mineralizaciones tipo Skarn	Volcánico	Roca blanda	Rb rpm ae	32	42	18	35	75	20	0,5	C
Formación Payandé Mármoles	Trpm	Secuencia de mármoles circundando cuerpos ígneos (Stock de Payandé), mineralizaciones tipo Skarn	Volcánico	Roca blanda	Rb rpm ae	32	42	18	35	75	20	5	B
Formación Payandé Mármoles	Trpm	Secuencia de mármoles circundando cuerpos ígneos (Stock de Payandé), mineralizaciones tipo Skarn	Volcánico	Roca blanda	Rb rpm ae	32	42	18	35	75	20	10	B
Formación Payandé Mármoles	Trpm	Secuencia de mármoles circundando cuerpos ígneos (Stock de Payandé), mineralizaciones tipo Skarn	Volcánico	Roca blanda	Rb rpm ae	32	42	18	35	75	20	15	A
Formación Prepayandé	JTrpp	Estratos gruesos muy meteorizados de arcillolitas, intercalados con lutitas violáceas de grosor medio a bajo. Las lutitas se encuentran muy fracturadas y fisiles.	Residual	Roca blanda	Rbp paa	29	15	18	35	80	20	2	C
Formación Prepayandé	JTrpp	Estratos gruesos muy meteorizados de arcillolitas, intercalados con lutitas violáceas de grosor medio a bajo. Las lutitas se encuentran muy fracturadas y fisiles.	Residual	Roca blanda	Rbp paa	29	15	18	35	80	20	10	B
Formación Prepayandé	JTrpp	Estratos gruesos muy meteorizados de arcillolitas, intercalados con lutitas violáceas de grosor medio a bajo. Las lutitas se encuentran muy fracturadas y fisiles.	Residual	Roca blanda	Rbp paa	29	15	18	35	80	20	15	A
Formación Prepayandé	JTrpp	Estratos gruesos muy meteorizados de arcillolitas, intercalados con lutitas violáceas de grosor medio a bajo. Las lutitas se encuentran muy fracturadas y fisiles.	Residual	Roca blanda	Rbp pad	31	26	19	35	80	20	2	C
Formación Prepayandé	JTrpp	Estratos gruesos muy meteorizados de arcillolitas, intercalados con lutitas violáceas de grosor medio a bajo. Las lutitas se encuentran muy fracturadas y fisiles.	Residual	Roca blanda	Rbp pad	31	26	19	35	80	20	5	B
Formación Prepayandé	JTrpp	Estratos gruesos muy meteorizados de arcillolitas, intercalados con lutitas violáceas de grosor medio a bajo. Las lutitas se encuentran muy fracturadas y fisiles.	Residual	Roca blanda	Rbp pad	31	26	19	35	80	20	10	B
Formación Prepayandé	JTrpp	Estratos gruesos muy meteorizados de arcillolitas, intercalados con lutitas violáceas de grosor medio a bajo. Las lutitas se encuentran muy fracturadas y fisiles.	Residual	Roca blanda	Rbp pad	31	26	19	35	80	20	15	A
Formación Prepayandé	JTrpp	Estratos gruesos muy meteorizados de arcillolitas, intercalados con lutitas violáceas de grosor medio a bajo. Las lutitas se encuentran muy fracturadas y fisiles.	Residual	Roca blanda	Rbp pae	33	41	17	35	41	20	2	C
Formación Prepayandé	JTrpp	Estratos gruesos muy meteorizados de arcillolitas, intercalados con lutitas violáceas de grosor medio a bajo. Las lutitas se encuentran muy fracturadas y fisiles.	Residual	Roca blanda	Rbp pae	33	41	17	35	41	20	5	B
Formación Prepayandé	JTrpp	Estratos gruesos muy meteorizados de arcillolitas, intercalados con lutitas violáceas de grosor medio a bajo. Las lutitas se encuentran muy fracturadas y fisiles.	Residual	Roca blanda	Rbp pae	33	41	17	35	41	20	10	B
Formación Prepayandé	JTrpp	Estratos gruesos muy meteorizados de arcillolitas, intercalados con lutitas violáceas de grosor medio a bajo. Las lutitas se encuentran muy fracturadas y fisiles.	Residual	Roca blanda	Rbp pae	33	41	17	35	41	20	15	A
Formación Seca	Kpgs	Lutita de tono principalmente rojizo-violáceo, intercalaciones de limolitas y arenitas con arcillolitas de potente espesor.	Residual	Roca dura	Rdg sad	31	41	19	60	28 0	22	2	C
Formación Seca	Kpgs	Lutita de tono principalmente rojizo-violáceo, intercalaciones de limolitas y arenitas con arcillolitas de potente espesor.	Residual	Roca dura	Rdg sad	31	41	19	60	28 0	22	5	B

UNIDAD GEOL	NOMEN	DESCRIPCIÓN	ORIGEN SUELO	DUREZA	UGS _Qu ant	phi _gr ad	c _k p a	Gt _kNo m3	phi _de pth	c _de pth	Gt _dep th	De pth _m	GHid rológ ico
Formación Seca	Kpgs	Lutita de tono principalmente rojizo-violáceo, intercalaciones de limolitas y arenitas con arcillolitas de potente espesor.	Residual	Roca dura	Rdg sad	31	41	19	60	28 0	22	10	B
Formación Seca	Kpgs	Lutita de tono principalmente rojizo-violáceo, intercalaciones de limolitas y arenitas con arcillolitas de potente espesor.	Residual	Roca dura	Rdg sad	31	41	19	60	28 0	22	15	A
Formación Seca	Kpgs	Lutita de tono principalmente rojizo-violáceo, intercalaciones de limolitas y arenitas con arcillolitas de potente espesor.	Residual	Roca dura	Rdg sae	29	34	19	48	28 0	22	1	C
Formación Seca	Kpgs	Lutita de tono principalmente rojizo-violáceo, intercalaciones de limolitas y arenitas con arcillolitas de potente espesor.	Residual	Roca dura	Rdg sae	29	34	19	48	28 0	22	5	B
Formación Seca	Kpgs	Lutita de tono principalmente rojizo-violáceo, intercalaciones de limolitas y arenitas con arcillolitas de potente espesor.	Residual	Roca dura	Rdg sae	29	34	19	48	28 0	22	10	B
Formación Seca	Kpgs	Lutita de tono principalmente rojizo-violáceo, intercalaciones de limolitas y arenitas con arcillolitas de potente espesor.	Residual	Roca dura	Rdg sae	29	34	19	48	28 0	22	15	A
Formación Seca	Kpgs	Lutita de tono principalmente rojizo-violáceo, intercalaciones de limolitas y arenitas con arcillolitas de potente espesor.	Residual	Roca dura	Rdg sae	29	34	19	48	28 0	22	20	A
Formación Seca	Kpgs	Lutita de tono principalmente rojizo-violáceo, intercalaciones de limolitas y arenitas con arcillolitas de potente espesor.	Residual	Roca dura	Rdg sav	42	69	18	60	28 3	22	15	A
Formación Seca	Kpgs	Lutita de tono principalmente rojizo-violáceo, intercalaciones de limolitas y arenitas con arcillolitas de potente espesor.	Residual	Roca dura	Rdg sav	42	69	18	60	28 3	22	20	A
Formación Shale de Bambuca	Ksb	Lodolitas calcáreas de espesor grueso, muy diaclasada, con segmentos con matriz de micrita y muy meteorizada.	Residual	Roca dura	Rds bad	31	41	19	60	28 0	22	2	C
Formación Shale de Bambuca	Ksb	Lodolitas calcáreas de espesor grueso, muy diaclasada, con segmentos con matriz de micrita y muy meteorizada.	Residual	Roca dura	Rds bad	31	41	19	60	28 0	22	20	A
Formación Shale de Bambuca	Ksb	Lodolitas calcáreas de espesor grueso, muy diaclasada, con segmentos con matriz de micrita y muy meteorizada.	Residual	Roca dura	Rds bae	30	35	19	60	28 3	22	2	C
Formación Shale de Bambuca	Ksb	Lodolitas calcáreas de espesor grueso, muy diaclasada, con segmentos con matriz de micrita y muy meteorizada.	Residual	Roca dura	Rds bae	30	35	19	60	28 3	22	5	B
Formación Shale de Bambuca	Ksb	Lodolitas calcáreas de espesor grueso, muy diaclasada, con segmentos con matriz de micrita y muy meteorizada.	Residual	Roca dura	Rds bae	30	35	19	60	28 3	22	10	B
Formación Tetúan	Kit	Lodolita calcárea laminada, intercalada con caliza micrítica, de color gris a negro, con fósiles de amonitas y bivalvos.	Residual	Roca dura	Rdit ae	25	28	19	60	28 0	22	2	C
Formación Tetúan	Kit	Lodolita calcárea laminada, intercalada con caliza micrítica, de color gris a negro, con fósiles de amonitas y bivalvos.	Residual	Roca dura	Rdit ae	25	28	19	60	28 0	22	5	B
Formación Tetúan	Kit	Lodolita calcárea laminada, intercalada con caliza micrítica, de color gris a negro, con fósiles de amonitas y bivalvos.	Residual	Roca dura	Rdit ae	25	28	19	60	28 0	22	10	B
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghaa	33	21	18	41	45	20	2	C
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghaa	33	21	18	41	45	20	4	C
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghaa	33	21	18	41	45	20	10	B

UNIDAD GEOL	NOMEN	DESCRIPCIÓN	ORIGEN SUELO	DUREZA	UGS _Qu ant	phi _gr ad	c _k p a	Gt _kNo m3	phi _de pth	c _de pth	Gt _dep th	De pth _m	GHid rológ ico
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghaa	33	21	18	41	45	20	15	A
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghaa	33	21	18	41	45	20	20	A
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghaa	33	21	18	41	45	20	30	A
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghaa	33	21	18	41	45	20	50	A
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghad	44	94	22	43	10 3	21	0,5	C
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghad	44	94	22	43	10 3	21	2	C
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghad	44	94	22	43	10 3	21	5	B
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghad	44	94	22	43	10 3	21	10	B
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghad	44	94	22	43	10 3	21	15	A
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghad	44	94	22	43	10 3	21	20	A
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghad	44	94	22	43	10 3	21	30	A
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghad	44	94	22	43	10 3	21	50	A
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghae	37	31	19	41	45	20	2	C
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghae	37	31	19	41	45	20	5	B
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghae	37	31	19	41	45	20	10	B
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghae	37	31	19	41	45	20	15	A

UNIDAD GEOL	NOMEN	DESCRIPCIÓN	ORIGEN SUELO	DUREZA	UGS _Qu ant	phi _gr ad	c_ k p a	Gt_ kNo m3	phi_ de pth	c_ de pth	Gt_ dep th	De pth _m	GHid rológ ico
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghae	37	31	19	41	45	20	20	A
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghaf	31	5	17	41	45	20	2	C
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghaf	31	5	17	41	45	20	5	B
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghaf	31	5	17	41	45	20	10	B
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghaf	31	5	17	41	45	20	15	A
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghaf	31	5	17	41	45	20	20	A
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghaf	31	5	17	41	45	20	30	A
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghav	30	29	19	41	45	20	0,5	C
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghav	30	29	19	41	45	20	1	C
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghav	30	29	19	41	45	20	15	A
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghav	30	29	19	41	45	20	20	A
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghav	30	29	19	41	45	20	30	A
Grupo Honda	Ngh	Arenitas tobáceas, en ocasiones con lentes de arenitas calcáreas y concreciones, tonalidades entre amarillo a gris verdoso, intercalaciones de lodolitas, conglomerados y capas de arenitas conglomeráticas.	Residual	Roca muy blanda	Rmb ghav	30	29	19	41	45	20	50	A
Grupo Olini	Kso	Secuencia litológica compuesta por niveles silíceos, separados por un nivel de lutitas, intercalaciones de liditas fracturadas y meteorizadas, con laminación ondulosa.	Residual	Roca dura	Rdg oae	29	34	19	54	28 0	22	1	C
Grupo Olini	Kso	Secuencia litológica compuesta por niveles silíceos, separados por un nivel de lutitas, intercalaciones de liditas fracturadas y meteorizadas, con laminación ondulosa.	Residual	Roca dura	Rdg oae	29	34	19	54	28 0	22	5	B
Grupo Olini	Kso	Secuencia litológica compuesta por niveles silíceos, separados por un nivel de lutitas, intercalaciones de liditas fracturadas y meteorizadas, con laminación ondulosa.	Residual	Roca dura	Rdg oae	29	34	19	54	28 0	22	10	B

UNIDAD GEOL	NOMEN	DESCRIPCIÓN	ORIGEN SUELO	DUREZA	UGS_Qu ant	phi_gr ad	c_k p a	Gt_kNo m3	phi_de pth	c_de pth	Gt_dep th	De pth _m	GHid rológ ico
Grupo Olini	Kso	Secuencia litológica compuesta por niveles silíceos, separados por un nivel de lutitas, intercalaciones de liditas fracturadas y meteorizadas, con laminación ondulosa.	Residual	Roca dura	Rdg oae	29	34	19	54	28 0	22	15	A
Grupo Olini	Kso	Secuencia litológica compuesta por niveles silíceos, separados por un nivel de lutitas, intercalaciones de liditas fracturadas y meteorizadas, con laminación ondulosa.	Residual	Roca dura	Rdg oae	29	34	19	54	28 0	22	20	A
Grupo Olini	Kso	Secuencia litológica compuesta por niveles silíceos, separados por un nivel de lutitas, intercalaciones de liditas fracturadas y meteorizadas, con laminación ondulosa.	Residual	Roca dura	Rdg oav	41	68	18	60	28 0	22	20	A
Grupo Villeta	Kv	Lodolitas intercaladas muy meteorizadas, tabulares, intercalados con calizas masivas, tonalidades grises, fracturadas, resistencia muy baja, algunos niveles contienen concreciones.	Residual	Roca dura	Rdg vaa	29	15	18	60	28 0	22	2	C
Grupo Villeta	Kv	Lodolitas intercaladas muy meteorizadas, tabulares, intercalados con calizas masivas, tonalidades grises, fracturadas, resistencia muy baja, algunos niveles contienen concreciones.	Residual	Roca dura	Rdg vaa	29	15	18	60	28 0	22	15	A
Grupo Villeta	Kv	Lodolitas intercaladas muy meteorizadas, tabulares, intercalados con calizas masivas, tonalidades grises, fracturadas, resistencia muy baja, algunos niveles contienen concreciones.	Residual	Roca dura	Rdg vaa	29	15	18	60	28 0	22	20	A
Grupo Villeta	Kv	Lodolitas intercaladas muy meteorizadas, tabulares, intercalados con calizas masivas, tonalidades grises, fracturadas, resistencia muy baja, algunos niveles contienen concreciones.	Residual	Roca dura	Rdg vad	31	41	19	60	28 0	22	15	A
Grupo Villeta	Kv	Lodolitas intercaladas muy meteorizadas, tabulares, intercalados con calizas masivas, tonalidades grises, fracturadas, resistencia muy baja, algunos niveles contienen concreciones.	Residual	Roca dura	Rdg vae	25	28	19	60	28 0	22	2	C
Grupo Villeta	Kv	Lodolitas intercaladas muy meteorizadas, tabulares, intercalados con calizas masivas, tonalidades grises, fracturadas, resistencia muy baja, algunos niveles contienen concreciones.	Residual	Roca dura	Rdg vae	25	28	19	60	28 0	22	10	B
Grupo Villeta	Kv	Lodolitas intercaladas muy meteorizadas, tabulares, intercalados con calizas masivas, tonalidades grises, fracturadas, resistencia muy baja, algunos niveles contienen concreciones.	Residual	Roca dura	Rdg vae	25	28	19	60	28 0	22	15	A
Grupo Villeta	Kv	Lodolitas intercaladas muy meteorizadas, tabulares, intercalados con calizas masivas, tonalidades grises, fracturadas, resistencia muy baja, algunos niveles contienen concreciones.	Residual	Roca dura	Rdg vae	25	28	19	60	28 0	22	20	A
Neiss y Anfibolita de Tierra Adentro	PCAn	Rocas metamórficas de tipo neiss y anfibolita, con alto contenido de plagioclasa y hornblenda, además de neisses félsicos con un mayor porcentaje de cuarzo y plagioclasa.	Residual	Roca dura	Rdn ataa d	48	39	18	60	28 0	22	2	C
Neiss y Anfibolita de Tierra Adentro	PCAn	Rocas metamórficas de tipo neiss y anfibolita, con alto contenido de plagioclasa y hornblenda, además de neisses félsicos con un mayor porcentaje de cuarzo y plagioclasa.	Residual	Roca dura	Rdn ataa d	48	39	18	60	28 0	22	5	B
Neiss y Anfibolita de Tierra Adentro	PCAn	Rocas metamórficas de tipo neiss y anfibolita, con alto contenido de plagioclasa y hornblenda, además de neisses félsicos con un mayor porcentaje de cuarzo y plagioclasa.	Residual	Roca dura	Rdn ataa d	48	39	18	60	28 0	22	10	B
Nivel de lutitas y arenitas	Ksla	Niveles gruesos de lodolitas de espesor grueso y arenitas calcáreas de espesor medio a delgado	Residual	Roca dura	Rdsl aae	29	34	19	61	28 0	22	1	C
Nivel de lutitas y arenitas	Ksla	Niveles gruesos de lodolitas de espesor grueso y arenitas calcáreas de espesor medio a delgado	Residual	Roca dura	Rdsl aae	29	34	19	61	28 0	22	5	B
Nivel de lutitas y arenitas	Ksla	Niveles gruesos de lodolitas de espesor grueso y arenitas calcáreas de espesor medio a delgado	Residual	Roca dura	Rdsl aae	29	34	19	61	28 0	22	10	B

UNIDAD GEOL	NOMEN	DESCRIPCIÓN	ORIGEN SUELO	DUREZA	UGS_Qu ant	phi_gr ad	c_k p a	Gt_kNo m3	phi_de pth	c_de pth	Gt_dep th	De pth _m	GHid rológ ico
Nivel de lutitas y arenitas	Ksla	Niveles gruesos de lodolitas de espesor grueso y arenitas calcáreas de espesor medio a delgado	Residual	Roca dura	Rdsl aae	29	34	19	61	28_0	22	15	A
Nivel de lutitas y arenitas	Ksla	Niveles gruesos de lodolitas de espesor grueso y arenitas calcáreas de espesor medio a delgado	Residual	Roca dura	Rdsl aae	29	34	19	61	28_0	22	20	A
Nivel de lutitas y arenitas	Ksla	Niveles gruesos de lodolitas de espesor grueso y arenitas calcáreas de espesor medio a delgado	Residual	Roca dura	Rdsl aav	29	68	18	60	28_0	22	15	A
Nivel de lutitas y arenitas	Ksla	Niveles gruesos de lodolitas de espesor grueso y arenitas calcáreas de espesor medio a delgado	Residual	Roca dura	Rdsl aav	29	68	18	60	28_0	22	20	A
Stock de Payandé	Jp	Cuerpo intrusivo félsico, de composición granodiorítica, aunque puede variar hacia tonalita y cuarzdiorita.	Volcánico	Roca blanda	Rbs paa	29	15	18	35	80	20	2	C
Stock de Payandé	Jp	Cuerpo intrusivo félsico, de composición granodiorítica, aunque puede variar hacia tonalita y cuarzdiorita.	Volcánico	Roca blanda	Rbs paa	29	15	18	35	80	20	15	A
Stock de Payandé	Jp	Cuerpo intrusivo félsico, de composición granodiorítica, aunque puede variar hacia tonalita y cuarzdiorita.	Volcánico	Roca blanda	Rbs pad	43	85	20	42	87	20	0,5	C
Stock de Payandé	Jp	Cuerpo intrusivo félsico, de composición granodiorítica, aunque puede variar hacia tonalita y cuarzdiorita.	Volcánico	Roca blanda	Rbs pad	43	85	20	42	87	20	5	B
Stock de Payandé	Jp	Cuerpo intrusivo félsico, de composición granodiorítica, aunque puede variar hacia tonalita y cuarzdiorita.	Volcánico	Roca blanda	Rbs pad	43	85	20	42	87	20	10	B
Stock de Payandé	Jp	Cuerpo intrusivo félsico, de composición granodiorítica, aunque puede variar hacia tonalita y cuarzdiorita.	Volcánico	Roca blanda	Rbs pad	43	85	20	42	87	20	15	A
Stock de Payandé	Jp	Cuerpo intrusivo félsico, de composición granodiorítica, aunque puede variar hacia tonalita y cuarzdiorita.	Volcánico	Roca blanda	Rbs pae	37	30	17	37	80	20	2	C
Stock de Payandé	Jp	Cuerpo intrusivo félsico, de composición granodiorítica, aunque puede variar hacia tonalita y cuarzdiorita.	Volcánico	Roca blanda	Rbs pae	37	30	17	37	80	20	5	B
Stock de Payandé	Jp	Cuerpo intrusivo félsico, de composición granodiorítica, aunque puede variar hacia tonalita y cuarzdiorita.	Volcánico	Roca blanda	Rbs pae	37	30	17	37	80	20	10	B
Stock de Payandé	Jp	Cuerpo intrusivo félsico, de composición granodiorítica, aunque puede variar hacia tonalita y cuarzdiorita.	Volcánico	Roca blanda	Rbs pae	37	30	17	37	80	20	15	A
Stock Granítico de Rovira	Pg	Cuerpo intrusivo de grano medio, y composición cuarzomonzonítica, granodiorítica y ocasionalmente granítica.	Volcánico	Roca blanda	Rbs grae	22	25	17	35	83	20	2	C
Stock Granítico de Rovira	Pg	Cuerpo intrusivo de grano medio, y composición cuarzomonzonítica, granodiorítica y ocasionalmente granítica.	Volcánico	Roca blanda	Rbs grae	22	25	17	35	83	20	5	B
Stock Granítico de Rovira	Pg	Cuerpo intrusivo de grano medio, y composición cuarzomonzonítica, granodiorítica y ocasionalmente granítica.	Volcánico	Roca blanda	Rbs grae	22	25	17	35	83	20	10	B
Terraza aluvial alta	Qta	Depósitos de gravas heterométricos con diversas tonalidades, compuestas por rocas bioquímicas, intrusivas, extrusivas y metamórficas. Embebidos en una matriz areno arcillosa.	Aluvial transportado	Suelo transportado o, residual	Stf3t aaf	31	5	17	33	5	18	20	A
Terraza aluvial alta	Qta	Depósitos de gravas heterométricos con diversas tonalidades, compuestas por rocas bioquímicas, intrusivas, extrusivas y metamórficas. Embebidos en una matriz areno arcillosa.	Aluvial transportado	Suelo transportado o, residual	Stf3t aaf	31	5	17	33	5	18	30	A
Terraza aluvial alta	Qta	Depósitos de gravas heterométricos con diversas tonalidades, compuestas por rocas bioquímicas, intrusivas, extrusivas y metamórficas. Embebidos en una matriz areno arcillosa.	Aluvial transportado	Suelo transportado o, residual	Stf3t aaf	31	5	17	33	5	18	50	A
Terraza aluvial alta	Qta	Depósitos de gravas heterométricos con diversas tonalidades, compuestas por rocas bioquímicas, intrusivas, extrusivas y metamórficas. Embebidos en una matriz areno arcillosa.	Aluvial transportado	Suelo transportado o, residual	Stf3t aav	29	12	19	29	12	18	20	A
Terraza aluvial alta	Qta	Depósitos de gravas heterométricos con diversas tonalidades, compuestas por rocas bioquímicas, intrusivas, extrusivas y metamórficas. Embebidos en una matriz areno arcillosa.	Aluvial transportado	Suelo transportado o, residual	Stf3t aav	29	12	19	29	12	18	30	A

UNIDAD GEOL	NOMEN	DESCRIPCIÓN	ORIGEN SUELO	DUREZA	UGS_Qu ant	phi_gr ad	c_k p a	Gt_kNo m3	phi_de pth	c_de pth	Gt_dep th	De pth _m	GHid rológ ico
Terraza aluvial baja	Qtb	Depósitos de conglomerados, con tonalidades grises, poligomícticos de origen: bioquímicos, intrusivos, extrusivos y metamórficos. Embebidas en una matriz areno arcillosa de color gris a gris oscuro, selección regular	Aluvial transportado	Suelo transportado, residual	Srba f	31	5	17	31	5	18	20	A
Terraza aluvial baja	Qtb	Depósitos de conglomerados, con tonalidades grises, poligomícticos de origen: bioquímicos, intrusivos, extrusivos y metamórficos. Embebidas en una matriz areno arcillosa de color gris a gris oscuro, selección regular	Aluvial transportado	Suelo transportado, residual	Srba f	31	5	17	31	5	18	30	A
Terraza aluvial intramontana	Qt	Depósitos de gravas embebidos en una matriz areno limosa, de color gris a habano, muy disgregada.	Aluvial transportado	Suelo transportado, residual	Stf3t imae	37	14	18	36	16	18	2	C
Terraza aluvial intramontana	Qt	Depósitos de gravas embebidos en una matriz areno limosa, de color gris a habano, muy disgregada.	Aluvial transportado	Suelo transportado, residual	Stf3t imae	37	14	18	36	16	18	15	A

Fuente: Formulación POMCA río Luisa y otros directos al Magdalena. Consorcio Vino Tinto y Oro, 2017

19.5. CONSIDERACIONES PARA LAS UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES

Para la obtención de propiedades geomecánicas de rocas y suelos, se procedió al análisis e interpretación de la información obtenida por reconocimiento de campo, descripción de muestras de mano, toma de datos estructurales y esclerómetro, fotointerpretación y muestreos, los cuales se encuentran dentro del Anexo de geología.

En cuanto al tipo de rocas, las menos susceptibles a ser afectadas por procesos exógenos y/o endógenos son las compuestas por mármoles de la Formación Payande al noroeste de la cuenca, y las areniscas, areniscas conglomeráticas y conglomerados de la Formación Gualanday superior al noreste.

En el caso de la Formación Gualanday Superior, se debe principalmente a su composición y la poca frecuencia de diaclasas o fracturas. En el caso de los mármoles, tiene que ver principalmente con el metasomatismo que ha sufrido la roca, brindándole una gran competencia contra la mayoría de los factores exógenos. De igual manera, estas rocas, al no encontrarse afectadas por factores antrópicos, aumenta su factor de resistencia.

Debido a que la mayoría de las UGS son de tipo roca de resistencia intermedia, afloran dispersas en toda la cuenca, tal y como se observan en el plano de UGS a escala 1: 25000 dentro de los anexos. Se encuentran generalmente conformadas por conglomerados muy compactados del Triásico, Vulcanitas del Jura triásico, Calizas del Jura triásico, Lutitas y Lodolitas del Jurásico y un amplio grupo de rocas del Cretácico (calizas, areniscas, lodolitas, shales, entre otras).

Generalmente la mayoría de estas rocas comparten similitud en su resistencia debido a que se encuentran muy tectonizadas, fracturadas y/o meteorizadas por acción del complejo control estructural que domina la cuenca en estudio. Así como la extensa intervención antrópica sobre estas áreas, donde muchas veces las actividades agropecuarias, han degradado la roca y posibilitado la infiltración de escorrentía hacia el subsuelo, y disminuyendo el factor de resistencia de los macizos. Cabe recordar, que estos materiales, al encontrarse muy fracturados y/o meteorizados, permiten el desarrollo de planos de debilidad, lo que a mediano y largo plazo generan procesos de remoción en masa de tipo deslizamiento mayoritariamente.

Las rocas de resistencia blanda o muy blanda, como el Grupo Honda (Neógeno), La Formación Seca (Paleógeno – Cretácico) y algunas del Cretácico, presentan poca competencia a los factores exógenos y endógenos, desintegrando el material rápidamente. Esto tiene mucho que ver con la heterogeneidad de los materiales expuestos (intercalaciones), lo que facilita la erosión diferencial y posteriormente el fracturamiento de los materiales más resistentes (areniscas). Todo esto aunado al control estructural y al factor antrópico que aceleran los procesos de meteorización en la roca.

En cuanto a los depósitos y unidades mixtas, generalmente aparecen en superficie con su estructura tipo suelo, lo que los hace más susceptible que los materiales rocosos, a los fenómenos de erosión y meteorización. Sin embargo, los suelos que presentan mayor firmeza y curvas granulométricas con mala selección, pero bien graduadas, presenta mayor resistencia a los factores externos y tectono estructurales.

A pesar de que un suelo se encuentre firme, muy compactado o con una buena graduación, depende mucho de factores como la pendiente, el cubrimiento vegetal, la ausencia de

procesos antrópicos, entre otros, para la conservación de su estructura original, ya que generalmente este tipo materiales son donde se inician los procesos de remoción en masa o de erosión, afectando posteriormente a los materiales rocosos.

20. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El resultado del análisis geológico y geomorfológico con fines de ordenamiento territorial del POMCA para la cuenca del río Luisa y otros directos al Magdalena, al centro del Departamento del Tolima, permite establecer las siguientes conclusiones y recomendaciones.

- Regionalmente la zona en estudio se encuentra sobre a un orógeno ortotectónico de la cordillera oriental, dominada por un Exogeosinclinal que corresponde a cuencas intermontanas de gran extensión limitadas principalmente por fallas.
- El área de la cuenca está conformada por rocas del Precámbrico, Pérmico, Triásico, Triásico – Jurásico, Jurásico, Cretácico, Paleógeno, Neógeno y depósitos recientes de gran extensión.
- En esta cuenca, los materiales más representativos se encuentran posteriormente afectados por fenómenos de erosión que generaron una serie de abanicos coalescentes tales como el abanico del Guamo y el Espinal y son una consecuencia de desarrollos de diferentes eventos volcánicos que se formaron en el Plioceno y Holoceno destacándose focos como el Machín, el cual generó el abanico del Espinal en tanto que el sistema de abanicos de Guamo que hace parte de la prolongación del abanico de Ibagué corresponde a ambientes erosivos y que posteriormente fueron depositados en donde coexisten materiales ígneos intrusivos y metamórficos, transportando cantos rodados, gravas y arenas.
- La parte un poco más occidental de los abanicos está conformada principalmente por materiales del Neógeno y Cretácico destacándose la presencia de las Formación Honda y Guaduas, en el Cretácico se encuentran elementos estratigráficos tales como la Formación Caballos que se depositó discordantemente sobre el Grupo Payandé.
- hacia el Occidente de este sector se encuentra un bloque basculado conocido como el cerro del Gobernador donde la parte del Jurásico se encuentra conformada principalmente por depósitos de las formaciones Payandé y pre Payandé y alguna pequeña cuña del post Payandé. Hacia la zona de Rovira se destaca la presencia de una cuenca local también de origen tectónico donde se depositó la Formación Honda que está limitada por la Falla del Gobernador y la discordancia entre la Formación Honda y el Batolito de Ibagué y hacia el costado más occidental del área se destaca la presencia del Batolito de Ibagué conformado principalmente por rocas graníticas.
- En este sector se encuentra una tectónica de comprensión y es así como los valles del Río Magdalena y Cauca presentan fundamentalmente por fallas de tipo inverso generadas como ya se ha dicho donde la placa de Suramérica cabalga sobre la placa de Nazca, formándose al Occidente de la placa de Suramérica, lo que se conoce como la zona de subducción en el Océano Pacífico. Una vez se produjeron los esfuerzos de la formación del orógeno Ortotectónico, tuvo lugar los fenómenos erosivos y también deposicionales.
- En la geología estructural de la cuenca del río Luisa, se desarrolla sobre el flanco occidental del sistema de fallas del piedemonte de la cordillera central, que generó

posteriormente una serie de eventos erosivos. También en la zona de debilidad en donde se emplazaron tanto los batolitos como las rocas volcánicas se desarrolló una intensa actividad volcánica en el centro de la cordillera occidental dentro de las cuales se destaca el Volcán Nevado del Ruiz y otros focos volcánicos que generaron derrames tanto en el costado oriental como occidental en el sector comprendido entre el nevado del Ruiz y el Tolima. La actividad volcánica finaliza con un vulcanismo explosivo se generaron una serie de depósitos de ceniza los cuales cubren gran parte de la zona occidental, especialmente en el sector del batolito de Ibagué cerca de Rovira, es así como el relieve debido a esta influencia presenta geoformas más suaves.

- Las zonas occidental y central de la cuenca, son de regímenes estructurales altos, en estas zonas las rocas se encuentran altamente fracturadas y meteorizadas; existen varias zonas dispersas distribuidas en casi toda la cuenca (pero con polígonos de poca extensión) los cuales presentan una densidad media de fracturamiento y afloran rocas con competencia media a baja, por lo que son poco resistentes a los esfuerzos. Las áreas con baja densidad de fracturamiento, son poco afectadas por la configuración estructural de la zona al ser rocas competentes, además se encuentran cubiertas por sedimentos. Al este de la cuenca, corresponden a zonas muy extensas sin fracturamiento o con fracturamiento nulo, y están constituidas por depósitos recientes no confinados de espesores considerables.
- La cuenca está dominada por geoformas de ambientes denudacionales, fluviales, carstico, estructurales y volcánicos.
- La mayoría del área en estudio se encuentra sobre pendientes entre 0 y 7 %, destacándose la zona medio baja de la cuenca en estudio. Las zonas altas pueden presentar pendientes mayores al 25% y en las zonas bajas no alcanzan el 12%, y ya las zonas muy altas o mayormente erosionadas presentan pendientes mayores al 50%.
- Hacia la zona media de la cuenca, los materiales son susceptibles a las caídas de roca, mientras las zonas altas y sobre todos los sectores compuestos por cuerpos ígneos intrusivos, debido a la formación de suelos residuales extensos y espesos aunados a los materiales volcánicos, son susceptibles a los deslizamientos. Las partes bajas están expuestas a la socavación de los grandes ríos y degradación antrópica por actividades en su mayoría agropecuarias.
- Según lo evidenciado en campo, en las aerofotografías y/o sensores remotos, la mayoría de los procesos de inestabilidad observados presentan como factor detonante el mal manejo de las aguas de escorrentía y de las aguas servidas de la zona, sumado a las condiciones de pendiente, y a la heterogeneidad de los depósitos que presentan condiciones favorables para la acumulación y el tránsito de fluidos, favoreciendo de esta manera el desarrollo de estos procesos.
- La cuenca, en cuando a geomorfología de Zinck, se encuentra dominada por paisajes tipo montaña, lomerío, piedemonte, valles y valles glaciares.
- En cuanto a propiedades geomecánicas, las rocas menos resistentes son de tipo sedimentario, generalmente del Cretácico, Paleógeno y Neógeno. Mientras las de



mayor competencia se encuentran conformadas por rocas de la Formación Gualanday Superior y mármoles de la Formación Payande, en la parte media de la cuenca. Los depósitos, se encuentran supeditados a condiciones de pendiente, escorrentía e intervención antrópica principalmente.

- Es necesario la realización de estudios geológicos y geomorfológicos a menor escala para precisar las características físicas, químicas y geomecánicas de los materiales que conforman el área en estudio.
- También se podrían utilizar sistemas de prospección indirecta para consolidar y extender los resultados obtenidos en cuanto a información recolectada en campo, análisis de fotografías aéreas, entre otros,
- Se recomienda actualizar el protocolo de POMCA para el desarrollo de actividades como las Unidades Geológicas Superficiales, el cual se encuentra mejor enfocado en la Guía del SGC del 2012.

21. BIBLIOGRAFÍA

Carvajal, Henry. (2012). Propuesta metodologica sistematica para la generacion de mapas geomorfologicos analiticos aplicados a la zonificacion de amenaza por movimientos en masa escala 1: 100000. Bogota: SGC.

Carvajal, Henry et al. (2005). Propuesta metodologica para el desarrollo de la Cartografia Geomorfologica para la Zonificacion Geomecanica. Bogota: SGC.

Carvajal, Henry et al. (2005). Propuesta metodologica para el desarrollo de la Cartografia Geomorfologica para la Zonificacion Geomecanica. Bogota: SGC.

Dearman, W. R. (1974, 1991). Weathering Classification in the characterization of rock for engineering purposes in British practice. EE UU: International Assoc. of Engineering Geology.

Hermelin, Michel. (1987). Bases de Geologia Ambiental. Medellin: Universidad Nacional. Facultad de Minas.

Hoek et al., (1998). Applicability of the geological strength index (GSI) classification for very weak and sheared rock masses. The case of the Athens Schist Formation. Bull Eng Geol Env.

MINAMBIENTE, MINHACIENDA Y Fondo de Adaptación. (2014). Protocolo para la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas.

SGC. (1982). Reseña explicativa del mapa geologico preliminar Plancha 244 Ibague. Escala 1: 100.000. Bogotá.

SGC. (1984). Reseña explicativa del mapa geologico preliminar Plancha 263 Ortega. Escala 1: 100.000. Bogotá.

SGC. (2001). Memoria explicativa del mapa Geologico del Departamento del Tolima, Escala 1: 250.000. Bogotá.

SGC. (2001a). Memoria explicativa de la plancha geologica 206 Manizales y 225 Nevado del Ruiz. Esc 1: 100000. Bogota.

SGC. (2002). Memoria explicativa de la plancha 245 Girardot, Colombia. Bogota.

SGC. (2002a). Memoria explicativa de la plancha geologica 264 Espinal, Colombia. Bogota.

SGC. (2012). Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa. Bogotá: SGC.

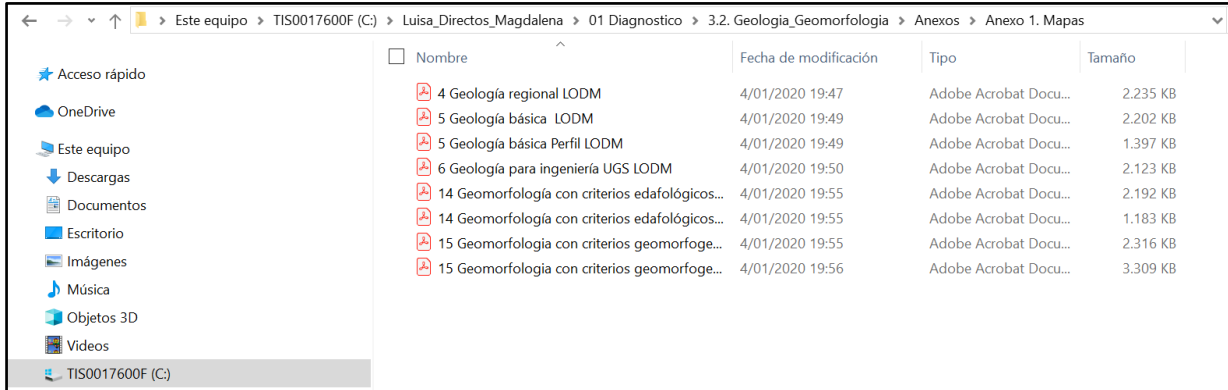
Van Zuidam. (1986). Erosion risk evaluation.

Verstappen y Van Zuidam. (1992). El sistema del ITC para levantamientos geomorfológicos. . Villanueva de Huelva. Holanda.: Publicación ITCNo.10.

Zinck, A. (2012). Geopedología.

ANEXOS

ANEXO 1. MAPAS



File Explorer path: Este equipo > TIS0017600F (C:) > Luisa_Directos_Magdalena > 01 Diagnostico > 3.2. Geologia_Geomorfologia > Anexos > Anexo 1. Mapas

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
4 Geología regional LODM	4/01/2020 19:47	Adobe Acrobat Docu...	2.235 KB
5 Geología básica LODM	4/01/2020 19:49	Adobe Acrobat Docu...	2.202 KB
5 Geología básica Perfil LODM	4/01/2020 19:49	Adobe Acrobat Docu...	1.397 KB
6 Geología para ingeniería UGS LODM	4/01/2020 19:50	Adobe Acrobat Docu...	2.123 KB
14 Geomorfología con criterios edafológicos...	4/01/2020 19:55	Adobe Acrobat Docu...	2.192 KB
14 Geomorfología con criterios edafológicos...	4/01/2020 19:55	Adobe Acrobat Docu...	1.183 KB
15 Geomorfología con criterios geomorfo...	4/01/2020 19:55	Adobe Acrobat Docu...	2.316 KB
15 Geomorfología con criterios geomorfo...	4/01/2020 19:56	Adobe Acrobat Docu...	3.309 KB

L:\Luisa_Directos_Magdalena\01 Diagnostico\3.2.
Geologia_Geomorfologia\Anexos\Anexo 1. Mapas



ANEXO 2. SALIDAS CARTOGRÁFICAS



L:\Luisa_Directos_Magdalena\01 Diagnostico\3.2.
Geologia_Geomorfologia\Anexos\Anexo 2. Salidas cartograficas