CONTRATO DE CONSULTORIA 410 DE 2019

ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE MITIGACION DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL

CONTRATANTE: INSTITUTO DISTRITAL DE GESTION DE RIESGO Y CAMBIO CLIMATICO

CONTRATISTA: CONSORCIO T Y T

INFORME FINAL: TOPOGRAFÍA, GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA, CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA, COBERTURA VEGETAL, SISMOLOGÍA Y REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS, ANÁLISIS DE ESTABILIDAD, DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA, DEFINICIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PARA EJECUTAR OBRAS DE MITIGACIÓN (PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO INCLUYENDO DISEÑOS CONCEPTUALES DE CADA ALTERNATIVA), DEFINICIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS FAVORABLE PARA EJECUTAR OBRAS DE MITIGACIÓN Y DISEÑO DETALLADO PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO, DISEÑO DE DRENAJES Y SUBDRENAJES Y REDES DE ALCANTARILLADO,DISEÑO ESTRUCTURAL DE DRENAJE Y CONTENCIÓN, INFORMACIÓN PARA TRÁMITES, DISEÑO DE PAISAJISMO, PRESUPUESTO, PROGRAMACIÓN DE OBRA, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PARTICULARES, PLAN (GESTIÓN SOCIAL, AMBIENTAL Y TRÁNSITO), INVENTARIO FORESTAL Y ESTUDIO PREDIAL.

Calle 53 A # 28-67, Oficina 101
Telefono: (57-1) 2 48 45 03
Celular: (57) 314 411 36 45
Bogotá – Colombia

PLANTEAMIENTO Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE MITIGACION DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL						
DOCUMENTO: INFORME FINAL.						
CÓDIGO: INF-ESC-T616/18						
RESPONSABLES		**REVISIONES**				
		No.	1	No.	2	No.	3
ELABORA	Nombre:	Ing. Williams M. Beltrán Cadena		Ing. Williams M. Beltrán Cadena		Ing. Williams M. Beltrán Cadena	
		Especialista Topógrafo.		Especialista Topógrafo.		Especialista Topógrafo.	
	Firma:						
	Fecha:	Marzo 16 de 2020		Maryo 26 de 2020		OCTUBRE 01 de 2020	
ELABORA	Nombre:	Ing. Ana Carolina Rivera		Ing. Ana Carolina Rivera		Ing. Ana Carolina Rivera	
		Especialista Geotecnia		Especialista Geotecnia		Especialista Geotecnia	
	Firma:						
	Fecha:	Marzo 16 de 2020		Maryo 26 de 2020		OCTUBRE 01 de 2020	
ELABORA	Nombre:	Ing. Gustavo A. Trejo Gonzales.		Ing. Gustavo A. Trejo Gonzales.		Ing. Gustavo A. Trejo Gonzales.	
		Especialista Geólogo.		Especialista Geólogo.		Especialista Geólogo.	
	Firma:						
	Fecha:	Marzo 16 de 2020		Maryo 26 de 2020		OCTUBRE 01 de 2020	
ELABORA	Nombre:	Ing. Cristian G. Herrera Novoa.		Ing. Cristian G. Herrera Novoa.		Ing. Cristian G. Herrera Novoa.	
		Especialista Hidrología.		Especialista Hidrología.		Especialista Hidrología.	
	Firma:						
	Fecha:	Marzo 16 de 2020		Maryo 26 de 2020		OCTUBRE 01 de 2020	
ELABORA	Nombre:	Arq. Diana Salazar Moreno.		Arq. Diana Salazar Moreno.		Arq. Diana Salazar Moreno.	
		Especialista Paisajismo.		Especialista Paisajismo.		Especialista Paisajismo.	
	Firma:						
	Fecha:	Marzo 16 de 2020		Maryo 26 de 2020		OCTUBRE 01 de 2020	
ELABORA	Nombre:	Ing. Laura J. Gómez Chávez.		Ing. Laura J. Gómez Chávez.		Ing. Laura J. Gómez Chávez.	

		Especialista Ambiental.	Especialista Ambiental.	Especialista Ambiental.
	Firma:			
	Fecha:	Marzo 16 de 2020	Maryo 26 de 2020	OCTUBRE 01 de 2020
ELABORA	Nombre:	Ing. Freddy Valcárcel Montañez.	Ing. Freddy Valcárcel Montañez.	Ing. Freddy Valcárcel Montañez.
		Especialista Forestal.	Especialista Forestal.	Especialista Forestal.
	Firma:			
	Fecha:	Marzo 16 de 2020	Maryo 26 de 2020	OCTUBRE 01 de 2020
ELABORA	Nombre:	Ing. Miguel Efraín Rosero.	Ing. Miguel Efraín Rosero.	Ing. Miguel Efraín Rosero.
		Especialista Estructura.	Especialista Estructura.	Especialista Estructura.
	Firma:			
	Fecha:	Marzo 16 de 2020	Maryo 26 de 2020	OCTUBRE 01 de 2020
ELABORA	Nombre:	Martha C. Rodríguez Herrera.	Martha C. Rodríguez Herrera.	Martha C. Rodríguez Herrera.
		Especialista Trabajo Social.	Especialista Trabajo Social.	Especialista Trabajo Social.
	Firma:			
	Fecha:	Marzo 16 de 2020	Maryo 26 de 2020	OCTUBRE 01 de 2020
ELABORA	Nombre:	Ing. Omar Faird Castañeda.	Ing. Omar Faird Castañeda.	Ing. Omar Faird Castañeda.
		Especialista Catastral.	Especialista Catastral.	Especialista Catastral.
	Firma:			
	Fecha:	Marzo 16 de 2020	Maryo 26 de 2020	OCTUBRE 01 de 2020
ELABORA	Nombre:	Ing. Carlos A. Acosta Díaz.	Ing. Carlos A. Acosta Díaz.	Ing. Carlos A. Acosta Díaz.
		Especialista Presupuesto y Programación.	Especialista Presupuesto y Programación.	Especialista Presupuesto y Programación.
	Firma:			
	Fecha:	Marzo 16 de 2020	Maryo 26 de 2020	OCTUBRE 01 de 2020
ELABORA	Nombre:	Ing. Miguel Ángel Raba.	Ing. Miguel Ángel Raba.	Ing. Miguel Ángel Raba.

		Director de Consultoría	Director de Consultoría	Director de Consultoría
	Firma:			
	Fecha:	Marzo 16 de 2020	Maryo 26 de 2020	OCTUBRE 01 de 2020
APRUEBA	Nombre:	Ing. Mauricio Camargo Chávez	Ing. Mauricio Camargo Chávez	Ing. Mauricio Camargo Chávez
		Director de Interventoría	Director de Interventoría	Director de Interventoría
	Firma:			
	Fecha:	Marzo 16 de 2020	Maryo 26 de 2020	OCTUBRE 01 de 2020
VISTO BUENO	Nombre:	Ing. Luis Esteban Montaña Forero	Ing. Luis Esteban Montaña Forero	Ing. Luis Esteban Montaña Forero
		Estudios y Diseños - IDIGER	Estudios y Diseños - IDIGER	Estudios y Diseños - IDIGER
	Firma:			
	Fecha:	Marzo 16 de 2020	Maryo 26 de 2020	OCTUBRE 01 de 2020

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos Y Cambio Climático

TITULO: "**PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL"**

AUTOR: CONSORCIO TYT

RESUMEN: El presente informe final contiene los resultados de las actividades de topografía, geología y geomorfología, caracterización hidrológica, cobertura vegetal, sismología y redes de servicios públicos, análisis de estabilidad, determinación del problema, definición de las alternativas para ejecutar obras de mitigación (planteamiento de alternativas de reducción de riesgo incluyendo diseños conceptuales de cada alternativa), definición de la alternativa más favorable para ejecutar obras de mitigación y diseño detallado para la reducción del riesgo, diseño de drenajes y subdrenajes y redes de alcantarillado, diseño estructural de drenaje y contención, información para trámites, diseño de paisajismo, presupuesto, programación de obra, especificaciones técnicas y particulares, plan (gestión social, ambiental y tránsito), inventario forestal y estudio predial realizadas después de los ciento ochenta días, en desarrollo del contrato 410-2019.

PALABRAS CLAVES: BARRIO LA GRAN COLOMBIA, LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL, AMENAZA, RIESGO, FENOMENOS DE REMOCIÓN EN MASA, GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, SISMICIDAD, REDES.

TERMINOS PARA GLOSARIO E INDICE: AMENAZA, RIESGO, FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA, GEOLOGIA, EXPLORACION, GEOFÍSICA.

CLASIFICACIÓN DE SEGURIDAD:	**CONTRATO:**	**IDIOMA:**	**NÚMERO DE PAGINAS:**	**NÚMERO DE COPIAS:**
CLASIFICADO	No:410-2019	ESPAÑOL		**1**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN: 31

2. ALCANCES: 32

3. RECOPILACION, REVISIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACION SECUNDARIA: 33

3.1. LOCALIZACIÓN 33
3.2. SISTEMA DE INFORMACIÓN EMPRESA DE ACUEDUCTO DE BOGOTÁ: 33
3.2.1. Sistema de Acueducto: 33
3.2.2. Sistema de Alcantarillado Pluvial: 34
3.2.3. Sistema de Alcantarillado Sanitario: 35
3.3. MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ: 36
3.4. MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ: 37
3.5. GEOLOGÍA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ: 38
3.6. INFORMACIÓN EN SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN – SINUPOT: 40
3.7. INFORMACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGO Y CAMBIO CLIMÁTICO – SIRE: 41
3.8. CONCEPTOS TÉCNICOS: 45
3.8.1. Concepto CT-3123 de abril de 1999: 45
3.8.2. Diagnóstico técnico No. DI-1925: 47
3.8.3. Información geográfica del Instituto de Desarrollo Urbano IDU: 52

4. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA: 54

5. METODOLOGÍA DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y LABORATORIOS. 61

5.1. EXPLORACIÓN DIRECTA: PERFORACIONES MECÁNICAS 62
5.1.1. Perforación Mecánica. 62
5.1.2. Trincheras 65
5.2. EXPLORACIÓN INDIRECTA: 67
5.2.1. Líneas de resistividad eléctrica 67
5.2.2. Líneas de refracción sísmica. 72
5.3. ENSAYOS DE LABORATORIO: 77
5.4. PERSONAL DE CAMPO: 79

6. METODOLOGÍA DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 81

6.1. PROCEDIMIENTO: 81
6.2. EQUIPOS 82
6.2.1. Posicionamiento: 82
6.2.2. Ficha técnica del equipo 83
6.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 87
6.3.1. Planimetría 87
6.3.1.1. Equipos 87
6.3.1.2. Ficha técnica del equipo 88
6.3.2. Altimetría 91

6.4. VUELO FOTOGRAMÉTRICO 93
6.4.1. Metodología 93
6.4.2. Recolección de datos: 93
6.4.2.1 Planeación de los vuelos: 94
6.4.2.2 Planeación de Foto-control: 96
6.4.2.3 Ejecución de vuelo control: 97
6.4.2.3 Procesamiento de datos: 97
6.4.2.4 Vectorización de ortomosaico: 99
6.4.3. Planeación y ejecución del servicio 100
6.4.4. Trabajo de oficina 101
6.4.5. Marco de referencia 102
6.5. EQUIPOS A UTILIZAR 102
6.6. PERSONAL 102
6.7. REFERENCIAS 103

7. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 104

7.1. GEORREFERENCIACIÓN: 104
7.2. BASES UTILIZADAS 104
7.2.1. Certificaciones 104
7.2.2. Especificaciones técnicas de los equipos GPS 106
7.2.3. POST-PROCESO GPS 107
7.2.4. TRASLADO DE ÉPOCA 113
7.2.5. AJUSTE DE COTA GPS 115
7.2.6. COORDENADAS DEFINITIVAS 115
7.3. TOPOGRAFIA 116
7.3.1. Estación total 116
7.3.2. Equipos y software utilizado 116
7.3.2.1 Equipos 116
7.3.2.2 Certificación de calibración 117
7.3.2.3 Software utilizado 119
7.3.3. Códigos de campo 120
7.3.4. CALCULO DE POLIGONAL 121
7.3.5. Esquema de Poligonal 125
7.4. VUELO FOTOGRAMÉTRICO 133
7.4.1. Equipó utilizado 133
7.4.2. Planeación de vuelo y captura de imágenes con UAS 133
7.4.2.1 Alcance 133
7.4.2.2 Metodología 133
7.4.2.3 Toma de fotografías aéreas 134
7.4.2.4 Ejecución de vuelos 134
7.4.2.5 La ubicación de los GPC 135
7.4.2.6 Procesamiento y producción de otros mosicos 137

7.4.3. Resultados obtenidos ... 143
7.5. REGISTRO FOTOGRÁFICO ... 144

8. GEOLOGIA REGIONAL ... 148

8.1. GEOLOGIA REGIONAL ... 148
8.1.1. Estratigrafía ... 151
8.1.2. Geología estructural ... 154
8.1.3. Fallas y plegamientos ... 154
8.1.4. Metodología Trabajo de Campo ... 160
8.1.5. Geología y Geomorfología de la zona de estudio. ... 171
8.1.5.1 Geología Local de la Zona de Estudio. ... 172
8.1.5.2 Unidad de roca ... 173
8.1.5.3 Unidad de Suelo (Q). ... 178
8.1.5.4 Unidad de Suelo Transportado. ... 180
8.1.5.5 Suelo Antrópicos. ... 183
8.1.5.6 Suelo In situ ... 185
8.1.5.7 Geología estructural Local. ... 186
8.1.6. Modelo geológico ... 187
8.2. GEOMORFOLOGÍA LOCAL ... 188
8.2.1. Elementos geomorfológicos de la zona de estudio ... 188
8.2.1.1 Elementos de origen estructural (S). ... 193
8.2.1.2 Ladera de contrapendiente (Slcp). ... 193
8.2.1.3 Elementos de origen Denudacional (D). ... 193
8.2.1.4 Cono o lóbulo coluvial (Dco). ... 194
8.2.1.5 Ladera suavemente inclinada (Dlsi). ... 195
8.2.1.6 Ladera inclinada (Dli). ... 195
8.2.1.7 Escarpe (De). ... 196
8.2.2. Geoformas de origen Fluvial (F) ... 197
8.2.2.1 Cauce o lecho actual activo (Fca) ... 197
8.2.2.2 Terraza aluvial (Fta). ... 197
8.2.2.3 Escarpe de Terraza aluvial (Ftae). ... 198
8.2.3. Elementos de origen Antropogénico ... 198
8.2.3.1 Llenos de Pavimento (Allp). ... 198
8.2.3.2 Llenos mixtos (ALLM). ... 199
8.2.3.3 Talud de Corte (Atc). ... 200
8.2.3.4 Ladera explanada (Alex). ... 200
8.3. ANÁLISIS MULTITEMPORAL Y PROCESOS MORFODINÁMICOS ... 201
8.4. HIDROGEOLOGÍA ... 234
8.4.1. Caracterización Hidrogeológica de las Unidades ... 235
8.4.2. Aspectos Hidrodinámicos, Recarga y Descarga ... 236
8.4.3. Modelo hidrogeológico simplificado ... 239
8.4.4. Determinación de Factores RU ... 240

9. HIDROLOGÍA 242

9.1. RECOPILACIÓN DE REGISTROS E INFORMACIÓN. 244
9.2. PARÁMETRO GEOMORFOLÓGICOS 253
9.2.1. Perímetro de la cuenca 254
9.2.2. Longitud de Cauce Principal 254
9.2.3. Ancho de la Cuenca 255
9.2.4. Desnivel altitudinal 255
9.3. PARÁMETRO MORFOLÓGICOS 255
9.3.1. Factor de Forma. 256
9.3.2. Rectángulo equivalente. 258
9.3.3. Razón de circularidad 258
9.4. PARÁMETROS RELATIVOS DE RELIEVE 259
9.4.1. Altitud media de la cuenca 259
9.4.2. Curva Hipsométrica 260
9.4.3. Pendiente media de la cuenca 260
9.4.4. Pendiente media del cauce principal 261
9.4.5. Perfil altimétrico del cauce principal. 262
9.5. CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE DRENAJES -DENSIDAD 263
9.5.1. Densidad de drenajes. 263
9.5.2. Curva número 264
9.5.3. Rio Fucha y Quebradas Aguas Claras (La Pichosa) 267
9.5.4. Coeficiente de Manning (n). 268
9.6. CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA PARA LAS UNIDADES HIDROGRÁFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO 273
9.7. CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS HIDROLÓGICOS EN CAMPO. 279
9.7.1. Quebrada Seca. 279
9.7.2. Tanque 280
9.7.3. Rio Fucha 282
9.7.4. Quebrada La Pichosa 283
9.7.5. Vertimientos 285
9.8. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN. 289
9.9. TIEMPO DE RETARDO. 294
9.9.1. Ecuación de Eagleson 294
9.9.2. Ecuación de Putnam 295
9.9.3. Scs 295
9.9.4. Ecuación de Snyder 296
9.9.5. Ecuación de Taylor y Schwartz 296
9.10. MARCO HIDROLÓGICO GENERAL DE LAS UNIDADES MODELADAS. 299
9.10.1. Intensidad 299
9.10.2. Periodo de retorno (T) 304
9.10.3. Análisis multitemporal 305
9.11. ANÁLISIS MULTITEMPORAL 1998-2014-2019 306

9.12. MODELACIÓN HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA DE LOS HIDRO SISTEMAS. 309
9.12.1. Levantamientos Topo batimétricos. 311
9.12.2. Georreferenciación De Las Batimetrías. 312
9.12.3. Modelos de Evaluación de la Amenaza. 313
9.12.4. Modelamiento hidrológico de ríos. 314
9.13. REDES HÚMEDAS Y MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE REDES. 332
9.13.1. Inventario de redes y evaluación estructural de los pozos 332
9.13.2. Red de acueducto 335
9.13.3. Alcantarillado Sanitario 343

10. COBERTURA Y USO DEL SUELO 358

10.1. PROCEDIMIENTO 358
10.1.1. Interpretación de los Productos Obtenidos del Sensor Remoto. 358
10.1.2. Sistema de Clasificación 360
10.1.3. Influencia de la Cobertura en las Condiciones Estabilidad 363
10.1.4. Influencia de la Modificación de la Cobertura en las Condiciones de Estabilidad 366
10.2. RESULTADOS. 366
10.2.1. Influencia de la Cobertura en las Condiciones Estabilidad 366
10.2.1.1 Cobertura terrestre 367
10.2.2. Influencia de la Modificación de la Cobertura en las condiciones de Estabilidad 393
10.2.3. Análisis y Conclusiones. 401

11. INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA, ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y DETERMINACIÓN DEL MODELO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO 411

11.1. EXPLORACIÓN DIRECTA 411
11.2. EXPLORACIÓN INDIRECTA 412
11.3. COMPORTAMIENTO DEL AGUA EN EL SUBSUELO 414
11.4. ENSAYOS DE LABORATORIO 416
11.4.1. Resultados ensayos especiales 421
11.5. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 425
11.5.1. Caracterización Física 426
11.5.2. Caracterización de resistencia y compresibilidad - suelos: 426
11.5.3. Caracterización de material rocoso: 429
11.5.4. Modelo de Caracterización geotécnica del suelo 431
11.5.4.1 Depósito de Relleno Antrópico: Or 432
11.5.4.2 Depósito Fluvio-Glaciar Gravo Arenoso: Qfgs 433
11.5.4.3 Depósito Fluvio-Glaciar Arcilloso: Qfgc 434
11.5.4.4 Depósito Aluvio-Torrencial: Qat 436
11.5.4.5 Material Rocoso – Arcillolita: Rba 437
11.6. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA 440
11.7. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO. 441
11.7.1. Depósitos de Relleno Antrópico (Qr). 442

11.7.2. Depósitos fluvio glaciar gravo arenoso (Qfgs). 442
11.7.3. Depósitos fluvio glaciar gravo arcilloso (Qfgc). 442
11.7.4. Depósitos aluvio-torrencial (Qat). 442
11.7.5. Arcillolita de la formación Guaduas (Rb). 443
11.8. CONSIDERACIONES SÍSMICAS 449

12. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y EVALUACIÓN DE AMENAZA 450

12.1. CONDICIONES DEL MECANISMO DE FALLA DE LA ZONA 450
12.2. VARIABLES ALEATORIAS: LÍMITES 455
12.2.1. Variables geotécnicas estudios previos 455
12.2.2. Variables geotécnicas estudio actual 455
12.2.3. Análisis retrospectivos 457
12.2.4. Condiciones de sismo 460
12.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD CONDICION ACTUAL 460
12.4. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA 463

13. DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN 466

13.1. MITIGABILIDAD 466
13.2. ALTERNATIVAS PLANTEADAS 466
13.2.1. Alternativa 1: Obras de contención y drenaje 466
13.2.2. Alternativa 2: Reconformación del terreno, anclajes y drenaje 468
13.2.3. Alternativa 3: Pozos de alivio 470
13.2.4. Alternativa 4: Reasentamiento total 472
13.2.5. Alternativa 5: Convivir con el problema 472
13.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD CONDICION FUTURA CON OBRAS 472
13.4. MODELO DE DECISIÓN 474

14. DISEÑO EN DETALLE DE LA ALTERNATIVA MÁS FAVORABLE. 479

14.1. OBRAS GEOTÉCNICAS 479
14.1.1. Solución de Pilas Pre-Excavadas Tipo Caisson 479
14.1.1.1. Análisis por carga axial y asentamiento 479
14.1.1.2. Análisis por carga lateral 481
14.1.2. Cajas Drenantes: 489
14.1.3. Sistema de Drenaje Profundo – Drenes Horizontales 495
14.1.4. Sistema de Perforación Horizontal Dirigida – PHD. 499
14.2. OBRAS DE ALCANTARILLADO 501
14.2.1. Generalidades 501
14.2.2. Estimación de Caudales 503
14.2.3. Generalidades y Estimación de Perdidas. 507
14.2.4. Criterios de diseño. 510
14.2.5. Datos de entrada y modelación hidráulica 510
14.2.6. Descripción del sistema 511

14.2.7. Drenajes subsuperfiales 518
14.2.8. Estructuras de descarga 520
14.2.8.1. Estructura de canal escalonado 524
14.2.9. Obras de canalización del rio Fucha y quebrada La Pichosa 527
14.3. DISEÑOS ESTRUCTURAL OBRAS DE MITIGACIÓN. 530
14.3.1. Pilas pre-excavadas tipo caisson: 530
14.3.1.1. Datos Generales 530
14.3.1.2. Propiedades de los materiales 533
14.3.1.3. Análisis y diseño 533
14.3.1.4. Proceso constructivo 535
14.3.2. Cajas de drenaje 536
14.3.2.1. Datos generales 536
14.3.2.2. Propiedades de los materiales 538
14.3.2.3. Análisis y diseño cajas drenantes 540
14.3.2.4. Proceso constructivo 544
14.3.3. Estructura de entrega 544
14.3.3.1. Datos Generales 545
14.3.3.2. Propiedades de los materiales 546
14.3.3.3. Análisis y diseño 546
14.4. DISEÑO ARQUITÉCTONICO Y DE PAISAJISMO. 554
14.4.1. Descripción y condiciones del proyecto. 554
14.4.1.1. Localización y contexto. 554
14.4.1.2. Condiciones ambientales 555
14.4.1.3. Condiciones socioeconómicas 557
14.4.1.4. Condiciones del proyecto 557
14.4.2. Definición y descripción de concepto de diseño. 558
14.4.2.1. Listado de especies 560
14.5. DISEÑO INFORMACIÓN PARA TRÁMITES. 564

15. ESPECIFICACIONES, PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN DE OBRA. 565

15.2. METODOLOGIA PRESUPUESTO PARA OBRAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO. 566
15.2.1. Objetivos Generales del estudio. 566
15.2.2. Objetivos Particulares del estudio. 567
15.2.3. Cantidad de Obra y Presupuesto. 568
15.2.4. Elaboración del Presupuesto. 571
15.2.5. Especificaciones Técnicas para Construcción. 579
15.2.6. Especificaciones Técnicas Especificas y Metodo constructivo. 580
15.2.7. Programación de Obra. 582
15.3. PLANOS Y DISCREPANCIAS. 583
15.4. MATERIALES. 583
15.5. ENSAYOS DE LABORATORIO. 583
15.6. TOLERANCIAS. 584
15.7. NORMATIVIDAD. 584

15.8. SEGURIDAD INDUSTRIAL. 585
15.9. MEDIDAS, CUANTIFICACIÓNES Y PAGO. 585
15.10. NIVEL DE PRECIOS. 586
15.11. PRECIOS UNITARIOS. 586
15.12. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN A REALIZAR. 586
15.13. PROGRAMACIÓN DE OBRA Y PRESUPUESTO. 588
15.13.1. Costos de Obras de Mitigación del Riesgo. 588
15.13.1. Costos Gestión SISO. 590
15.13.2. Costos Gestión Plan de Manejo del Transito. 591
15.13.3. Costos Gestión Social. 592
15.13.4. Costos Gestión Obras Forestal. 593
15.14. RESUMEN DEL PRESUPUESTO GENERAL PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN DEL "BARRIO LA GRAN COLOMBIA". 594
15.15. FLUJO DE CAJA PARA EL PROYECTO DE OBRAS DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN DEL "BARRIO LA GRAN COLOMBIA". 594
15.16. PROFESIONALES RECOMENDADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN DEL RIEGO. 596

16. FORMULACIÓN DE PLANES (SOCIALES, AMBIENTAL, TRANSITO, INVENTARIO FORESTAL Y TRÁMITES DE POC). 598

16.1. ÁREA DE GESTIÓN SOCIAL -CONSULTORIA 598
16.1.1. Introducción 598
16.1.2. Objetivos 598
16.1.2.1 Objetivo General 598
16.1.2.1. Objetivos Específicos 599
16.1.3. Gestión Social en la Etapa de Estudios y Diseños. 599
16.1.3.1. Actividades Ejecutadas en la Etapa de Consultoría. 599
16.1.3.1.1. Programa de Divulgación a la comunidad. 599
16.1.3.1.2. Programa de Información a la comunidad. 601
16.1.3.1.3. Programa de Atención a la comunidad. 604
16.1.3.2 Productos entregables. 604
16.1.3.2.1 Directorio de Actores Sociales. 604
16.1.3.2.2 Plan de gestión social para la etapa de construcción 605
16.1.3.2.3 Metodología del plan de gestión social en la etapa de construcción 609
16.1.4. PROGRAMA DEL PLAN DE GESTIÓN SOCIAL. 616
16.1.4.1. PROGRAMA DEL INFORMACIÓN. 616
16.1.4.2. Programa de divulgación del proyecto. 618
16.1.4.3. Programa de atención al ciudadano. 622
16.1.4.4. Programa de sostenibilidad. 626
16.1.4.5. Programa de capacitación del proyecto a trabajadores vinculados. 627
16.1.4.6. Programa de apoyo para la generación de empleo. 627
16.1.4.7. Programa de acompañamiento social a actividades tecnicas de obra. 629
16.1.5. REPORTES A INTERVENTORÍA. 631

PROGRAMA: DE CAPACITACIÓN DEL PROYECTO A TRABAJADORES VINCULADOS A LA OBRA 640
PROGRAMA DE APOYO PARA LA GENERACIÓN DE EMPLEO. 641
PROGRAMA DE ACOMPAÑAMIENTO SOCIAL A ACTIVIDADES TECNICAS DE OBRA 643
16.2. PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO. 644
16.2.1. Señales Preventivas de Obra. *645*
16.2.1.1. Señales Preventivas Homologadas por el ministerio de transporte según el manual de señalización 2004. 646
16.2.2. Señales Reglamentarias de Obra. *647*
16.2.2.1. Señales Reglamentaria Homologadas por el ministerio de transporte según el manual de señalización 2004. 647
16.2.2.2. Señales Informativa de Obra. 649
16.2.3. Dispósitivo Canalizadores de Tránsito. *651*
16.2.3.1. Clasificaciones de los dispositivos para analizar el tránsito 651
16.2.4. METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS PLANES DE MANEJO DE TRÁNSITO PARA LAS OBRAS EN EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA. *655*
16.2.4.1. Introducción 655
16.2.4.2. Objetivos 656
16.2.5. Localización de las obras de Mitigación del Riesgo *656*
16.2.6. Características del área de Influencia de las obras. *657*
16.2.6.1. Zona de Influencia. 657
16.2.6.2. Uso del Suelo. 658
16.2.6.3. Características Físicas y Estado de las Vías. 658
16.2.7. Características del Tránsito vehicular Peatonal. *661*
16.2.7.1. Volúmenes Vehiculares. 661
16.2.7.2. Volúmenes Peatonal. 663
16.2.8. Características Generales de la Obra *663*
16.2.8.1. Duración y Horarios de la Obra 664
16.2.8.2. Maquinaria y Equipos a Utilizar 665
16.2.9. Disposición de señales y canalisadores del tránsito vial en la obra *665*
16.2.9.1. Localización de Señales para el Tráfico Pesado en el Ingreso y Salida de Maquinari, equipos y Material. 665
16.2.9.2. Localización de Señales en la zona de Influencia directa de las obras de mitigación 668
16.3. INVENTARIO FLORESTAL. 678
16.3.1. Introducción. *678*
16.3.2. Objetivos: *679*
16.3.2.1. Objetivos específicos: 680
16.3.3. Localización del Proyecto *680*
16.3.4. Justificación: *682*
16.3.5. Descripción de las Actividades Detalladas a Desarrollar *695*
16.3.6. Metodología Inventario Forestal *699*
16.3.7. Metodología Inventario Forestal *700*
16.3.7.1. Etapa de evaluación y valoración individual 700
16.3.7.1.1. Criterios para la evaluación y valoración individual *700*
16.3.8. Etapa de elaboración de las fichas establecidas para desarrollar el inventario forestal *703*

16.3.8.1. Estado físico 704
16.3.8.2. Estado Sanitario 704
16.3.8.3. Causas de intervención 705
16.3.8.4. Afectación urbana y nivel de riesgo 705
16.3.8.5 Registro fotográfico 705
16.3.9 Listado de Coordenadas 706
16.3.10 Localización Espacial de los Individuos Arbóreos 709
16.3.11 Registro Fotográfico 710
16.3.12 fichas Secretaria Distrital de Ambiente -SDA 711
16.3.12.1 Diligenciamiento de los formatos de la SDA Ficha 1 "Formulario de recolección de información silvicultural por individuo" con su respectivo código SIGAU 712
16.3.12.2 Diligenciamiento de Ficha 2 Ficha técnica de registro por individuo debidamente firmada por el Ing. Forestal 712
16.3.12.3 Determinación de la afectación, así como las medidas de compensación por endurecimiento de zonas verdes 713
16.3.12.4 Criterios técnicos para la determinación del tratamiento silvicultural 713
16.3.13 Resultados 714
16.3.13.1 Abundancia de especies vegetales 714
16.3.13.2 Características dasométricas 716
16.3.13.3 Volumen de madera 720
16.3.14 CONCLUSIONES 724
16.3.14.1 Clases por Altura 724
16.3.14.2 Clases por Diámetro 725
16.3.14.3 Tratamiento silvicultura 726
16.4. ESTUDIO PREDIAL. 734
16.4.1 AVALUÓS. 739
16.4.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 741
16.5. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL – (LÍNEA BASE), IDENTIFICAICÓN DE IMPACTO AMBIENTALES Y MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL. 742
16.5.1. Línea base áreas de Influencia 743
16.5.1.1. Área de influencia Indirecta - AII 743
16.5.1.2. Área de influencia directa – AID. 750
16.5.2. Identificación de Actividades constructivas asociadas a la alternativa seleccionada 754
16.5.3. Demanda de uso de Recursos Naturales por las Alternativas de Intervención del Proyecto .. 757
16.5.4. Identificación y valoración de Impactos Ambientales 759
16.5.4.1. Identificación y evaluación de Impactos Ambientales sin Proyecto 761
16.5.4.2. Identificación y evaluación de Impactos Ambientales 8con proyecto) acorde a la alternativa seleccionada. 765
16.5.5. Medidas de Manejo Ambiental para la Ejecución del Proyecto 770
16.5.6. Documentación para el Trámite del permiso de ocupación de cauce en el Rio Fucha 771
16.5.6.1. Descripción del proyecto 771
16.5.7. Documentación para el Trámite del permiso de Aprovechamiento Forestal 775

17. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 777

17.1. RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN: 777
17.2. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA: 777
17.3. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA: 778
17.4. COBERTURA Y USO DEL SUELO: 781
17.5. GESTIÓN SOCIAL: 781

18. BIBLIOGRAFIA 782

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1. RED DE SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL BARRIO LA GRAN COLOMBIA. 34
FIGURA 2. RED DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DEL BARRIO LA GRAN COLOMBIA. 35
FIGURA 3. RED DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DEL BARRIO LA GRAN COLOMBIA. 36
FIGURA 4. MAPA DE ZONA GEOTECNIA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ (2010) Y UBICACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO. 37
FIGURA 5. IMAGEN ADAPTADA ZONA DE RESPUESTA SÍSMICA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ (2010) Y UBICACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO. 38
FIGURA 6. IMAGEN ADAPTADA DE GEOLOGÍA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ (2010) Y UBICACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO. (INGEOMINAS, 1997) 39
FIGURA 7. UBICACIÓN DE ZONA DE ESTUDIO EN EL SISTEMA DE INFORMACIÓN SINUPOT. (SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN SINUPOT, CONSULTA:24/09/2019). 40
FIGURA 8. CAPTURA DE PANTALLA DE LA ZONA GEOTÉCNICA DE DEPÓSITO DE LADERA. 41
FIGURA 9. CAPTURA DE PANTALLA DE LA ZONA DE RESPUESTA SÍSMICA DE DEPÓSITO DE LADERA, (INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGO SIRE, 2019) 42
FIGURA 10. CAPTURA DE PANTALLA GEOLOGÍA URBANA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ. 42
FIGURA 11. CAPTURA DE PANTALLA ZONA DE AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA DEL SITIO DE ESTUDIO. (INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGO SIRE, 2019). 43
FIGURA 12. CAPTURA DE PANTALLA DEL REPORTE DE AMENAZA POR INUNDACIÓN EN EL SITIO DE ESTUDIO. (INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGO SIRE, 2019). 43
FIGURA 13. CAPTURA DE PANTALLA REPORTES DE CONCEPTO DE RIESGO PARA LOS PREDIOS DEL BARRIO EN LA GRAN COLOMBIA, (INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGO SIRE, 2019). 44
FIGURA 14. CAPTURA DE PANTALLA REPORTES DE CONCEPTO DE AMENAZA PARA LOS PREDIOS DEL BARRIO EN LA GRAN COLOMBIA. (INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGO SIRE, 2019). 44
FIGURA 15CAPTURA DE PANTALLA DE LOS REPORTES DE ZONA DE AMENAZA DE AVENIDA TORRENCIAL – RIO FUCHA Y QUEBRADA AGUAS CLARAS O PICHOSA. (INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGO SIRE, 2019). 45
FIGURA 16. REPORTE DE SUELO DE PROTECCIÓN POR RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA EN EL BARRIO GRAN COLOMBIA, SEGÚN RESOLUCIÓN 1482 DE 2019. (INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGO SIRE, 2019). 51
FIGURA 17. REPORTE DE INFRAESTRUCTURA DEL IDU Y FUENTES EXTERNAS (SIGIDU). (INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO SIGIDU, 2019). 53
FIGURA 18. MODELO CONCEPTUAL INICIAL DE ESTABILIDAD DEL BARRIO, SEGÚN OBSERVACIONES DE CAMPO. FUENTE PROPIA. 55
FIGURA 19. LOCALIZACIÓN SATELITAL DE LAS PERFORACIONES MECÁNICAS PROPUESTAS. (GOOGLE EARTH, 2019) 63

FIGURA 20. ARREGLO TIPO WERNER, PARA LA MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD 69
FIGURA 21: EQUIPOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA – TELUROMETRO. FUENTE PROPIA 72
FIGURA 22. SISMÓGRAFO SEISMEX16 76
FIGURA 23. DEMARCACIÓN DE PLACAS. FUENTE: PROPIA 82
FIGURA 24. EQUIPOS GPS A UTILIZAR. FUENTE DEL FABRICANTE 82
FIGURA 25. ESPECIFICACIONES EQUIPOS GPS A UTILIZAR. FUENTE DEL FABRICANTE 83
FIGURA 26. DIAGRAMA DE FLUJO GEORREFERENCIACIÓN. FUENTE: PROPIA 86
FIGURA 27. ESTACIÓN TOTAL NIKON. 88
FIGURA 28. ESPECIFICACIONES ESTACIÓN TOTAL A UTILIZAR. FUENTE DEL FABRICANTE 89
FIGURA 29. DIAGRAMA DE FLUJO LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. FUENTE: PROPIA 91
FIGURA 30. LOCALIZACIÓN PUNTO DE NIVEL GEOMÉTRICO. FUENTE IGAC 92
FIGURA 31. DRONE PHANTOM 4 PRO. 93
FIGURA 32LÍNEAS DE VUELOS PLANEADOS. 95
FIGURA 33. TRAYECTORIAS DE VUELOS EFECTUADOS. 95
FIGURA 34. EJEMPLO PLANEACIÓN DE FOTO CONTROL. 96
FIGURA 35. EJEMPLO ORTOMOSAICO (CRUDO) MUNICIPIO DE FACATATIVÁ. 98
FIGURA 36.VECTORIZACIÓN DEL ORTOMOSAICO. 99
FIGURA 37. DIAGRAMA DE FLUJO PLANEACIÓN Y EJECUCIÓN DEL SERVICIO. FUENTE PROPIA 100
FIGURA 38 DIAGRAMA DE FLUJO TRABAJO EN OFICINA. FUENTE PROPIA 101
FIGURA 39 *GPS HI-TARGET (V60)* 104
FIGURA 40. CERTIFICADO CALIBRACIÓN DE LA VARIACIÓN DEL CENTRO DE FASE DE LA ANTENA HI-TARGET 105
FIGURA 41. CERTIFICADO IGAC, COORDENADAS DE LA PLACA BOGOTA-16 107
FIGURA 42. CONSIDERACIONES PARA VÉRTICES CONSULTADOS 108
FIGURA 43. VENTANA DE LOCALIZACIÓN 111
FIGURA 44. VENTANA DE OCUPACIÓN. 112
FIGURA 45 . *ESTACIÓN TOTAL NIKON DTM-322* 116
FIGURA 46. CAPTURA DE PANTALLA CÁLCULOS TRANSITO 119
FIGURA 47. CAPTURA DE PANTALLA CALCULO TRANSIT 120
FIGURA 48. *UBICACIÓN POLIGONAL 1* 125
FIGURA 49. *ESQUEMA POLIGONAL 1* 126
FIGURA 50. *UBICACIÓN POLIGONAL 2* 127
FIGURA 51. *ESQUEMA POLIGONAL 2* 128
FIGURA 52. *UBICACIÓN POLIGONAL 3* 129
FIGURA 53. *ESQUEMA POLIGONAL 3* 130
FIGURA 54. *UBICACIÓN POLIGONAL 4* 131
FIGURA 55. *ESQUEMA POLIGONAL 4* 132
FIGURA 56. *DRON DJI PHANTON 4 PRO* 133
FIGURA 57. *PLANEACIÓN DE VUELO* 135
FIGURA 58. *UBICACIÓN DE LOS GPC* 136
FIGURA 59. *DATOS DEL LEVANTAMIENTO* 137
FIGURA 60. *CALIBRACIÓN DE LA CÁMARA* 138
FIGURA 61.*PUNTOS DE CONTROL TERRESTRE.* 139

FIGURA 62. *POSICIONAMIENTO DE CÁMARA* 140
FIGURA 63. *MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES* 141
FIGURA 64. *PARÁMETRO DE PROCESAMIENTO* 142
FIGURA 65. PARÁMETRO DE PROCESAMIENTO (CONTINUACIÓN) 143
FIGURA 66. MAPA GEOLÓGICO REGIONAL DEL BARRIO LA GRAN COLOMBIA. ESCALA 15.000. 149
FIGURA 67. LEYENDA GEOLÓGICA - MAPA GEOLÓGICO REGIONAL DEL BARRIO LA GRAN COLOMBIA. ESCALA 15.000. 150
FIGURA 68. MAPA ESTRUCTURAL DE LA SABANA DE BOGOTÁ Y ALREDEDORES (ADAPTADO DE CAMARGO, 1995; EN INGEOMINAS,2009 157
FIGURA 69 LEYENDA GEOLÓGICA - MAPA ESTRUCTURAL DE LA SABANA DE BOGOTÁ Y ALREDEDORES (ADAPTADO DE CAMARGO, 1995; EN INGEOMINAS,2009 158
FIGURA 70. VISITA HIPSOMÉTRICA DE LA ZONA DE INFLUENCIA DIRECTA (ROJO) E INDIRECTA (LÍNEA BLANCA), EN CONTRASTE CON LAS PENDIENTES. IMAGEN DE GOOGLE EARTH, 26/10/2019. 159
FIGURA 71. PERFILES IDEALIZADOS DE METEORIZACIÓN. TOMADO DE SGC, 2017. 164
FIGURA 72. MAPA DE GEOLOGÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO. 174
FIGURA 73. LEYENDA GEOLÓGICA - MAPA DE GEOLOGÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO. 175
FIGURA 74. DETALLE DEL MACIZO ROCOSO DE ARCILLOLITAS DE LA FORMACIÓN GUADUAS Y SU COMPARACIÓN DEL GSI (HOEK, 2000) 177
FIGURA 75. INTERCALACIÓN DE MANOS DE CARBÓN Y ARCILLOLITAS, EN EL ESCARPE LOCALIZADO EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO FUCHA. 178
FIGURA 76. DEPÓSITOS MATRICES SOPORTADOS DE MOVIMIENTOS EN MASA DE CARÁCTER ACTIVO. 182
FIGURA 77. DEPÓSITOS ALUVIALES (QAL). 182
FIGURA 78. DEPÓSITOS FLUVIOGLACIARES DE LA FORMACIÓN SIECHA (QRS) EN CONTACTO CON DEPÓSITOS ALUVIALES (QAL).183
FIGURA 79. DEPÓSITOS LLENOS Y ESCOMBROS (QRA), DONDE SE OBSERVAN RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN. 184
FIGURA 80. DEPÓSITOS LLENOS DE LLENOS DE PAVIMIENTOS (QLLP), DONDE SE OBSERVAN GRIETAS DE TRACCIÓN. 185
FIGURA 81. SUELOS RESIDUALES (QRS) DE LA FORMACIÓN SIECHA. 186
FIGURA 82. MODELO GEOLÓGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO. 187
FIGURA 83. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERALIZADA DE LA ZONA DE ESTUDIO. 188
FIGURA 84. MAPA DE ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS DEL ÁREA DE ESTUDIO. 191
FIGURA 85. MAPA DE ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS DEL ÁREA DE ESTUDIO 192
FIGURA 86. FOTOGRAFÍA PANORÁMICA DEL ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO LADERA ESTRUCTURAL (SLE), CON UN BUZANDO HACIA EL SW FUENTE: AUTORES 193
FIGURA 87. PANORÁMICA DE LA UNIDAD COLUVIÓN (DCO). OBSÉRVESE SU MORFOLOGÍA LOBULADA. FUENTE: AUTORES 194
FIGURA 88: PANORÁMICA DE LA UNIDAD LADERA SUAVEMENTE INCLINADA (DLSI), EN CONTRASTE CON LA UNIDAD ESCARPE (DE) QUE LO DELIMITA AL NE.FUENTE: AUTORES 195
FIGURA 89: PANORÁMICA DE LA UNIDAD LADERA INCLINADA (DLSI), EN CONTRASTE CON LA UNIDAD ESCARPE (DE) QUE LO DELIMITA AL NE.FUENTE: AUTORES 196
FIGURA 90. PROCESOS MORFODINÁMICOS DEL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII), EN EL TIEMPO 1 (T1) 1985. ESCALA GRÁFICA 1 750 204
FIGURA 91 PROCESOS MORFODINÁMICOS DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID), EN EL TIEMPO 1 (T1) 1985. ESCALA GRÁFICA 1 300 204
FIGURA 92. COMPARACIÓN DE FOTOGRAFÍAS AÉREAS CON PROCESOS Y SIN PROCESOS 205

FIGURA 93 COMPARACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA DE 1985 Y ORTOFOTO 2019, DONDE SE OBSERVA CLARAMENTE ESTOS PROCESOS ENSANCHÁNDOSE Y RETROCEDIENDO 205
FIGURA 94 COMPARACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA DE 1985 Y ORTOFOTO 2019, DONDE SE OBSERVA LA OCUPACIÓN DE ESTA ZONA 206
FIGURA 95 COMPARACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA DE 1985 Y ORTOFOTO 2019, DONDE SE OBSERVA LA OCUPACIÓN DE ESTA ZONA 206
FIGURA 96. COMPARACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA DE 1985 Y ORTOFOTO 2019, DONDE SE OBSERVA LA OCUPACIÓN DE ESTA ZONA, Y LOS PROCESOS MORFODINÁMICOS 207
FIGURA 97. COMPARACIÓN DE DOS ORTOFOTOS 1998 Y 2019, DONDE SE OBSERVA CLARAMENTE ESTOS PROCESOS ENSANCHÁNDOSE Y RETROCEDIENDO. 209
FIGURA 98. MAPA DE PROCESOS MORFODINÁMICOS DEL BARRIO GRAN COLOMBIA, PERIODO 2019. 211
FIGURA 99. LEYENDA - MAPA DE PROCESOS MORFODINÁMICOS DEL BARRIO GRAN COLOMBIA, PERIODO 2019 212
FIGURA 100. MAPA DE PROCESOS MORFODINAMICOS DEL BARRIO GRAN COLOMBIA, PERIODO 2019, EN EL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA 213
FIGURA 101. LEYENDA Y RESAGOS GEMORFOLOGICOS DEL MAPA DE PROCESOS MORFODINAMICOS DEL BARRIO GRAN COLOMBIA, PERIODO 2019, EN EL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA. 214
FIGURA 102. DIAGRAMA DE BARRAS DONDE SE PRESENTA EL ÁREA Y PORCENTAJE DE OCUPACIÓN DE LAS ZONAS INESTABLES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID). 216
FIGURA 103. DIAGRAMA DE BARRAS DONDE SE PRESENTA EL ÁREA Y PORCENTAJE DE OCUPACIÓN DE LAS ZONAS INESTABLES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AID). 216
FIGURA 104. COMPARACIÓN ENTRE DOS ÉPOCAS 2014 Y 2019. 218
FIGURA 105. MAPA DE PROCESOS MORFODINÁMICOS DEL PERIODO 1998. 220
FIGURA 106. LEYENDA MORFODINÁMICA MAPA DE PROCESOS MORFODINÁMICOS DEL PERIODO 1998. 221
FIGURA 107. MAPA DE PROCESOS MORFODINÁMICOS DEL PERIODO 2004. 222
FIGURA 108. LEYENDA MORFODINÁMICA MAPA DE PROCESOS MORFODINÁMICOS DEL PERIODO 2004. 223
FIGURA 109. MAPA DE PROCESOS MORFODINÁMICOS DEL PERIODO 2019. 224
FIGURA 110. LEYENDA MORFODINÁMICA MAPA DE PROCESOS MORFODINÁMICOS DEL PERIODO 2019. 225
FIGURA 111. PANORÁMICA DEL PROCESO VISTA DESDE LA CORONA. 227
FIGURA 112. INDICATIVA DEL PROCESO DE RETROGRESIÓN EN EL MOVIMIENTO. 227
FIGURA 113 MORFOMETRÍA DEL PROCESO. 228
FIGURA 114 PANORÁMICA DEL PROCESO QUE GENERA ESTRECHAMIENTO DEL CAUCE DEL RIO FUCHA 229
FIGURA 115 INVENTARIO DE PROCESOS 230
FIGURA 116 FORMATO DE INVENTARIO DE PROCESOS 231
FIGURA 117 ESQUEMA REGIONAL HIDROGEOLÓGICO Y LA DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES 235
FIGURA 118 UNIDAD HIDROGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA 243
FIGURA 119 ESTACIONES UTILIZADAS PARA LA ESTIMACIÓN DE IDF EN BOGOTÁ, FUENTE ESTUDIO PARA ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE TORMENTAS EN LA SABANA DE BOGOTÁ 245

FIGURA 120 ESTACIONES ESTACIONES HIDROCLIMATICAS CERCANAS. FUENTE: PROPIADIO PARA ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE TORMENTAS EN LA SABANA DE BOGOTÁ 250
FIGURA 121. DÍAS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN. FUENTE: PROPIA 251
FIGURA 122. VALORES MÁXIMOS DE TERPERATURA. FUENTE: PROPIA. 252
FIGURA 123. VALORES MÁXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (MM) 24 HORAS. FUENTE: PROPIA 252
FIGURA 124. VALORES MEDIOS DE TERMPERATURA. FUENTE: PROPIA 253
FIGURA 125 MODELO DE CURVAS HIPSOMÉTRICAS DEL CICLO DE EROSIÓN. 260
FIGURA 126 HIDROGRAMAS EN RELACIÓN PERFIL ALTIMÉTRICO CAUCE PRINCIPAL 263
FIGURA 127 CURVA HIPSOMÉTRICA DE LA CUENCA DEL RÍO FUCHA 275
FIGURA 128 PERFIL DEL CAUCE PRINCIPAL DE LA CUENCA DEL RÍO FUCHA 275
FIGURA 129 CURVA HIPSOMÉTRICA DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA AGUAS CLARAS 276
FIGURA 130 PERFIL DEL CAUCE PRINCIPAL DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA AGUAS CLARAS 276
FIGURA 131 VERTIMIENTOS. 286
FIGURA 132. CUENCAS AFERENTES QUEBRADAS LA PICHOSA Y RIO FUCHA. 301
FIGURA 133. CURVAS IDF ZONA DE ESTUDIO ESTACIÓN VITELMA. 303
FIGURA 134 VARIACIÓN DE VEGETACIÓN EN ZONA DE ESTUDIO 308
FIGURA 135 DIAGRAMA DEL SISTEMA DE LOS PROCESOS DE ESCORRENTÍA. 315
FIGURA 136. MODELACIÓN HIDROLOGICA. 316
FIGURA 137. CAUDAL PICO TR 100 AÑOS RIO FUCHA. 317
FIGURA 138. CAUDAL PICO TR 100 AÑOS RIO LA PICHOSA. 318
FIGURA 139. METODOLOGÍA PARA LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR INUNDACIÓN. 321
FIGURA 140. SOFTWARE COMPUTACIONAL HEC-RAS. 322
FIGURA 141. CAUCE Y CANAL CON LLANURA DE INUNDACIÓN Y CAUCE DE AGUAS ALTAS (CAR, 2015). 323
FIGURA 142. BALANCE DE ENERGÍA EN UN TRAMO DE CAUCE. (CAR, 2015) 324
FIGURA 143. DEM RIO FUCHA Y LA PICHOSA. 325
FIGURA 144. DEM RIO FUCHA Y LA PICHOSA 326
FIGURA 145. MODELO HIDRÁULICO ZONA DE ESTUDIO. 327
FIGURA 146. VISTA TRIDIMENSIONAL RIO FUCHA IMPLEMENTADA EN HEC-RAS. 328
FIGURA 147. VISTA TRIDIMENSIONAL QUEBRADA AGUAS CLARAS IMPLEMENTADA EN HEC-RAS. 328
FIGURA 148. SECCIONES TÍPICAS RIO FUCHA. 329
FIGURA 149. SECCIONES TÍPICAS QUEBRADA AGUAS CLARAS (LA PICHOSA). 330
FIGURA 150. ZAMPA DEFINIDA POR EAAB. 331
FIGURA 151. EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE CÁMARAS. 334
FIGURA 152. TOPOLOGÍA RED DE ACUEDUCTO. 336
FIGURA 153. SUSCRIPTORES EAB SECTOR 25. 337
FIGURA 154. CAUDAL PICO SECTOR 25. 338
FIGURA 155. CARACTERÍSTICA DE LAS TUBERÍAS MATERIAL. 339
FIGURA 156. CARACTERÍSTICA DE LAS TUBERÍAS POR DIÁMETRO. 340
FIGURA 157. MODELO HIDRÁULICO SECTOR 25. 341
FIGURA 158. RESULTADO MODELACIÓN ACUEDUCTO. 342
FIGURA 159. TOPOLOGÍA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO. 343
FIGURA 160. ÁREAS DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL. 344

FIGURA 161. CAUDALES UNITARIO PARA CAUDALES SANITARIOS. 346
FIGURA 162. RESULTADO DE MODELACIÓN HIDRAÚLICA CAUDAL VS RELACIÓN DE LLENADO ALCANTARILLADO COMBINADO 349
FIGURA 163. CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO. 350
FIGURA 164. PENDIENTES DEL MODELO HIDRÁULICO 351
FIGURA 165. PERFIL PZ45 – PZ58 352
FIGURA 166. PERFIL PZ-35 PZ-29 353
FIGURA 167. PERFIL PZ-32 Y PZ 13 354
FIGURA 168. PERFIL PZ-6 A PZ-60 355
FIGURA 169. ESFUERZO TRACTIVO 356
FIGURA 170. OCUPACIÓN DE LAS COBERTURAS TERRESTRES 2.019 QUE HACE PARTE DEL ÁREA DE ESTUDIO 385
FIGURA 171. OCUPACIÓN DE LAS COBERTURAS TERRESTRES 2.014 QUE HACE PARTE DEL ÁREA DE ESTUDIO 389
FIGURA 172. OCUPACIÓN DE LAS COBERTURAS TERRESTRES QUE HACÍA PARTE DEL ÁREA DE ESTUDIO PARA EL AÑO DE 1.998 392
FIGURA 173. OCUPACIÓN DEL USO DEL SUELO PARA EL AÑO DE 2.019. 397
FIGURA 174. OCUPACIÓN DEL USO DEL SUELO PARA EL AÑO DE 2.014 399
FIGURA 175. OCUPACIÓN DEL USO DEL SUELO PARA EL AÑO DE 1.998 401
FIGURA 176. INFERENCIA DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA EN HA. PARA EL AID Y AII PARA EL AÑO 2019. 403
FIGURA 177. COMPARACIÓN COBERTURAS DE LA TIERRA 406
FIGURA 178. COMPARACIÓN DEL USO DEL SUELO. 409
FIGURA 179. TRAYECTORIA DE ESFUERZOS – ENSAYO DE CORTE DIRECTO P3 M13. 425
FIGURA 180. RELACIÓN ENTRE EL ÁNGULO DE FRICCIÓN NORMALMENTE CONSOLIDADO Y EL ÍNDICE DE PLASTICIDAD, DAS, BRAJA (1983). 428
FIGURA 181. RELACIÓN ENTRE EL ÁNGULO DE FRICCIÓN SOBRECONSOLIDADO Y EL ÍNDICE DE PLASTICIDAD, (DAS, ADVANCED SOIL MECHANICS, 1983). 428
FIGURA 182. DIAGRAMA PARA LA OBTENCIÓN DE LA COHESIÓN CE, (DAS, 1983). 429
FIGURA 183. ENVOLVENTE DE RESISTENCIA MÉTODO – JANBU BJERRUM, QR 433
FIGURA 184. ENVOLVENTE DE RESISTENCIA MÉTODO SEGÚN– ÁLVARO GONZÁLEZ, QFGS 434
FIGURA 185.ENVOLVENTE DE RESISTENCIA MÉTODO – JANBU BJERRUM, QFGC 435
FIGURA 186. ENVOLVENTE DE RESISTENCIA MÉTODO – JANBU BJERRUM, QAT 437
FIGURA 187. CRITERIO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE GEOLÓGICO DE RESISTENCIA GSI (KOEK, 2002). 438
FIGURA 188. ENVOLVENTE PROMEDIO CON DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL MACIZO ROCOSO RBA (KOEK, 2002). 439
FIGURA 189. SECCIÓN GEOTÉCNICA 4-4’SECTOR NOROCCIDENTAL DE LA ZONA DE ESTUDIO. 444
FIGURA 190. SECCIÓN GEOTÉCNICA 5-5’ SOBRE CARRERA 22 ESTE. 445
FIGURA 191. SECCIÓN GEOTÉCNICA 6-6’ SECTOR SURESTE DE LA ZONA DE ESTUDIO, SOBRE CARRERA 23 ESTE. 446
FIGURA 192: GRAFICA DE CORRELACIÓN ONDA DE COMPRESIÓN VP Y SPT DE CAMPO 447
FIGURA 193: MECANISMO DE FALLA DE TIPO COMPUESTO IDENTIFICADO EN EL ÁREA DE TRABAJO 451
FIGURA 194: RESULTADOS DEL BACKANALYSIS EN LA SECCIÓN 4-4 458
FIGURA 195: RESULTADOS DEL BACKANALYSIS EN LA SECCIÓN 5-5, CON PARÁMETRO RU. 459
FIGURA 196: PARÁMETROS ADOPTADOS PARA LOS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD. 460
FIGURA 197: SECCIÓN DE ANÁLISIS 4-4’ 462
FIGURA 198: ESQUEMA GENERAL DE LA ALTERNATIVA 1 467

FIGURA 199: ESQUEMA GENERAL DE LA ALTERNATIVA 2 469
FIGURA 200: ESQUEMA TÍPICO DE LA ALTERNATIVA 3 471
FIGURA 201 . MODELO CONCEPTUAL DE CARGAS Y DE ESTABILIDAD SOBRE EL SISTEMA CORTINA DE PILOTES-MURO 482
FIGURA 202 . LOCALIZACIÓN EN PLANTA DE LAS CAJAS DRENANTE. 490
FIGURA 203 . ESQUEMAS DE ESFUERZOS A CORTO PLAZO, LARGO PLAZO ESTÁTICO Y SISMO. 491
FIGURA 204. ENTIBADO PARA CAJAS DRENANTES TIPO 1 (A) Y TIPO 2 (B). 495
FIGURA 205. DETALLE DE CONFORMACIÓN DE DREN DE PENETRACIÓN HORIZONTAL. 496
FIGURA 206. CAUDAL DE AGUA PROFUNDA ACTUAL(A) Y CAUDAL CAPTADO POR DREN (B). SECCIÓN 1. 497
FIGURA 207. CAUDAL DE AGUA PROFUNDA ACTUAL(A) Y CAUDAL CAPTADO POR DREN (B). SECCIÓN 6. 498
FIGURA 208. UBICACIÓN EN PLANTA DEL TRAZADO DE TUBERÍA PVC MEDIANTE SISTEMA PHD 499
FIGURA 209. PERFIL DE UBICACIÓN DE INSTALACIÓN DE TUBERÍA EN PVC MEDIANTE SISTEMA PHD. 500
FIGURA 210. INTERFEERNCIA TUBERÍA DE ALCANTARILLADO CON PANTALLA ESTRUCTURAL. 501
FIGURA 211 TRAMOS DE INTERFERENCIA. 502
FIGURA 212 CAUDALS UNITARIOS PARA CAUDALES SANITARIOS 504
FIGURA 213. ÁREAS AFERENTES PARA CAUDALES SANITARIOS 505
FIGURA 214. DESCARGA DEL SISTEMA EXISTENTE 512
FIGURA 215. VISTA EN PLANTA DE DISEÑO HIDRÁULICO 513
FIGURA 216. TRAMOS PROYECTADOS E INTERFEREN 514
FIGURA 217. CORTE 1-1´Y A-A´ 515
FIGURA 218. CORTE 2-2' Y B-B' 515
FIGURA. 219 CORTE 3-3' Y C-C' 515
FIGURA 220OBRAS HIDRÁULICAS 518
FIGURA 221. DRENES LATERALES. 519
FIGURA 222. ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO DE LA CAIDA LIBRE CON RESALTO HIDRÁULICO 521
FIGURA 223. ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA. RAS 524
FIGURA 224. DISICPACION DE ENERGÍA EN LA ESTRUCTURA ESCALONADA. 525
FIGURA 225. DISIPADOR TIPICO DE ENERGÍA EN LA ESTRUCTURA ESCALONADA FUENTE: (MAYS, 1999) 527
FIGURA 226. CAUDALES UNITARIO PARA CAUDALES SANITARIOS 528
FIGURA 227. ESQUEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN QUEBRADA LA PICHOSA 529
FIGURA 228 VISTA AÉREA DEL BARRIO GRAN COLOMBIA, COLINDA CON EL RÍO FUCHA Y LA QUEBRADA LA PICHOSA. FUENTE: GOOGLE MAPS 2020. 555
FIGURA 229 **ESQUEMA DE OBRAS PROPUESTAS SEGÚN EL ANEXO: DESCRIPCIÓN DE OBRA Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS. CRÉDITOS: T Y T INGENIERÍA. 2019** 558
FIGURA 230 **SKOVBAKKE SCHOOL AND DAYCAREBY CEBRA HTTP://LANDEZINE.COM/INDEX.PHP/2018/10/SKOVBAKKE-SCHOOL-AND-DAYCARE-BY-CEBRA/** 560
FIGURA 231. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL POLÍGONO DEL BARRIO LA GRAN COLOMBIA, LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL. 605
FIGURA 232. ALTERNATIVA DE MITIGACION RESULTADO DE CONSULTORIA 608
FIGURA 233. SEÑAL SPO-01 – TRABAJOSEN VÍA 646
FIGURA 234. SEÑAL SPO – 02- MAQUINARÍA EN LA VÍA. 646

FIGURA 235. SEÑAL SPO – 03- BANDERERO. 646
FIGURA 236. SEÑAL SPO-30,31 REDUCCIÓN ASIMÉTRICA DE LA CALZADA (DERECHA –IZQUIERDA). 647
FIGURA 237. SEÑAL SRO-01-VÍA CERRADA 647
FIGURA 238. SEÑAL SRO-02-DESVÍO. 648
FIGURA 239. SEÑAL SRO-03- UNO A UNO. 648
FIGURA 240. SEÑAL SRO-20 PROHIBIDA LA CIRCULACIÓN DE PEATONES 648
FIGURA 241 SEÑAL SIO-01-. APROXIMACIÓN A OBRA EN A VÍA 649
FIGURA 242. SEÑAL SIO-02-. INFOMACIÓN DE INICIO DE OBRA. 649
FIGURA 243. SEÑAL SIO-03-. INFOMACIÓN DE FIN DE OBRA 650
FIGURA 244. SEÑAL SIO-04-. CARRIL CERRADO (DERECHO-CENTRO-IZQUIERDO) 650
FIGURA 245. SEÑAL SIO-05-. DESVÍO. 650
FIGURA 246 SEÑAL SIO-05-. (SENDERO PEATONAL) 651
FIGURA 247 ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 658
FIGURA 248. LOCALIZACIÓN DE OBRAS 664
FIGURA 249 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL POLÍGONO DEL BARRIO LA GRAN COLOMBIA, LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL. 681
FIGURA 250. MODELO CONCEPTUAL INICIAL DE ESTABILIDAD DEL BARRIO, SEGÚN OBSERVACIONES DE CAMPO. 683
FIGURA 251. MODELO CONCEPTUAL IDEALIZADO DEL COMPORTAMIENTO DE LA VEGETACIÓN SOBRE LA ESTABILIDAD DEL BARRIO, SEGÚN OBSERVACIONES DE CAMPO. 694
FIGURA 252 DISEÑO DE PANTALLA DE PILAS PRE-EXCAVADAS TIPO CAISSON. 695
FIGURA 253 **DISEÑO DE CAJAS DRENANTES.** 696
FIGURA 254 **DISEÑO DE DRENES DE PENETRACIÓN.** 697
FIGURA 255. DISEÑO DEL SISTEMA DE PERFORACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS DRENES DE PENETRACIÓN HORIZONTAL. 699
FIGURA 256. UBICACIÓN DE LOS ÁRBOLES INVENTARIADOS (INVENTARIO AL CIENTO POR CIENTO) 710
FIGURA 257. NUMERACIÓN DEL REGISTRO FOTOGRÁFICO 711
FIGURA 258. RELACIÓN DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS RECOMENDADOS COMO PARTE DEL DISEÑO PAISAJÍSTICO 714
FIGURA 259. CANTIDAD DE INDIVIDUOS POR ESPECIE PARA TALA 732
FIGURA 260. LOCALIZACIÓN DEL BARRIO LA GRAN COLOMBIA 735
FIGURA 261. LOCALIZACIÓN ÁREA DE INFLUENCIA 737
FIGURA 262. DEFINICIÓN GENERAL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII) – AMBIENTAL PARA EL PROYECTO 744
FIGURA 263. CARACTERIZACIÓN GENERAL AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA 750
FIGURA 264. REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA ASOCIADA A LAS RONDAS HIDRÁULICAS DEL RIO FUCHA Y QUEBRADA LA PICHOSA 752
FIGURA 265. REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA ASOCIADA AL TEJIDO URBANO BARRIO GRAN COLOMBIA 753
FIGURA 266. OBRAS PROPUESTAS PARA MITIGACIÓN DEL RIESGO EN BARRIO GRAN COLOMBIA – LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL 755
FIGURA 267. REGISTRO FOTOGRÁFICO IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA BARRIO GRAN COLOMBIA 763

LISTADO DE TABLAS

TABLA 1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA (MÍNIMOS REQUERIDOS). TÉRMINOS DE REFERENCIA 61
TABLA 2. COORDENADAS DE PERFORACIONES MECÁNICAS. FUENTE PROPIA. 63
TABLA 3. PROFUNDIDADES MÁXIMA VIABLE VS DIÁMETRO DE TESTIGO. FUENTE PROPIA. 64
TABLA 4. COORDENADAS DE TRINCHERA. FUENTE PROPIA. 66
TABLA 5. COORDENADAS INICIO-FIN DEL ENSAYO DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA. FUENTE PROPIA. 70
TABLA 6. COORDENADAS INICIO-FIN DEL ENSAYO DE REFRACCIÓN SÍSMICA. FUENTE PROPIA. 75
TABLA 7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISMÓGRAFO. 76
TABLA 8. PLAN DE ENSAYOS DE LABORATORIO (MÍNIMOS REQUERIDOS). TÉRMINOS DE REFERENCIA. 77
TABLA 9: RELACIÓN DE PERSONAL DE CAMPO – TRABAJO GEOTÉCNICO. FUENTE PROPIA 80
TABLA 10: SOFTWARE DE CÁLCULO DE GEOPOSICIONAMIENTO. FUENTE PROPIA 84
TABLA 11: SOFTWARE DE CÁLCULO DE COORDENADAS. FUENTE PROPIA 90
TABLA 12. PARÁMETROS DE VUELO. 94
TABLA 13. EQUIPOS PARA ACTIVIDADES TOPOGRÁFICAS: 102
TABLA 14. PERSONAL PARA ACTIVIDADES TOPOGRÁFICAS: 102
TABLA 15.NORMAS APLICADAS PARA LOS ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS: 103
TABLA 16. COTAS AJUSTADAS DE LOS PUNTOS DE POSICIONAMIENTO: 115
TABLA 17. COORDENADAS DEFINITIVAS DE LOS PUNTOS D POSICIONAMIENTO: 115
TABLA 18. CÁLCULO DE LA POLIGONAL NO. 1: 121
TABLA 19. CÁLCULO DE LA POLIGONAL NO. 2: 122
TABLA 20. CÁLCULO DE LA POLIGONAL NO. 3: 123
TABLA 21. CÁLCULO DE LA POLIGONAL NO. 4: 124
TABLA 22 : CARACTERÍSTICAS DE LAS FALLAS DE LA REGIÓN CENTRAL. TOMADO DE (INGEOMINAS 2005) 156
TABLA 23 : COMPARACIÓN DE PERFILES DE METEORIZACIÓN DE UN MACIZO ROCOSO SEGÚN DEERE Y PATTON (1971), DEARMAN (1974, 1991) Y FORERO ET AL. (1999) 162
TABLA 24: ÍNDICES DE CAMPO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE, DE SUELOS COHESIVOS Y ROCAS. TOMADO DE SGC, 2017 EN ISRM (1981). 165
TABLA 25: DESCRIPCIÓN DEL TAMAÑO DEL BLOQUE EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE DISCONTINUIDADES. TOMADO DE ISRM (1981) 166
TABLA 26: RANGOS DE CALIDAD DEL MACIZO ROCOSO DE ACUERDO CON EL INDICIE DE FRACTURAMIENTO. TOMADO DE ISRM (1981) 166
TABLA 27. FACTOR GSI PARA MACIZOS ROCOSOS HOMOGÉNEOS, PARTIR DE OBSERVACIONES GEOLÓGICAS (MARINOS AND HOEK 2001). 168
TABLA 28: ESQUEMA GENERAL PARA ESTIMAR EL VALOR DEL GSI, PARA MACIZOS ROCOSOS HETEROGÉNEOS COMO FLYSCH. TOMADO DE MARINOS ET AL. (2007). 169
TABLA 29: SISTEMA DE CALIFICACIÓN DEL RMR PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE MACIZOS ROCOSOS DE BIENAWSKI (1976) 170
TABLA 30: CORRELACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIFICACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES, UTILIZADOS POR INGEOMINAS PARA CLASIFICAR LA CALIDAD DE LOS MACIZOS ROCOSOS 171
TABLA 31: NUMERO DE DISPARO Y VALOR DE R PARA LA DISCONTINUIDAD S (ESTRATIFICACIÓN) 176

TABLA 32: CLASIFICACIÓN GENÉTICA DE LAS UNIDADES DE SUELO. TOMADO DE SGC,2017. 178
TABLA 33: TIPOS DE SUELOS CARTOGRAFIADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO FUENTE: GENERACIÓN PROPIA 180
TABLA 34: CLASIFICACIÓN DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS SEGÚN SU ORIGEN. TOMADO DE CARVAJAL 2005. 189
TABLA 35: ORTOFOTOS E IMÁGENES INTERPRETADAS EN EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA, CON SU ÁREA DE INFLUENCIA. 201
TABLA 36: ÁREA Y PORCENTAJE DE OCUPACIÓN DE CADA UNO DE LOS PROCESOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID). 215
TABLA 37: ÁREA Y PORCENTAJE DE OCUPACIÓN DE CADA UNO DE LOS PROCESOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AID). 215
TABLA 38: RESUMEN DE LOS PROCESOS INVENTARIADOS CON SUS CARACTERÍSTICAS MÁS RELEVANTES 232
TABLA 39: CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS. TOMADO DE VELANDIA, F (2011). 238
TABLA 40: CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS. TOMADO DE VELANDIA, F (2011). 246
TABLA 41: RANGO APROXIMADO DE ÁREAS. 254
TABLA 42: CATEGORIZACIÓN LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL. 254
TABLA 43: CATEGORIZACIÓN DESNIVEL ALTITUDINAL. 255
TABLA 44: RANGOS APROXIMADOS DEL FACTOR DE FORMA. 256
TABLA 45: RANGOS APROXIMADOS DEL FACTOR DE FORMA. 258
TABLA 46. RANGOS APROXIMADOS DE LA PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA. 261
TABLA 47. RANGOS APROXIMADOS DE LA PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE PRINCIPAL. 262
TABLA 48. CLASIFICACIÓN TEXTURAL DEL SUELO. 265
TABLA 49. CURVA NÚMERO DE ESCORRENTÍA PARA ÁREAS URBANAS. 265
TABLA 50. CORRELACIÓN DE LAS COBERTURAS CORINE LAND COVER CON LA S.C.S 266
TABLA 51. VALORACIÓN DEL COEFICIENTE DE MANNING (N). 268
TABLA 52. PARÁMETROS MORFO MÉTRICOS PARA LAS CUENCAS DEL ÁREA EN ESTUDIO. 273
TABLA 53. CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN Y REZAGO PARA LAS UNIDADES HIDROGRÁFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO. 297
TABLA 54. RESUMEN PARÁMETROS DE DRENAJE Y CAUDALES ESTIMADOS 298
TABLA 55: PARÁMETROS DE CÁLCULO IDF POR REGIONES GEOGRÁFICAS 302
TABLA 56: PERIODO DE RETORNO DE ACUERDO AL TIPO DE OBRAS 305
TABLA 57: FOTOGRAFÍAS DEL ESTADO DE LAS CUENCAS 319
TABLA 58. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LAS CAJAS DRENANTES. 332
TABLA 59.RESUMEN ESTADO ESTRUCTURAL 333
*TABLA 60.*ESTIMACIÓN DE CAUDALES 347
TABLA 61: PROCEDIMIENTO INTERPRETACIÓN COBERTURA Y USO DEL SUELO. 359
TABLA 62: ADAPTACIONES A LA METODOLOGÍA CLC 361
TABLA 63 CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DE LA ESCALA DE TRABAJO PARA EL PROYECTO LA GRAN COLOMBIA, FUENTE PROPIA 362
TABLA 64: CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS DEL SENSOR REMOTO. FUENTE: CONSORCIO TYT (2019) 364
TABLA 65: COBERTURA TERRESTRE 2019. 368
TABLA 66: COBERTURA TERRESTRE 2. 014.FUENTE PROPIA 387
TABLA 67: COBERTURA TERRESTRE 1. 998.FUENTE PROPIA 390
TABLA 68: USO DEL SUELO PARA EL AÑO 2. 019.FUENTE PROPIA 396
TABLA 69: USO DEL SUELO PARA EL AÑO 2. 014.FUENTE PROPIA 397
TABLA 70: USO DEL SUELO PARA EL AÑO 1. 998.FUENTE PROPIA 400
TABLA 71: PORCENTAJE DE LA COBERTURA EN LAS ÉPOCAS ANALIZADAS. FUENTE PROPIA 403
TABLA 72: PORCENTAJE DE USO DEL SUELO EN LAS ÉPOCAS ANALIZADAS. FUENTE PROPIA 407

TABLA 73: COORDENADAS DE LAS PERFORACIONES MECÁNICAS. FUENTE PROPIA 411
TABLA 74: COORDENADAS DE LAS TRINCHERAS.FUENTE PROPIA 412
TABLA 75: COORDENADAS INICIO-FIN DE LÍNEAS DE REFRACCIÓN SÍSMICA.FUENTE PROPIA 413
TABLA 76: COORDENADAS INICIO-FIN DE ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA 413
TABLA 77: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA 417
TABLA 78 ENSAYOS DE LABORATORIO EJECUTADOS 421
TABLA 79: RESULTADOS DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD. 421
TABLA 80: RESULTADOS DE ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL. 422
TABLA 81: RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE. 422
TABLA 82: RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE. 423
TABLA 83: RESULTADOS DE ENSAYO DE CORTE DIRECTO. 424
TABLA 84: ESTRATOS DE MATERIALES IDENTIFICADOS. 432
TABLA 85 PARÁMETROS DE RESISTENCIA DEL SUELO. 440
TABLA 86: VALORES PROMEDIO DE VELOCIDAD DE ONDA DE COMPRESIÓN VP M/SEG, PARA CADA ESTRATO IDENTIFICADO 447
TABLA 87: VALORES PROMEDIO DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA OHM-M, PARA CADA ESTRATO IDENTIFICADO 448
TABLA 88 PARÁMETROS SÍSMICOS DEL ESPECTRO DE RESPUESTA. 449
TABLA 89: RESUMEN DE LOS PROCESOS INVENTARIADOS CON SUS CARACTERÍSTICAS MÁS RELEVANTES 453
TABLA 90 PARÁMETROS DE RESISTENCIA OBTENIDOS DE ESTUDIOS PREVIOS. 455
TABLA 91 PARÁMETROS DE RESISTENCIA OBTENIDOS A PARTIR DE ENSAYOS DE CORTE DIRECTO. 456
TABLA 92PARÁMETROS DE RESISTENCIA OBTENIDOS DEL SPT 456
TABLA 93 FACTORES DE SEGURIDAD - SECCIONES DE ANÁLISIS 463
TABLA 94 RESUMEN FACTORES DE SEGURIDAD PARA LA ALTERNATIVA 1 473
TABLA 95 RESUMEN FACTORES DE SEGURIDAD PARA LA ALTERNATIVA 2 473
TABLA 96 RESUMEN FACTORES DE SEGURIDAD PARA LA ALTERNATIVA 3 473
TABLA 97 MATRIZ MULTICRITERIO MODELO DE DECISIÓN ALTERNATIVAS 476
TABLA 98. DETERMINACIÓN DE CARGAS LATERALES CORTINA DE PILOTES ZONA 1 (G1 A G5). 483
TABLA 99. DETERMINACIÓN DE CARGAS LATERALES CORTINA DE PILOTES ZONA 2 (G6 A G8). 484
TABLA 100. DETERMINACIÓN DE CARGAS LATERALES CORTINA DE PILOTES ZONA 3 (G9 A G11). 485
TABLA 101. DETERMINACIÓN DE CARGAS LATERALES CORTINA DE PILOTES ZONA 4 (G12). 486
TABLA 102. DETERMINACIÓN DE CARGAS LATERALES CORTINA DE PILOTES ZONA 4 (G13). 487
TABLA 103. VALORES DE MOMENTO MÁXIMO, PUNTO DE ROTACIÓN Y LONGITUD MÍNIMA DE EMPOTRAMIENTO, PARA PILOTE EN CONDICIÓN DE EQUILIBRIO PLÁSTICO. CARGA NORMAL ESTÁTICA. 488
TABLA 104. VALORES DE MOMENTO MÁXIMO, PUNTO DE ROTACIÓN Y LONGITUD MÍNIMA DE EMPOTRAMIENTO, PARA PILOTE EN CONDICIÓN DE EQUILIBRIO PLÁSTICO. CARGA DE SISMO. 488
TABLA 105. CONDICIONES DE DISEÑO DE MUROS Y BASE PARA CAJAS DRENANTES. 491
TABLA 106. CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE TALUD EN ZANJA ABIERTA Y ENTIBADA, EN EL CORTO PARA CAJAS DRENANTES. 492
TABLA 107. CONDICIONES DE ESTABILIDAD DISEÑO DE CODALES PARA ENTIBADO EN CAJAS DRENANTES. 493

TABLA 108 . CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE ENTIBADO CON SISTEMAS DE APUNTALAMIENTO – CAJAS DRENANTES. 493
TABLA 109. CONDICIONES DE ESTABILIDAD CON ENTIBADOS - LARGUEROS EN CAJAS DRENANTES. 494
TABLA 110. CAUDAL INTERCEPTADO EN LOS DRENES DE PENETRACIÓN. 496
TABLA 111CAUDALES SANITARIOS 506
TABLA 112. CAPACIDAD HIDRAULICA DRENES PENETRACIÓN HORIZONTAL CARACTERISTICAS FÍSICAS 520
TABLA 113. CAPACIDAD HIDRÁULICA DRENES PENETRACIÓN HORIZONTAL CARACTERISTICAS HIDRÁILICAS. 520
TABLA 114 RESULTADOS DE DISEÑO DE CANAL ESCALONADO 526
TABLA 115. DESCRIPCIÓN DE ZONAS Y GRUPOS DE CAISSONS. 531
TABLA 116. DISEÑO DE CAISSONS A FLEXIÓN Y CORTANTE PARA LA CONDICIÓN ESTÁTICA. 533
TABLA 117. DISEÑO DE CAISSONS A FLEXIÓN Y CORTANTE PARA LA CONDICIÓN DE SISMO. 534
TABLA 118. DESCRIPCIÓN DESPIECES DE CAISSONS POR ZONAS Y GRUPOS. 534
TABLA 119. DESCRIPCIÓN DE CAJAS DRENANTES. 536
TABLA 120 RESUMEN PRESUPUESTO DE OBRAD DE MITIGACIÓN DEL RIESGO. 589
TABLA 121 RESUMEN PRESUPUESTO DE GESTIÓN SISO. 590
TABLA 122 RESUMEN PRESUPUESTO GESTIÓN DEL PMT 591
TABLA 123 RESUMEN PRESUPUESTO GESTIÓN SOCIAL. 592
TABLA 124 RESUMEN PRESUPUESTO GESTIÓN FORESTAL. 593
TABLA 125 RESUMEN PRESUPUESTO DE OBRA GENERAL (INCLUYE: GESTIÓN SISO, GESTIÓN PMT, GESTIÓN SOCIAL, GESTIÓN FORESTAL). CONTRATO 410-2019 594
TABLA 126 FLUJO DE CAJA OBRA DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN DEL BARRIO GRAN COLOMBIA. 595
TABLA 127 DIRECTORIO DE ACTORES SOCIALES 604
TABLA 128 PERSONAL DE GESTIÓN SOCIAL 611
TABLA 129 REUNIONES PROGRAMADAS DE INFORMACIÓN A ALA COMUNIDAD. 616
TABLA 130 PIEZAS PARA LA DIVULGACIÓN 620
TABLA 131 NÚMERO DE PIEZAS DE DIVULGACIÓN 621
TABLA 132 DISTRIBUCIÓN PUNTOS SATÉLITE DE INFORMACIÓN 622
TABLA 133. COORDENADAS Y NOMBRE VERNÁCULO-CIENTÍFICO DE LOS INDIVIDUOS INVENTARIADOS 706
TABLA 16-134. NOMBRE Y CANTIDAD DE INDIVIDUOS INVENTARIADOS 715
TABLA 135. CARACTERÍSTICAS DASOMÉTRICAS 716
TABLA 136. **VOLUMEN TOTAL Y COMERCIAL DE MADERA POR INDIVIDUO** 720
TABLA 137. CANTIDAD DE ÁRBOLES POR CLASES DE ALTURA 724
TABLA 138. CANTIDAD DE ÁRBOLES POR CLASES DE DIÁMETRO 725
TABLA 139. **TRATAMIENTO SILVICULTURAL** 726
TABLA 140. **ÁRBOLES CON TRATAMIENTO DE TALA SEGÚN EL SITIO DE OBRA** 730
TABLA 141. CANTIDAD DE ÁRBOLES POR ESPECIE CON TRATAMIENTO DE TALA 731
TABLA 142. **VOLUMEN DE MADERA A REMOVER PARA LOS ÁRBOLES CON TRATAMIENTO DE TALA** 733
TABLA 143: PERMISOS AMBIENTALES Y ASPECTOS AMBIENTALES. 757
TABLA 144: TABLA VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES – CALIFICACIÓN AMBIENTAL. 761
TABLA 145. IDENTIFICACIÓN IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS – ESCENARIO SIN PROYECTO 763

TABLA 146. ACTIVIDADES REQUERIDAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DEL PROYECTO Y SU RELACIÓN CON LOS TIPOS DE INTERVENCIÓN 765
TABLA 147. IDENTIFICACIÓN IMPACTOS AMBIENTALES – ESCENARIO CON PROYECTO / EJECUCIÓN ALTERNATIVA SELECCIONADA 767
TABLA 148. PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL MEDIO BIÓTICO Y ABIÓTICO PARA EL PROYECTO 771

LISTADO DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFÍA 1. DEMOLICIÓN PARCIAL DE VIVIENDAS. FUENTE PROPIA. 49
FOTOGRAFÍA 2: PANORAMA DE LA VIVIENDA CON AGRIETAMIENTO HACIA EL COSTADO NOR-OCCIDENTAL. 49
FOTOGRAFÍA 3: DETALLE DEL AGRIETAMIENTO DE LA CASA NOR-OCCIDENTAL. 50
FOTOGRAFÍA 4. FORMACIÓN RIO SIECHA EN LA PARTE ALTA DE LA ZONA DE ESTUDIO DEL BARRIO LA GRAN COLOMBIA. FUENTE PROPIA. 56
FOTOGRAFÍA 5. DEPÓSITO ALUVIAL EN SU CONDICIÓN ORIGINAL, NO SE VE AFECTADA POR DESLIZAMIENTOS. FUENTE PROPIA..... 56
FOTOGRAFÍA 6: NO SE EVIDENCIA INCIDENCIA DE DESPLAZAMIENTO EN LA PARTE ALTA DEL ÁREA DE ESTUDIO. FUENTE PROPIA. .. 57
FOTOGRAFÍA 7: NO SE EVIDENCIA PROBLEMAS ESTRUCTURALES, SIN EMBARGO, SE OBSERVAN HUELLAS DE HUMEDAD. FUENTE PROPIA. 57
FOTOGRAFÍA 8. ZONA DE DESLIZAMIENTO ACTIVO A PARTIR DE LA CALLE 9 A SUR. FUENTE PROPIA..... 58
FOTOGRAFÍA 9. AGRIETAMIENTO DE LAS CASAS EN LA PARTE BAJA DE LA CALLE 9A SUR. SE EVIDENCIA UNA TENDENCIA DE DESLIZAMIENTO HACIA EL COSTADO NORTE DEL BARRIO. FUENTE PROPIA. 58
FOTOGRAFÍA 10. DETALLE DE ESCARPE DE FALLA. FUENTE PROPIA..... 59
FOTOGRAFÍA 11. INCLINACIÓN DE LOS ÁRBOLES REFLEJA UN DESPLAZAMIENTO ACTIVO DE LA ZONA. FUENTE PROPIA. 59
FOTOGRAFÍA 12. AGRIETAMIENTO DE VIVIENDA AL COSTADO NOR-OCCIDENTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO. FUENTE PROPIA. 60
FOTOGRAFÍA 13: ESCARPE DE FALLA Y VIVIENDA PARCIALMENTE DEMOLIDA. FUENTE PROPIA. 60
FOTOGRAFÍA 14: EQUIPO DE PERFORACIÓN MECÁNICA LONGYEAR. FUENTE PROPIA. 64
FOTOGRAFÍA 15: EQUIPO DE PERFORACIÓN MECÁNICA LONGYEAR. 65
FOTOGRAFÍA 16: LOCALIZACIÓN SATELITAL DE LAS TRINCHERAS PROPUESTAS. (GOOGLE EARTH, 2019) 66
FOTOGRAFÍA 17: REFERENCIA DE EXPLORACIÓN DE TRINCHERAS ESCALONADAS. FUENTE PROPIA 67
FOTOGRAFÍA 18: LOCALIZACIÓN SATELITAL DE LAS LÍNEAS TOMOGRÁFICAS PROPUESTAS. (GOOGLE EARTH, 2019) 70
FOTOGRAFÍA 19: UBICACIÓN SATELITAL DE LOS ENSAYOS DE REFRACCIÓN SÍSMICA. (GOOGLE EARTH, 2019) 75
FOTOGRAFÍA 20: EQUIPO DE ENSAYOS DE LABORATORIO. FUENTE PROPIA. 79
FOTOGRAFÍA 21: EQUIPO DE ENSAYO DE CORTE DIRECTO. FUENTE PROPIA 79
FOTOGRAFÍA 22: *PLACA GPS-1* 144
FOTOGRAFÍA 23: *POSICIONAMIENTOS GPS-1* 144
FOTOGRAFÍA 24. *PLACA GPS-2* 144
FOTOGRAFÍA 25 *POSICIONAMIENTO GPS-2* 144
FOTOGRAFÍA 26 *PLACA GPS-3* 145
FOTOGRAFÍA 27 **.** *POSICIONAMIENTO GPS-3* 145
FOTOGRAFÍA 28 *PLACA BOGOTA-16* 145
FOTOGRAFÍA 29 *POSICIONAMIENTO PLACA BOGOTA-16* 145
FOTOGRAFÍA 30 *TOMA DE DETALLES* 146
FOTOGRAFÍA 31 *INSPECCIÓN DE REDES* 146

FOTOGRAFÍA 32 *TOMA DE DETALLES* 146
FOTOGRAFÍA 33 *TOMA DE DETALLES* 146
FOTOGRAFÍA 34. *INSPECCIÓN DE REDES* 147
FOTOGRAFÍA 35 *INSPECCIÓN DE REDES* 147
FOTOGRAFÍA 36 PANORÁMICA DE LA UNIDAD ESCARPE (DE). FUENTE: AUTORES 196
FOTOGRAFÍA 37 PANORÁMICA CAUCE ACTIVO DE LA QUEBRADA FUCHA. FUENTE: AUTORES 197
FOTOGRAFÍA 38 PANORÁMICA Y DETALLE DE LA TERRAZA ALUVIAL (FTA). FUENTE: AUTORES 198
FOTOGRAFÍA 39 DETALLE LLENO DE PAVIMENTOS (ALLP). FUENTE: AUTORES 199
FOTOGRAFÍA 40 DETALLE DEL ELEMENTO DE LLENOS MIXTOS (ALLM). FUENTE: AUTORES. 199
FOTOGRAFÍA 41 PANORÁMICA Y DETALLE DEL ELEMENTO CORTE DEL TALUD (ATC), DESARROLLADO EN DEPÓSITOS FLUVIOGLACIARES. FUENTE: AUTORES 200
FOTOGRAFÍA 42 PANORÁMICA DEL ELEMENTO LADERA EXPLANADA (ALEX). FUENTE: AUTORES 201
FOTOGRAFÍA 43 UBICACIÓN DE QUEBRADA SECA 279
FOTOGRAFÍA 44 ÁREA AFERENTE QUEBRADA SECA 280
FOTOGRAFÍA 45 TAQUE DE CAPTACIÓN BARRIO GRAN COLOMBIA 281
FOTOGRAFÍA 46 CONEXIÓN A RED PLUVIAL DEL ACUEDUCTO 282
FOTOGRAFÍA 47 RÍO FUCHA 283
FOTOGRAFÍA 48 QUEBRADA LA PICHOSA 284
FOTOGRAFÍA 49 EJERCICIO DE MEDICIÓN DE CAUDAL SOBRE LA QUEBRADA 284
FOTOGRAFÍA 50 TEJIDO URBANO CONTINUO. FUENTE: AUTORES 370
FOTOGRAFÍA 51 RED VIAL. FUENTE: AUTORES 371
FOTOGRAFÍA 52 PARQUEADERO. FUENTE: AUTORES 372
FOTOGRAFÍA 53 ARENERAS NO TECNIFICADAS. FUENTE: AUTORES 373
FOTOGRAFÍA 54 ESCOMBRERAS; DISPOSICIÓN DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN. FUENTE: AUTORES 374
FOTOGRAFÍA 55 CULTIVO DE PAPA. FUENTE: AUTORES 375
FOTOGRAFÍA 56 PASTOS LIMPIOS. FUENTE: AUTORES 376
FOTOGRAFÍA 57 PASTOS ENMALEZADOS. FUENTE: AUTORES 377
FOTOGRAFÍA 58 MOSAICO DE PASTOS CON ESPACIOS NATURALES. FUENTE: AUTORES 378
FOTOGRAFÍA 59 BOSQUE FRAGMENTADO CON VEGETACIÓN SECUNDARIA. FUENTE: AUTORES 379
FOTOGRAFÍA 60 BOSQUE DE GALERÍA O RIPARIO. FUENTE: AUTORES 380
FOTOGRAFÍA 61 PLANTACIÓN DE LATIFOLIADA DE EUCALIPTO CON VEGETACIÓN SECUNDARIA. FUENTE: AUTORES 381
FOTOGRAFÍA 62 ARBUSTAL DENSO. FUENTE: AUTORES 382
FOTOGRAFÍA 63 ARBUSTAL DENSO. FUENTE: AUTORES 383
FOTOGRAFÍA 64 : RÍO; CANAL HIDRÁULICO NATURAL. FUENTE: AUTORES 384
FOTOGRAFÍA 65: *CARRERA 18 ESTE ENTRE DIAGONAL 10 SUR Y DIAGONAL 13 SUR.* 660
FOTOGRAFÍA 66: CARRERA *18 ESTE ENTRE DIAGONAL 10 SUR Y CALLE 9 A SUR.* 660
FOTOGRAFÍA 67. *DIAGONAL 10SUR ENTRE CARRERA 18 ESTE Y CARRERA 19 BIS ESTE* 661
FOTOGRAFÍA 68 DIAGONAL 10SUR ENTRE CARRERA 18 ESTE Y CARRERA 19 BIS ESTE. 661
FOTOGRAFÍA 69 VÍA PRINCIPAL *CALLE 9 A SUR ENTRE CARRERA 18 ESTE Y CARRERA 19 ESTE* 661
FOTOGRAFÍA 70 . VÍA PRINCIPAL *CALLE 9 A SUR SIGUE DESDE LA CARRERA 19 B ESTE AL BARRIO LOS LAURELES SUR ORIENTAL.* 661
FOTOGRAFÍA 71. FORMACIÓN RIO SIECHA EN LA PARTE ALTA DE LA ZONA DE ESTUDIO DEL BARRIO LA GRAN COLOMBIA. 684

FOTOGRAFÍA 72. DEPÓSITO ALUVIAL EN SU CONDICIÓN ORIGINAL, NO SE VE AFECTADA POR DESLIZAMIENTOS. 684
FOTOGRAFÍA 73. NO SE EVIDENCIA INCIDENCIA DE DESPLAZAMIENTO EN LA PARTE ALTA DEL ÁREA DE ESTUDIO. 685
FOTOGRAFÍA 74. NO SE EVIDENCIA PROBLEMAS ESTRUCTURALES, SIN EMBARGO, SE OBSERVAN HUELLAS DE HUMEDAD..... 685
FOTOGRAFÍA 75. ZONA DE DESLIZAMIENTO ACTIVO A PARTIR DE LA CALLE 9 A SUR. 686
FOTOGRAFÍA 76. AGRIETAMIENTO DE LAS CASAS EN LA PARTE BAJA DE LA CALLE 9A SUR. SE EVIDENCIA UNA TENDENCIA DE DESLIZAMIENTO HACIA EL COSTADO NORTE DEL BARRIO..... 686
FOTOGRAFÍA 77. DETALLE DE ESCARPE DE FALLA. 687
FOTOGRAFÍA 78. INCLINACIÓN DE LOS ÁRBOLES REFLEJA UN DESPLAZAMIENTO ACTIVO DE LA ZONA. 687
FOTOGRAFÍA 79. AGRIETAMIENTO DE VIVIENDA AL COSTADO NOR-OCCIDENTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO. 688
FOTOGRAFÍA 80: ESCARPE DE FALLA Y VIVIENDA PARCIALMENTE DEMOLIDA. 688
FOTOGRAFÍA 81. DEMOLICIÓN PARCIAL DE VIVIENDAS. 692
FOTOGRAFÍA 82: PANORAMA DE LA VIVIENDA CON AGRIETAMIENTO HACIA EL COSTADO NOR-OCCIDENTAL. 693
FOTOGRAFÍA 83: DETALLE DEL AGRIETAMIENTO DE LA CASA NOR-OCCIDENTAL. 693

LISTADO DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 COORDENADAS SEMANALES BASE BOGT 113
ILUSTRACIÓN 2. TIPOS DE HIDROGRAMA EN FUNCIÓN DE LA CUENCA. 257
ILUSTRACIÓN 3: COBERTURA TERRESTRE 2.019 PARA EL ÁREA DE ESTUDIO. FUENTE. PROPIA 386
ILUSTRACIÓN 4 COBERTURA TERRESTRE 2.019 PARA EL ÁREA DE ESTUDIO. FUENTE. PROPIA..... 390
ILUSTRACIÓN 5 COBERTURA TERRESTRE 1.998 PARA EL ÁREA DE ESTUDIO. FUENTE. PROPIA..... 393
ILUSTRACIÓN 6. DISTRIBUCIÓN DE PILAS PRE-EXCAVADAS (CAISSON) POR ZONAS. 531
ILUSTRACIÓN 7. DETALLE TÍPICO DE CAISSON. 532
ILUSTRACIÓN 8. DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN LOS CAISSON PARA LA CONDICIÓN ESTÁTICA Y CON SISMO. 533
ILUSTRACIÓN 9. DISTRIBUCIÓN DE CAJAS DRENAJE. 537
ILUSTRACIÓN 10. DETALLE TÍPICO DE CAJAS DRENANTES. 538
ILUSTRACIÓN 11. ESQUEMAS DE ESFUERZOS A CORTO PLAZO, LARGO PLAZO ESTÁTICO Y SISMO..... 540
ILUSTRACIÓN 12. DISTRIBUCIÓN ESTRUCTURAS DE ENTREGA. 545
ILUSTRACIÓN 13. DETALLE TÍPICO DE ESTRUCTURA DE ENTREGA..... 545
ILUSTRACIÓN 14. GEOMETRIA DE LAS ESTRUCTURA DE ENTREGA. 546
ILUSTRACIÓN 15 EJEMPLO DE "ESQUEMA" TIPO IMPRESO AL RESPALDO DE LA MEMORIA DE CÁLCULO. 569
ILUSTRACIÓN 16 EJEMPLO DE CÁLCULOS CANTIDADES DE OBRA EN EXCEL. 570
ILUSTRACIÓN 17 EJEMPLO CUADRO RESUMEN PRESUPUESTO. 571
ILUSTRACIÓN 18. EJEMPLO PRESUPUESTO DETALLADO..... 572
ILUSTRACIÓN 19 EJEMPLO DE ANÁLISI DE AIU. 573
ILUSTRACIÓN 20 EJEMPLO ANÁLISIS DE LAS CUADRILLAS UTILIZADAS EN LOS APU'S. 574
ILUSTRACIÓN 21 EJEMPLO LISTADO DE INSUMOS UTILIZADOS EN LOS APU'S. 575
ILUSTRACIÓN 22 EJEMPLO LISTADO DE EQUIPOS UTILIZADOS EN LOS APU'S..... 576

ILUSTRACIÓN 23 EJEMPLO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIO 577
ILUSTRACIÓN 24 EJEMPLO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIO AUXILIARES Y/O ANIDADOS.... 578
ILUSTRACIÓN 25 EJEMPLO DE ESPECIFICACIONES TECNICAS ESPECIFICAS. 581
ILUSTRACIÓN 26 PIEZAS DE DIVULGACIÓN UTILIZADAS PARA CONVOCATORIA PARA REUNIONES DE INFORMATIVAS..... 600
ILUSTRACIÓN 27 PRESENTACIÓN UTILIZADA PARA LA REUNIÓN DE INICIO DE CONSULTORÍA 603
ILUSTRACIÓN 28 UBICACIÓN LATERAL DE SEÑALES VERTICALES SECTOR URBANO. 645
ILUSTRACIÓN 29. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO A LA MALLA VIAL DEL BARRIO..... 657
ILUSTRACIÓN 30 LOCALIZACIÓN VÍAS PRINCIPAL DE ACCESO AL BARRIO LA GRAN COLOMBIA. 660
ILUSTRACIÓN 31 LOCALIZACIÓN PARADERO BUS SITP..... 662
ILUSTRACIÓN 32. LOCALIZACIÓN DE SEÑALES PARA INGRESO Y/O SALIDAD DE MAQUINARÍA, EQUIPOS Y MATERIAL DE OBRA.. 667
ILUSTRACIÓN 33. LOCALIZACIÓN DE SEÑALES DEL PMT EN CONSTRUCCIÓN CAJAS DRENANTES 1, 2, CORTINA DE PILOTES Y OBRAS DE PAISAJISMO. 669
ILUSTRACIÓN 34. LOCALIZACIÓN DE SEÑALES DEL PMT EN CONSTRUCCIÓN CAJAS DRENANTES 3, 4, CORTINA DE PILOTES Y OBRAS DE PAISAJISMO. 671
ILUSTRACIÓN 35. SEÑALES DEL PMT EN CONSTRUCCIÓN CAJA DRENANTE NO 5 Y OBRAS DE PAISAJISMO TEMPORAL. 672
ILUSTRACIÓN 36. LOCALIZACIÓN DE SEÑALES DEL PMT EN CONSTRUCCIÓN CAJA DRENANTE NO 5 Y OBRAS DE PAISAJISMO... 673
ILUSTRACIÓN 37. LOCALIZACIÓN DE SEÑALES DEL PMT EN CONSTRUCIÓN CAJA DRENANTE NO 5 Y OBRAS DE PAISAJISMO. ... 675
ILUSTRACIÓN 38. LOCALIZACIÓN DE SEÑALES DEL PMT EN CONSTRUCIÓN DE DRENES HORIZONTALES SOBRE TALUD. 677
ILUSTRACIÓN 39. LOCALIZACIÓN DE PREDIOS ÁREA DE INFLUENCIA Y PREDIOS A REALIZAR AVALÚOS 738

1. INTRODUCCIÓN:

Bajo contrato de consultoría No. IDEGER 410 de 2019 suscrito entre el CONSORCIO TYT y el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático - IDEGER, cuyo objeto es "ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL"; en el presente documento se presenta informe final sobre los resultados de los trabajos de TOPOGRAFÍA, GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA, CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA, COBERTURA VEGETAL, SISMOLOGÍA Y REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS, ANÁLISIS DE ESTABILIDAD, DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA, DEFINICIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PARA EJECUTAR OBRAS DE MITIGACIÓN (PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO INCLUYENDO DISEÑOS CONCEPTUALES DE CADA ALTERNATIVA), SE DEFINICIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS FAVORABLE PARA EJECUTAR OBRAS DE MITIGACIÓN Y DISEÑO DETALLADO PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO,DISEÑO DE DRENAJES Y SUBDRENAJES Y REDES DE ALCANTARILLADO, DISEÑO ESTRUCTURAL DE DRENAJE Y CONTENCIÓN, INFORMACIÓN PARA TRÁMITES, DISEÑO DE PAISAJISMO, PRESUPUESTO, PROGRAMACIÓN DE OBRA, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PARTICULARES, PLAN (GESTIÓN SOCIAL, AMBIENTAL Y TRÁNSITO), INVENTARIO FORESTAL Y ESTUDIO PREDIAL. Este se ha estructurado bajo las condiciones establecidas en el ANEXO TÉCNICO numeral 1.3 y 2 ALCANCE DEL OBJETO de la consultoría.

2. ALCANCES:

Los alcances de este informe, abarcan la recopilación, análisis y evaluación de la información disponible de la zona de estudio, relacionada como estudios regionales de zonificación de amenazas, zonificación geotécnica y sísmica, información geológica, geomorfológica, hidrológica, hidrogeológica, fotografías aéreas, mapas temáticos, plano urbanístico del sector SDP, plano consulta de afectaciones (Sistema geográfico IDU), Plano determinantes urbanas, estudios detallados realizados por diferentes entidades, y en general toda la información que se considere necesaria para cumplir con el objeto del contrato, incluyendo la revisión de los antecedentes disponibles para consulta en el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático – SIREEn la ejecución del proyecto de estudios y diseños a ejecutar se entrega los siguientes productos:

- Recopilación, Revisión y Análisis de Información Secundaria.
- Levantamiento Topográfico.
- Avances en los Estudios Básicos de Geología y Geomorfología
- Caracterización hidrología e Hidráulica
- Avances en estudios de Redes Existentes y vertimientos
- Sismología.
- Avances en la Investigación Geotécnica.
- Zonificación Geotécnica y Determinación del Modelo Geológico – Geotécnico.
- Análisis de Estabilidad y Planteamiento.
- Mitigabilidad.
- Definición de Alternativas y de la Alternativa más Favorable para Ejecutar Obras de
- Mitigación y Diseño Detallado para la Reducción del Riesgo.
- Diseños en Detalle de la Alternativa más Favorable.
- Especificaciones, Presupuestos y Programación de Obra.
- Formulación de Planes (Social, Ambiental, Transito, Inventario Forestal y Tramite de POC)

Para determinar las alternativas de reducción del riesgo que permitan definir la mitigabilidad o no del riesgo por movimientos en masa. Acorde con las especificaciones técnicas establecidas en el anexo técnico del contrato 410 de 2019, los requerimientos establecidos en el Decreto 1807 de 2014 (capítulo II – Articulo 14) y con las condiciones específicas del área indirecta.

3. RECOPILACION, REVISIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACION SECUNDARIA:

3.1. LOCALIZACIÓN

Se realizó la revisión y recopilación de información técnica existente del sitio de estudio, en el barrio La Gran Colombia, a través del Estudio de microzonificación de la ciudad de Bogotá (2010), la plataforma virtual de la Secretaria Distrital de Planeación SINUPOT (2014), la plancha geológica 247 Bogotá sur-este, y la información técnica disponible en el sistema de información de riesgo SIRE.

3.2. SISTEMA DE INFORMACIÓN EMPRESA DE ACUEDUCTO DE BOGOTÁ:

Se realizó la consulta técnica en el portal visor SIGUE de la empresa de Acueducto de Bogotá, y se encontró lo siguiente:

3.2.1. Sistema de Acueducto:

De acuerdo con la información técnica consultada a través del sistema de información SIGUE del Acueducto, la zona de estudio del barrio se ubica en el sector 4 25, compuesta por una red menor de servicio de Ø3''; gran parte en material de policloruro de vinilo (PVC), hacia el costado Este del barrio en polietileno de alta densidad y algunos tramos hacia el costado Oeste en Asbesto-cemento. El barrio limita hacia el costado Norte con la zona de manejo y preservación ambiental ZMPA definida para el paso del rio Fucha. En el barrio se identifican dos (2) hidrantes, ver la FIGURA 1.

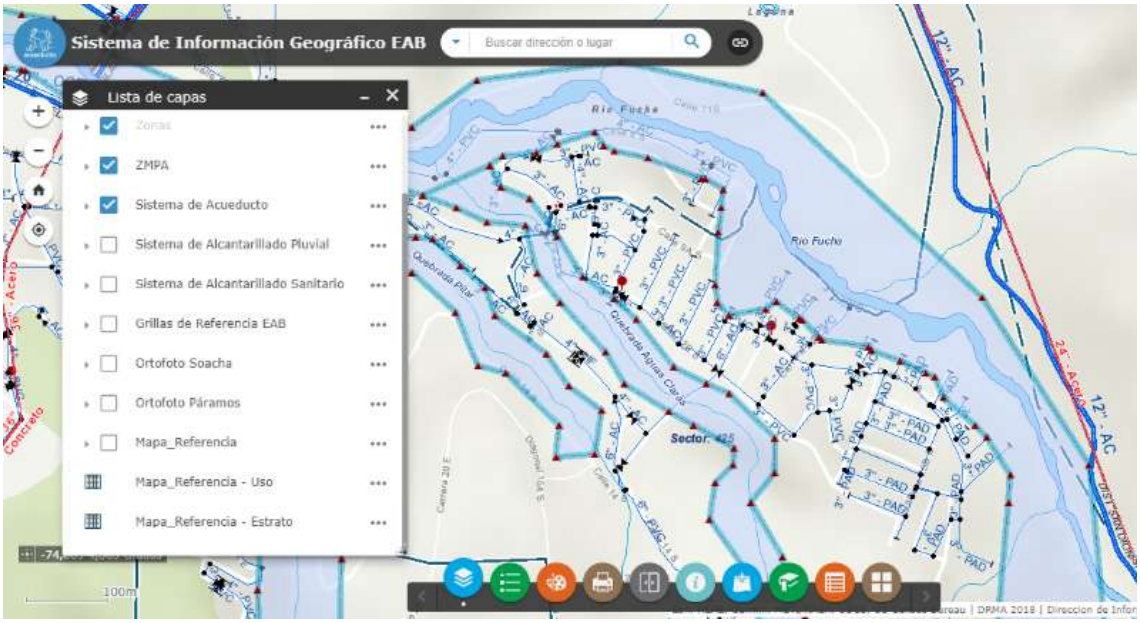


FIGURA 1. RED DE SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL BARRIO LA GRAN COLOMBIA. (EMPRESA DE ACUEDUCTO DE BOGOTÁ, 2019)

3.2.2. Sistema de Alcantarillado Pluvial:

En la parte media del barrio se localiza una red local pluvial de Ø12'' en concreto sin refuerzo, entre las carreras 21 E, 21A E y 21B E con calle 9A Sur y entrega por la carrera 16A Este hacia el rio Fucha. La longitud total de la red en el barrio es de aproximadamente 386m, con 19 pozos, ver la FIGURA 2. De acuerdo con la información geográfica en la parte baja se identifican tres (3) estructuras de la red pluvial dentro de la zona ZMPA:

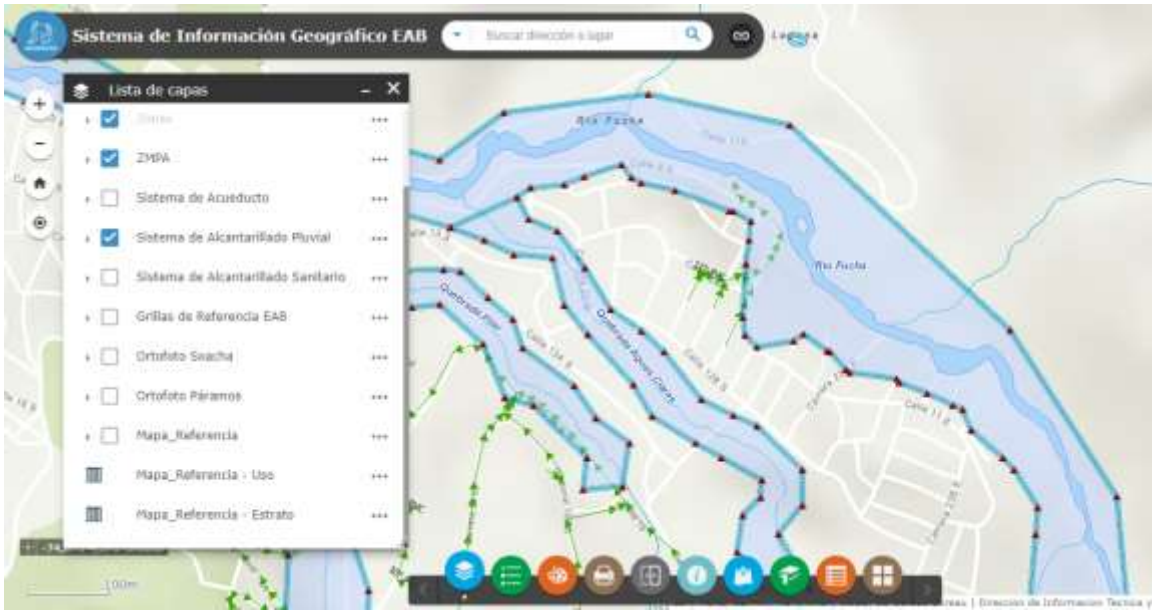


FIGURA 2. RED DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DEL BARRIO LA GRAN COLOMBIA. (EMPRESA DE ACUEDUCTO DE BOGOTÁ, 2019))

3.2.3. Sistema de Alcantarillado Sanitario:

La zona de estudio del barrio cuenta con una red local de servicio con tubería entre de Ø8'' y Ø12'' en material de policloruro de vinilo (PVC), concreto sin refuerzo y Gres a una profundidad entre 1.5 y 2.2m. El barrio cuenta con aproximadamente 100 pozos y 25 sumideros, como se indica en la FIGURA 3

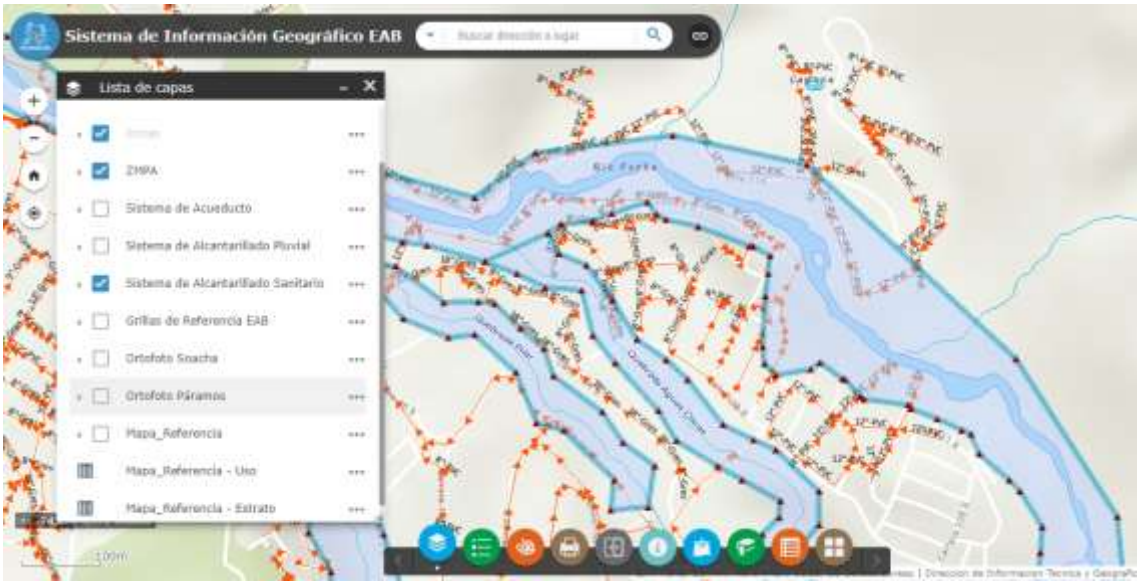


FIGURA 3. RED DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DEL BARRIO LA GRAN COLOMBIA. (EMPRESA DE ACUEDUCTO DE BOGOTÁ, 2019)

Desde el año 2018 se viene adelantando un contrato de rehabilitación y construcción de redes locales de Acueducto, Alcantarillado sanitario y pluvial en los barrios cerros orientales y conexos; entre los cuales se encuentra La Gran Colombia.

3.3. MICROZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ:

De acuerdo con el mapa de microzonificación geotécnica de Bogotá 2010, Escala 1:40000 se presenta lo siguiente:

La zona de estudio del barrio La Gran Colombia, ubicada al sureste de Bogotá se localiza sobre depósitos de ladera de composición principal de gravas areno arcillosas compactas de mediana capacidad portante, susceptibles a problemas de estabilidad de taludes. Esta zona se encuentra en medio de Formaciones de Arcillolitas blandas de geomorfología correspondiente a cerros de moderada a alta pendiente. En la FIGURA 4 se presenta la ubicación del sitio de estudio dentro del mapa de zonas geotécnicas.

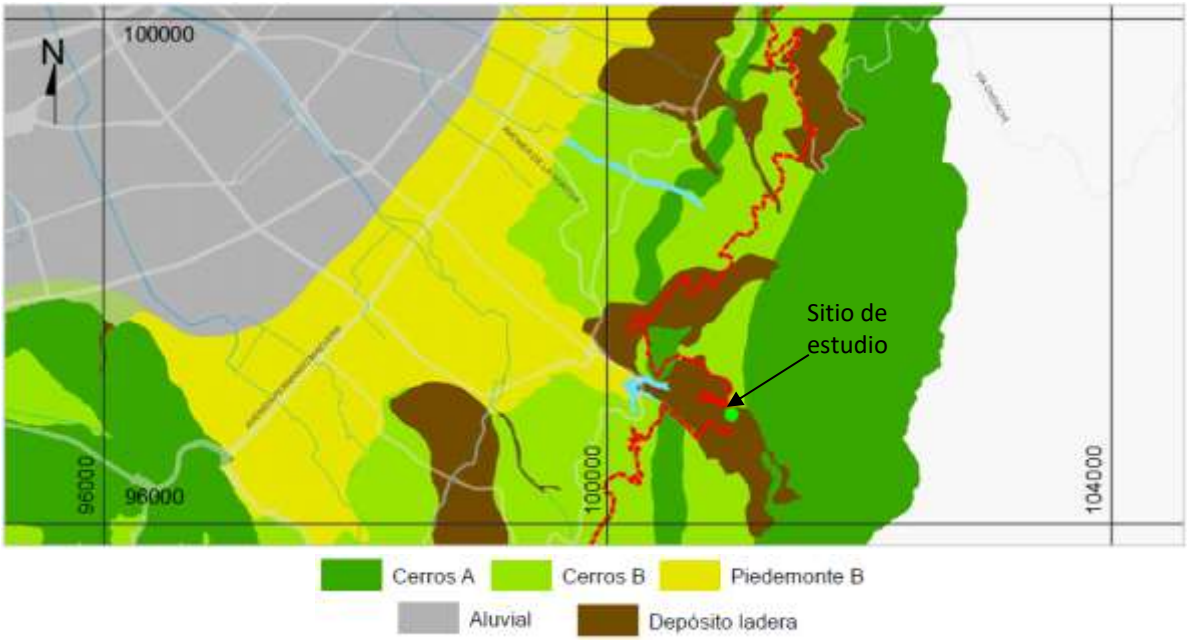


FIGURA 4. MAPA DE ZONA GEOTECNIA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ (2010) Y UBICACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO.

3.4. MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ:

De acuerdo con el mapa de respuesta sísmica de la ciudad de Bogotá, Escala 1:40000, la zona de estudio se localiza sobre depósitos de ladera con espesor superior a 6.0m y composición variable, dentro de un ambiente de rocas sedimentarias con efectos de sitio relacionados con topografía. En la FIGURA 5 se presenta la ubicación del sitio de estudio dentro del mapa de respuesta sísmica.

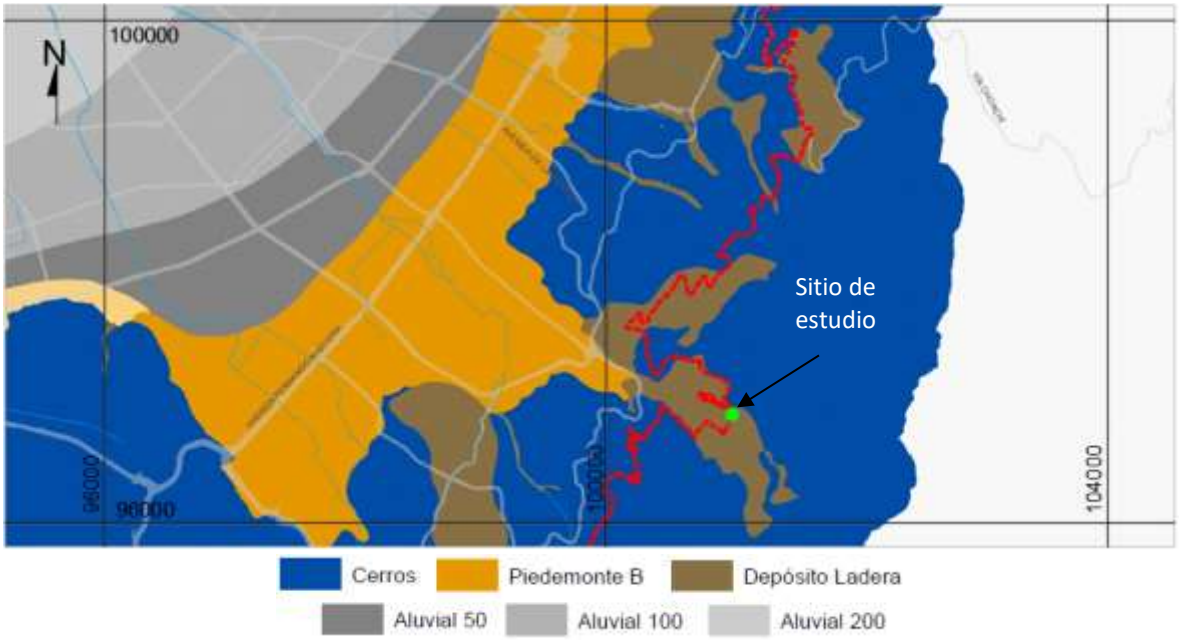


FIGURA 5. IMAGEN ADAPTADA ZONA DE RESPUESTA SÍSMICA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ (2010) Y UBICACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO.

3.5. GEOLOGÍA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ:

Por medio del convenio 01-93 UPES, INGEOMINAS y la Dirección Nacional para la prevención y atención de desastres DNPAD se presenta el mapa geológico de la ciudad de Bogotá, Escala 1:50000 (1997).

El sitio de estudio se localiza sobre unidades del cuaternario del rio Siecha (Qrs) y coluvión (Qdp) de material producto del fracturamiento de las rocas y degradación de las laderas. El barrio La Gran Colombia se localiza en medio de la unidad geológica de depósito de Formación Rio Siecha y por sus alrededores se encuentran rocas blandas de la Formación Guaduas. En la FIGURA 6 se presenta la ubicación del sitio de estudio dentro del mapa geológico de la ciudad de Bogotá.

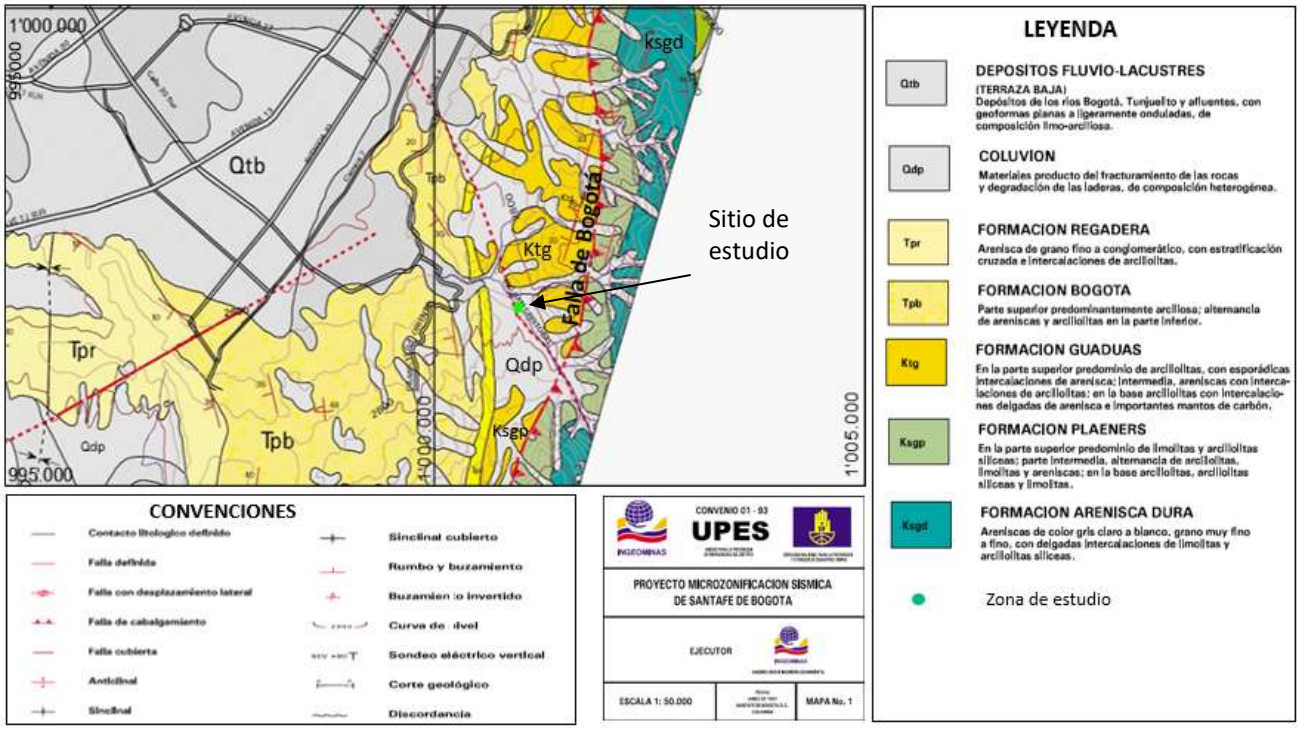


FIGURA 6. IMAGEN ADAPTADA DE GEOLOGÍA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ (2010) Y UBICACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO. (INGEOMINAS, 1997)

De acuerdo con el mapa geológico, el sitio de estudio se encuentra sobre una zona de falla cubierta denominada "Falla de San Cristóbal", que atraviesa la ciudad de Nor-oriente a Sur-este, y define el cauce del río Fucha.

3.6. INFORMACIÓN EN SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN – SINUPOT:

De acuerdo con la consulta al sistema al Sistema de Norma Urbana y Plan de Ordenamiento Territorial SINUPOT 2014 se registra lo siguiente:

- En el sitio de estudio se identifica sector catastral de Molinos de Oriente, Molino Rural y Monte Carlo.
- se identifica dentro de una zona de amenaza por remoción en masa categoría alta y se encuentra dentro de la zona del corredor ecológico de ronda del rio.

En la **FIGURA 7** se presenta la ubicación del sitio de estudio con la capa de zona de amenaza y corredor ecológico según el SINUPOT.



FIGURA 7. UBICACIÓN DE ZONA DE ESTUDIO EN EL SISTEMA DE INFORMACIÓN SINUPOT. (SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN SINUPOT, CONSULTA:24/09/2019).

3.7. INFORMACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGO Y CAMBIO CLIMÁTICO – SIRE:

Se consultó la información del sitio de estudio en el Geo portal del IDIGER y se encontró lo siguiente:

- El sitio de estudio se encuentra en una zona geotécnica correspondiente a depósito de ladera, de acuerdo con el FOPAE 2010, ver la FIGURA 8 .

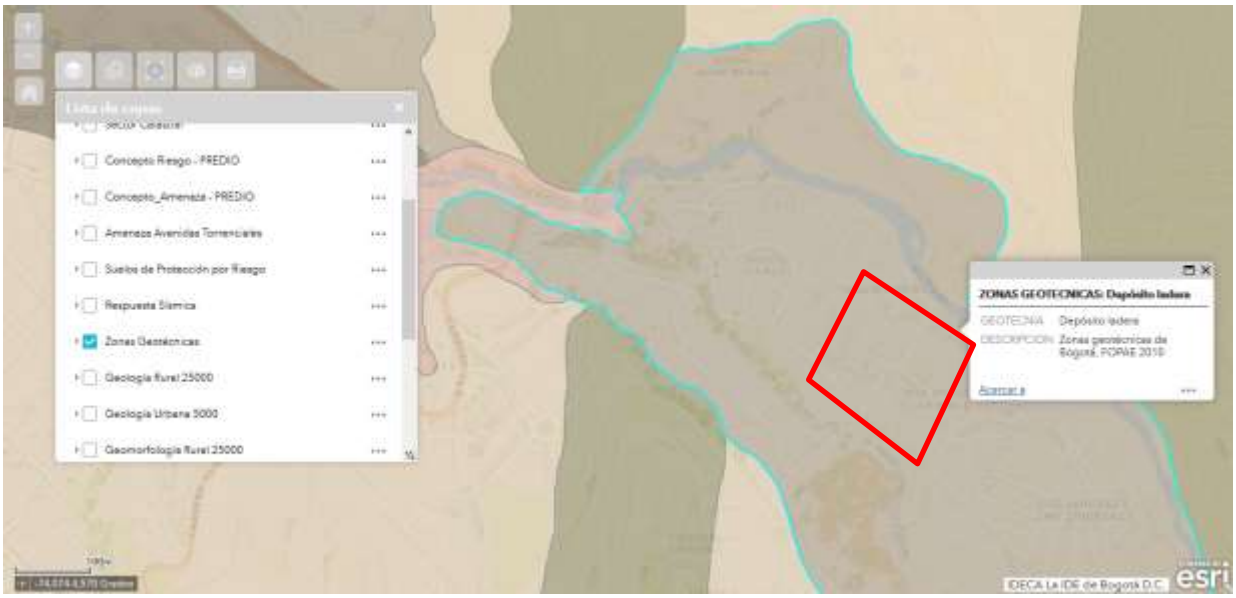


FIGURA 8. CAPTURA DE PANTALLA DE LA ZONA GEOTÉCNICA DE DEPÓSITO DE LADERA. (INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGO SIRE,2019).

- El sitio de estudio se encuentra sobre una zona de respuesta sísmica correspondiente a depósito de ladera, de acuerdo con el FOPAE 2010, ver la **FIGURA 9**.



FIGURA 9. CAPTURA DE PANTALLA DE LA ZONA DE RESPUESTA SÍSMICA DE DEPÓSITO DE LADERA, (INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGO SIRE, 2019)

- El sitio de estudio se encuentra sobre una unidad geológica de depósito de Formación De Rio Siecha, compuesta por gravas hasta pequeños bloques redondeados de origen fluvio-glacial con intercalaciones de arenas, arcillas (orgánicas) y paleosuelos negros, ver la **FIGURA 10** .

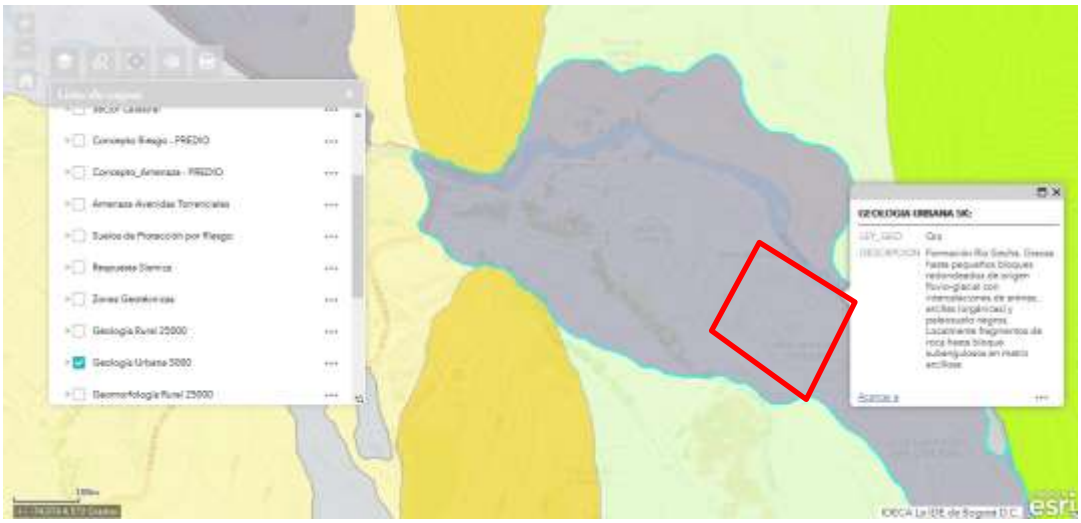


FIGURA 10. CAPTURA DE PANTALLA GEOLOGÍA URBANA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ. (INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGO SIRE, 2019)

- De acuerdo con la resolución 751 de 2018 se definió la zona de estudio como zona de Amenaza por movimiento en masa. En **FIGURA 11** se presenta la ubicación del sitio de estudio enmarcada dentro de zona de amenaza por movimiento en masa, escala 1:5000.

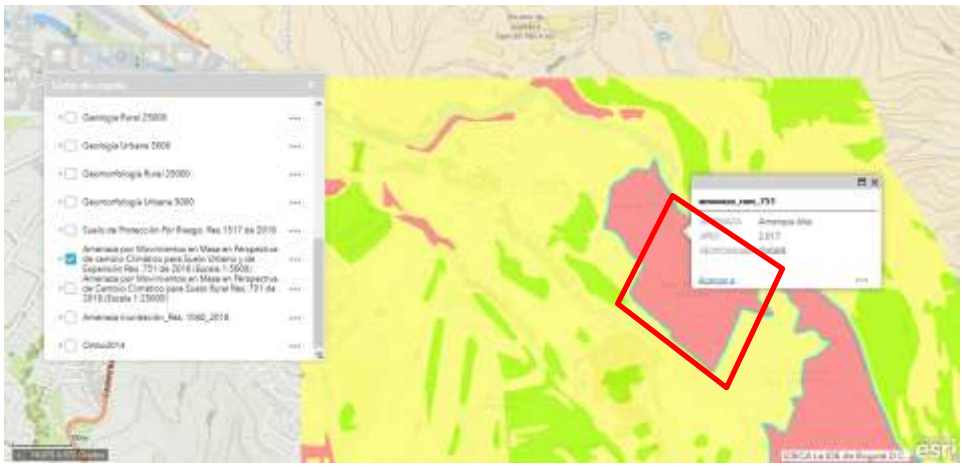


FIGURA 11. CAPTURA DE PANTALLA ZONA DE AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA DEL SITIO DE ESTUDIO. (INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGO SIRE, 2019).

- En la zona no se define amenaza por inundación. En la **FIGURA 12** se presenta la ubicación del sitio de estudio y la zona de paso del rio Fucha sentido oriente-occidente, hacia el Norte del barrio, ver la **FIGURA 12** .

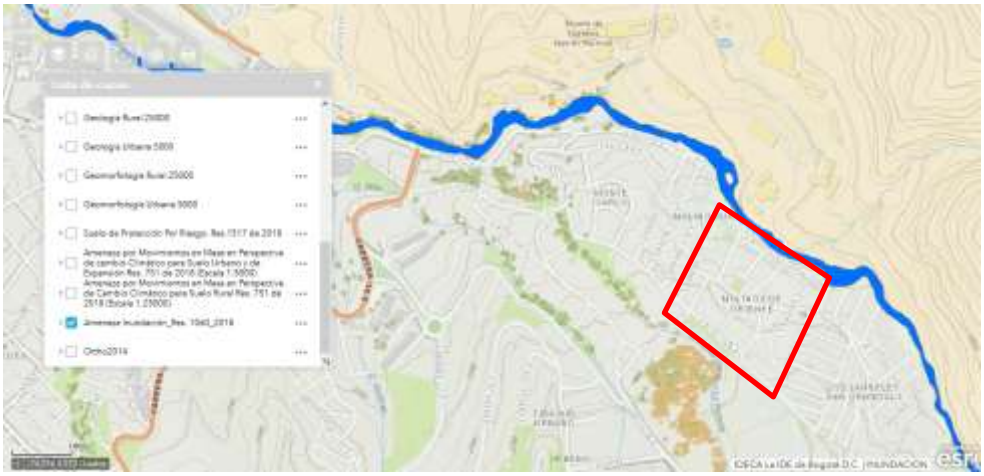


FIGURA 12. CAPTURA DE PANTALLA DEL REPORTE DE AMENAZA POR INUNDACIÓN EN EL SITIO DE ESTUDIO. (INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGO SIRE, 2019).

- De acuerdo con el reporte en el geoportal del sistema de información del SIRE se registran previamente documentos técnicos de concepto de amenaza y de riesgo para la zona de estudio. En color rojo se identifican zonas de amenaza y riesgo altas, ver la **FIGURA 13** y la **FIGURA 14**.

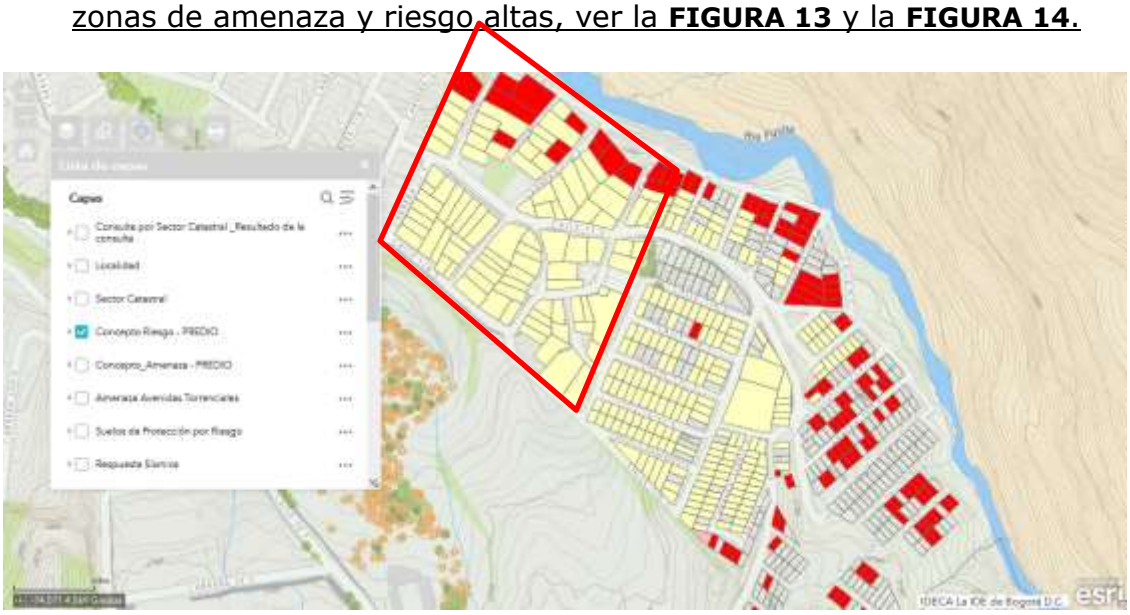


FIGURA 13. CAPTURA DE PANTALLA REPORTES DE CONCEPTO DE RIESGO PARA LOS PREDIOS DEL BARRIO EN LA GRAN COLOMBIA, (INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGO SIRE, 2019).



FIGURA 14. CAPTURA DE PANTALLA REPORTES DE CONCEPTO DE AMENAZA PARA LOS PREDIOS DEL BARRIO EN LA GRAN COLOMBIA. (INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGO SIRE, 2019).

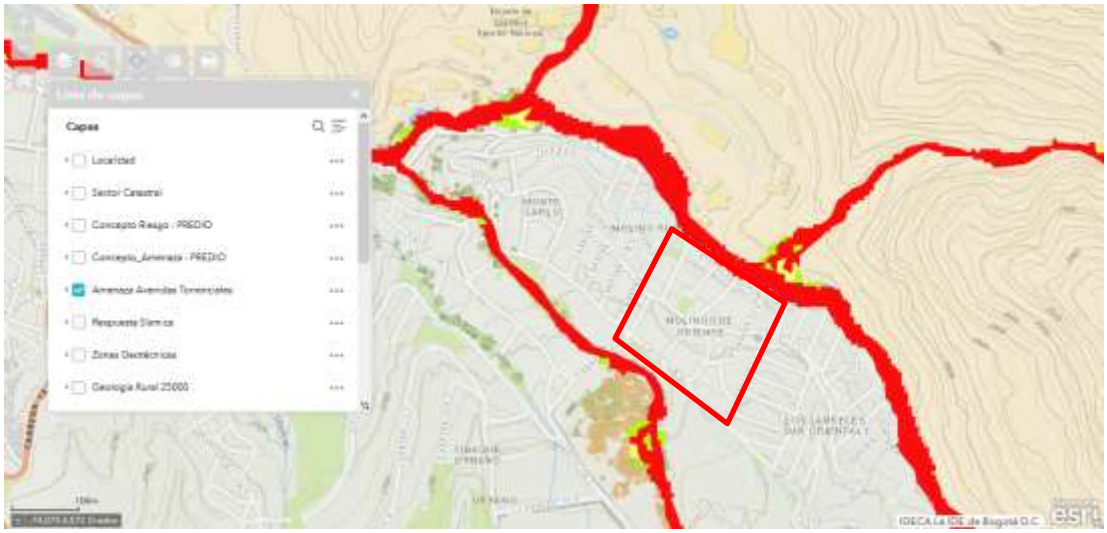


FIGURA 15CAPTURA DE PANTALLA DE LOS REPORTES DE ZONA DE AMENAZA DE AVENIDA TORRENCIAL – RIO FUCHA Y QUEBRADA AGUAS CLARAS O PICHOSA. (INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGO SIRE, 2019).

De acuerdo con el anexo técnico del proyecto se presentan a continuación los siguientes antecedentes técnicos emitidos por el IDIGER para el polígono del barrio de La Gran Colombia.

3.8. CONCEPTOS TÉCNICOS:

3.8.1. Concepto CT-3123 de abril de 1999:

Correspondiente al proyecto de Reubicación de familias en zonas de alto riesgo de Santa Fe de Bogotá, específicamente para los barrios Manila, Gran Colombia y Laureles en la localidad de San Cristóbal, realizado por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias adscrita a la Secretaria de Gobierno de la Alcaldía de Bogotá.

En este concepto técnico se presentan los antecedentes, el perfil geológico regional, unas generalidades de amenaza, vulnerabilidad y riesgo para el polígono comprendido ente las Carreras 16 A Este y la 22 Este y entre las Diagonales 9 y 10 Sur hasta la orilla izquierda del río San Cristóbal. También se presenta una seria de recomendaciones a implementar en el corto plazo.

De acuerdo con los antecedentes la zona de estudio se encuentra ubicada sobre una ladera inestable constituida por un depósito fluvio-glaciar de grandes bloques en matriz arcillosa que yace sobre rocas de la formación Guaduas. Se menciona que dentro de las varias causas de la inestabilidad están: la saturación de los materiales, manejo inadecuado del agua de escorrentía que fluye sobre las calles, ausencia de un sistema de alcantarillado adecuado, procesos de socavación de la margen izquierda del río San Cristóbal e infiltración parcial de la quebrada La Pichosa.

El perfil estratigráfico de la zona de estudio corresponde a un depósito fluvio glaciar conformado por bloques, cantos y gravas de arenisca angulosos en una matriz arcillo areno limosa cuyo espesor es de hasta 20 m que reposa de forma discordante sobre materiales de la formación Guaduas, los cuales están constituidas por capas de arcillolita gris oscura con un nivel de arenisca en la parte superior.

Referente a la geología estructural se menciona que la falla de Bogotá avanza por el costado oriental del barrio Laureles y se cruza con la falla de San Cristóbal, constituyendo un nudo de fallas que hacen a esta zona altamente vulnerable a eventos sísmicos.

En la zona de estudio de identificó una gran cantidad de escarpes de deslizamiento generados por saturación de los materiales debido a flujo subterráneo y mal manejo de aguas lluvias y servidas. El nivel freático se identificó a una profundidad de 1 m aproximadamente sobre el depósito fluvio glaciar.

Se presenta un análisis cualitativo de riesgo, calificando la zona de estudio en un grado de riesgo alto por fenómenos de remoción en masa, con probabilidad de reactivación del deslizamiento y el posible colapso de estructuras con pérdida de vidas humanas y materiales.

Dentro de las recomendaciones del concepto se presenta la reubicación en el corto plazo de las 21 viviendas del barrio Gran Colombia ubicadas dentro de la zona de alto riesgo no mitigable reseñada en el estudio de INGEOCIM Ltda. Posterior a la reubicación de viviendas también se recomendó la ejecución de las obras de drenaje diseñadas por INGEOCIM Ltda, adicionalmente recomendó

abatir el nivel freático y la siembra de eucaliptos para aumentar de manera significativa el factor de seguridad de la ladera.

3.8.2. Diagnóstico técnico No. DI-1925:

Dentro de los antecedentes nuevamente se citan los Estudios y diseños realizados en el año 1998 por Ingeocim Ltda, en los que se indica que el barrio Gran Colombia se ubica en una ladera conformada por depósito fluvio-glaciar que yace sobre arcillolitas de la formación Guaduas, siendo las posibles causas de los problemas de inestabilidad la saturación de los materiales del depósito fluvio glaciar ocasionado por la ausencia de un sistema de alcantarillado pluvial y de aguas servidas.

Se cita el concepto No. CT-3443 de noviembre de 1999, el cual determinan que los predios 7 a 10 de la manzana G se ubican en zona de alto riesgo no mitigable por fenómenos de remoción en masa y que deben ser incluidos en el programa de reubicación de familias en zona de alto riesgo no mitigable. El concepto concluye con la recomendación de incluir en el programa de reubicación de familias en zonas de alto riesgo no mitigable la vivienda ubicada en el lote 6 de la manzana G y se asigna prioridad técnica 2.

Continúan de esta manera uno a uno los diagnósticos técnicos enumerados en la tabla 3 del Anexo técnico, los cuales fueron emitidos por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias DPAE, resultado de las visitas técnicas realizadas a distintos predios ubicados en la zona de influencia del proyecto para atender eventos que involucran movimiento del terreno y afectación a viviendas, las cuales generalmente como recomendación involucra evacuación del predio, el ingreso al programa de reasentamiento de familias por estar ubicadas sus viviendas en zona de riesgo alto no mitigable y se asigna prioridad técnica 1 en su mayoría.

El último diagnóstico técnico emitido por el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático IDIGER corresponde al DI-11434 como resultado de la visita técnica realizada el día 01 de febrero de 2018 al predio de la Calle 11 sur No. 22B-02 Este debido a un movimiento en masa de tipo local, aledaño a una obra de rehabilitación y construcción de redes locales de acueducto y alcantarillado sanitario y pluvial contratado por la Empresa de Acueducto de Bogotá con el Consorcio San Cristóbal 4. Durante la visita se evidenció acceso restringido a la vivienda debido a un pandeo de la placa de entrepiso, grietas en

muros perimetrales que comprometen la estabilidad global de la vivienda y por ende la habitabilidad de la misma. Por iniciativa del contratista de obra se hizo el apuntalamiento de la placa.

Dentro de las recomendaciones está la verificación de las actas de vecindad para verificar las condiciones de la vivienda antes del inicio de las obras y comparar con las condiciones del momento de la visita técnica y establecer posibles afectaciones durante el desarrollo de la obra. De otra parte, se recomendó a los responsables de la vivienda la evacuación temporal y preventiva hasta que se garantice la condición de estabilidad del sector.

A partir de la información secundaria consultada se puede evidenciar que en la zona de estudio se presenta un proceso de inestabilidad complejo, sobre materiales del depósito fluvio glaciar cuyo espesor es del orden de los 20 m de espesor, este proceso de remoción en masa se encuentra documentado desde hace 20 años, el cual tiene un carácter retrogresivo que ha afectado de modificado el entorno del barrio y que para su estabilización requiere obras de gran envergadura, las cuales comprenden entre otras manejo de aguas superficiales y subterráneas, control de los procesos de socavación de la margen izquierda del río San Cristóbal y otros aportes de agua bien sea por infiltración del caudal de la quebrada la Pichosa.

De acuerdo con las observaciones en campo y la información técnica obtenida a través del portal SIRE del IDIGER, actualmente las viviendas con familias reasentadas se encuentran en demolición parcial y no hay habitabilidad en dichos predios.



FOTOGRAFÍA 1. DEMOLICIÓN PARCIAL DE VIVIENDAS. FUENTE PROPIA.

De acuerdo con la visita técnica al sitio de estudio, hacia el costado nor-occidental del área definida de estudio se evidencia el agrietamiento de una vivienda que compromete la mitad de la vivienda. Esta deformación sugiere un movimiento de tierra hacia el nor-occidente. En la siguiente fotografía se presenta el detalle del agrietamiento presentado en la vivienda.



FOTOGRAFÍA 2: PANORAMA DE LA VIVIENDA CON AGRIETAMIENTO HACIA EL COSTADO NOR-OCCIDENTAL.



FOTOGRAFÍA 3: DETALLE DEL AGRIETAMIENTO DE LA CASA NOR-OCCIDENTAL.

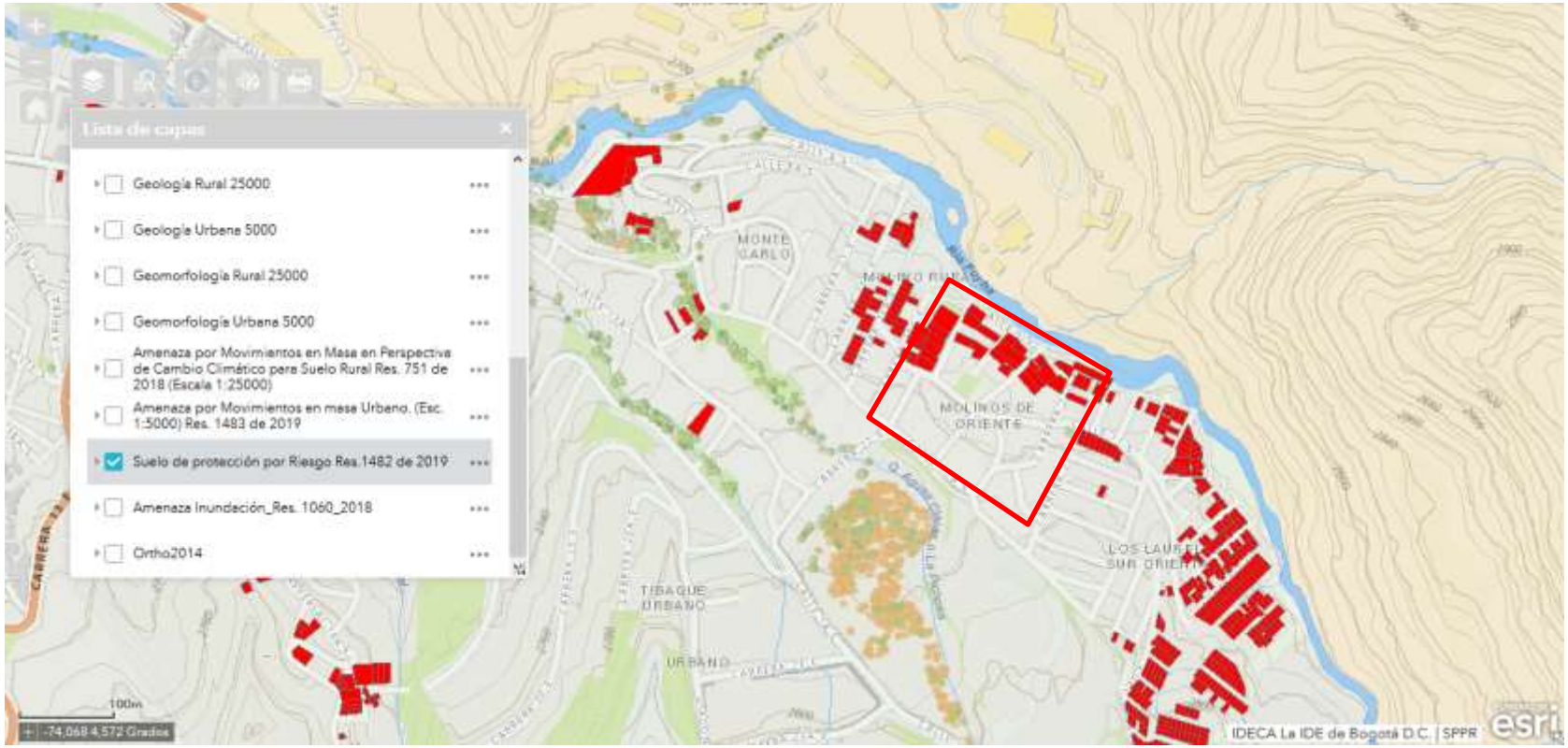


FIGURA 16. REPORTE DE SUELO DE PROTECCIÓN POR RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA EN EL BARRIO GRAN COLOMBIA, SEGÚN RESOLUCIÓN 1482 DE 2019. (INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGO SIRE, 2019).

3.8.3. Información geográfica del Instituto de Desarrollo Urbano IDU:

De acuerdo con la consulta en el sistema de información geográfica del IDU (SIGIDU), en el área de estudio del barrio La Gran Colombia se presentan frentes activos de obra autorizados para hacer excavación previa PMT para la intervención de redes y acometidas de renovación de tubería de Acueducto y Alcantarillado. EL contratista de la obra es el consorcio San Cristóbal 4 bajo el contrato 1-01-34100-1061-2016.

A continuación, se presenta el reporte del estado actual de la infraestructura del sector, según la dirección técnica de administración de infraestructura del IDU.



FIGURA 17. REPORTE DE INFRAESTRUCTURA DEL IDU Y FUENTES EXTERNAS (SIGIDU). (INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO SIGIDU, 2019).

4. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA:

El sitio de estudio se encuentra localizado en la parte alta de la localidad de San Cristóbal en la margen izquierda del Rio Fucha. El área directa de estudio abarca aproximadamente un cuadrángulo de 190mx190m y el área indirecta abarca toda la cuenca alta del Rio Fucha en un área de aproximadamente 30 Ha.

En la parte baja el sitio de estudio conexa con el Rio Fucha por donde se prolonga la falla de San Cristóbal que se extiende de occidente a oriente; es una falla de tipo transversal y de una dimensión importante. Con base en las observaciones de campo se observa que el barrio está emplazado sobre un gran depósito de tipo Aluvio-coluvial, superficialmente enmarcado dentro antiguos depósito del Rio Siecha y en el basamento se encuentra la formación Guaduas.

Con base en el Estudio técnico E-4-RM-9del 2000 se observa que dentro de la instrumentación para el monitoreo de fenómenos de remoción en masa se presenta un desplazamiento de gran parte del barrio, siendo más acentuado hacia la parte media baja del barrio, y en menor proporción hacia la parte alta; lo que indica que se presenta un problema generalizado de estabilidad de todo el barrio.

La falla de San Cristóbal es de tipo transversal y de dimensión importante, y abarca el tercio inferior del barrio. Se presume que debajo del rio Fucha hay una gran brecha de falla que puede tener aproximadamente 60 m de ancho. Por encima de esta brecha se encontrarían depósitos de la formación de Rio Siecha; con deslizamiento acentuados. Según las observaciones de campo se considera que desde el rio Fucha hasta la calle 9A sur se presenta una zona de deslizamiento activa y más hacia el sur se encontraría una zona menos activa. Con la exploración geotécnica se espera dar claridad del modelo y condición litológica.

En la parte baja de la ladera; desde el rio Fucha hasta la Calle 9 A sur se observan escalonamientos pronunciados que indican que hay una falla rotacional profunda sobre los depósitos allí presentes, también es evidente en los agrietamientos registrados en los conceptos técnicos sobre las viviendas que se encontraban en la zona.

Esta falla rotacional es inducida por condiciones particulares de sub-presiones que genera el agua atrapada en la brecha de falla y la formación Guaduas y depósitos. En la parte de arriba de la ladera se presenta un efecto secundario de desplazamiento, ya que al haber descofinamiento lateral del depósito en la parte baja existe una tendencia de desplazamiento horizontal del depósito.

Otro componente importante del modelo conceptual de desplazamiento es el aporte constante de aguas subterráneas de la Quebrada La Pichosa al material de alta permeabilidad del depósito de formación de Rio Siecha; compuesto bloques angulares y sub-redondeados en una matriz areno-arcillosa. Una condición impermeable de la Formación Guaduas y una condición semi-impermeable del depósito de la Formación Rio Siecha generan una condición de flujo de aguas inducido por infiltración de la Quebrada La Pichosa hacia la parte baja y tienen incidencia sobre la estabilidad del depósito.

A continuación, se presenta un modelo conceptual de la estabilidad del barrio de acuerdo con las observaciones técnicas en campo, los diagnósticos y conceptos técnicos emitidos, y la información secundaria.

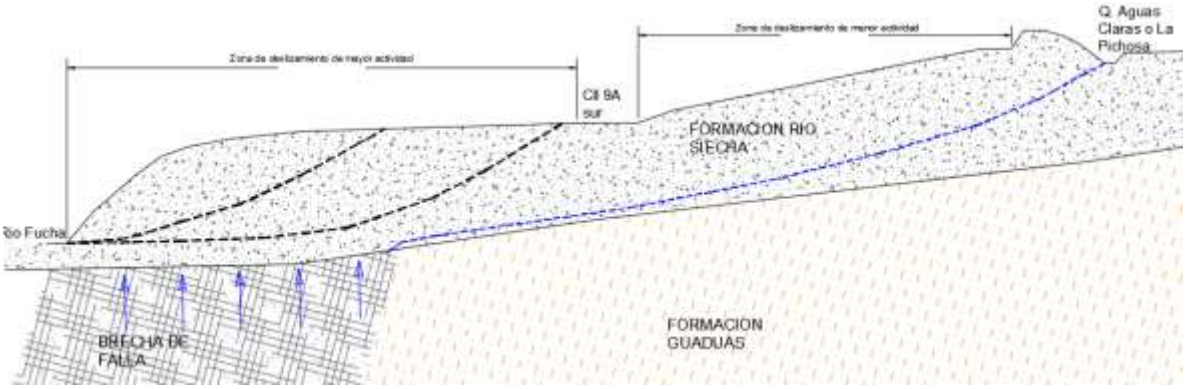


FIGURA 18. MODELO CONCEPTUAL INICIAL DE ESTABILIDAD DEL BARRIO, SEGÚN OBSERVACIONES DE CAMPO. FUENTE PROPIA.

La **Fotografía 4** se presenta la Formación Rio Siecha, compuesta por depósitos antiguos de bloques sub-redondeados y angulares en una matriz areno-arcillosa semi-cementada y alta permeabilidad.



FOTOGRAFÍA 4. FORMACIÓN RIO SIECHA EN LA PARTE ALTA DE LA ZONA DE ESTUDIO DEL BARRIO LA GRAN COLOMBIA. FUENTE PROPIA.



FOTOGRAFÍA 5. DEPÓSITO ALUVIAL EN SU CONDICIÓN ORIGINAL, NO SE VE AFECTADA POR DESLIZAMIENTOS. FUENTE PROPIA



FOTOGRAFÍA 6: NO SE EVIDENCIA INCIDENCIA DE DESPLAZAMIENTO EN LA PARTE ALTA DEL ÁREA DE ESTUDIO. FUENTE PROPIA.



FOTOGRAFÍA 7: NO SE EVIDENCIA PROBLEMAS ESTRUCTURALES, SIN EMBARGO, SE OBSERVAN HUELLAS DE HUMEDAD. FUENTE PROPIA.



FOTOGRAFÍA 8. ZONA DE DESLIZAMIENTO ACTIVO A PARTIR DE LA CALLE 9 A SUR. FUENTE PROPIA.



FOTOGRAFÍA 9. AGRIETAMIENTO DE LAS CASAS EN LA PARTE BAJA DE LA CALLE 9A SUR. SE EVIDENCIA UNA TENDENCIA DE DESLIZAMIENTO HACIA EL COSTADO NORTE DEL BARRIO. FUENTE PROPIA.



FOTOGRAFÍA 10. DETALLE DE ESCARPE DE FALLA. FUENTE PROPIA.



FOTOGRAFÍA 11. INCLINACIÓN DE LOS ÁRBOLES REFLEJA UN DESPLAZAMIENTO ACTIVO DE LA ZONA. FUENTE PROPIA.



FOTOGRAFÍA 12. AGRIETAMIENTO DE VIVIENDA AL COSTADO NOR-OCCIDENTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO. FUENTE PROPIA.



FOTOGRAFÍA 13: ESCARPE DE FALLA Y VIVIENDA PARCIALMENTE DEMOLIDA. FUENTE PROPIA.

5. METODOLOGÍA DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y LABORATORIOS.

De acuerdo con los términos de referencia del contrato para la consultoría del proyecto se tiene la siguiente relación de cantidades de exploración:

TABLA 1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA (MÍNIMOS REQUERIDOS). TÉRMINOS DE REFERENCIA

INVESTIGACION DE CAMPO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO TOTAL
Perforación en suelo	Ml	30	$ 187,500	$ 5,625,000
Perforación de apique 1x1x1	Un	8	$ 187,500	$ 1,500,000
Trincheras y columnas	Un	8	$ 187,500	$ 1,500,000
Perforación mecánica en roca y/o coluvión clasto soportado	ml	235	$ 375,000	$ 88,125,000
Línea de refracción sísmica de 100m con tomografía	ml	6	$ 1,250,000	$ 7,500,000

Con base en la tabla anterior se consideran las cantidades previstas en el anexo técnico. Con el desarrollo de los trabajos surgieron modificaciones que se justifican y soportan en el capítulo 11 de Investigación geotécnica.

Se hace la aclaración que las cantidades propuestas son tentativas y pueden variar dependiendo de los materiales geotécnicos que se encuentren durante la exploración geotécnica.

Para identificar y caracterizar los diferentes estratos del subsuelo en el sitio de estudio se realizará un programa de exploración geotécnica directa con base en diez (10) perforaciones con equipo mecánico entre 15 y 30m de profundidad, seis (6) trincheras exploratorias escalonadas sobre sitios de talud en el área de estudio, en busca de establecer un perfil estratigráfico promedio con el cual se puede realizar los análisis geológicos-geotécnicos e implementar las obras necesarias. Durante esta actividad se registra espesores de material, orientación, textura, color, presencia de nivel freático, etc.

Con el fin de verificar la distribución espacial de los diferentes materiales en el sitio de estudio se propone un programa de exploración indirecta mediante dos (2) líneas de resistividad eléctrica de longitud variable entre 40 y 80 m y seis

(6) líneas de refracción sísmica de longitud variable entre 40 y 80m. En el anexo geotécnico del informe se presenta la propuesta geotécnica de exploración para el proyecto.

La ejecución de los trabajos se realizó en un turno por día en donde se contemplaron dos comisiones de trabajo; el tiempo de ejecución de estas actividades se desarrolló en un periodo de 40 días aproximadamente de acuerdo con el cronograma del proyecto. En el anexo geotécnico del informe se presenta el detalle del cronograma para la ejecución del programa de exploración.

Se requirió para el trabajo de campo el servicio de celaduría y bodega en especial para los equipos de perforación durante los periodos de receso de actividades como turno nocturno, domingos y festivos.

Como plan de contingencia para el desarrollo del programa de investigación geotécnica de campo se programó inicialmente la exploración indirecta con el fin de verificar las condiciones de espesores de materiales y detección de cuerpos de agua en el área. De esta manera las profundidades y localización de las perforaciones se optimizaron en su desarrollo.

5.1. EXPLORACIÓN DIRECTA: PERFORACIONES MECÁNICAS

5.1.1. Perforación Mecánica.

La perforación mecánica se realizó mediante métodos de rotación, percusión y lavado. En la zona de suelos se avanzará con muestreadores de cuchara partida "Split Spoon", y la ejecución simultánea del ensayo de penetración estándar SPT.

En zonas de bloques y roca, se utilizarán sistemas de rotación percusión y lavado con tricono, y se recuperaron muestras con muestreadores de barreno corazonador de tubo doble de diámetro NQ. En el avance del muestreador se determina el índice de recuperación de núcleos IRN y en la zona de roca se mide además el Índice de callidad del macizo rocoso RQD.

En la

FIGURA 19 se presenta la ubicación de las perforaciones mecánicas, y en la Tabla 2. Coordenadas de perforaciones mecánicas. Fuente propia.se presenta las coordenadas de localización de los puntos de exploración directa.



FIGURA 19. LOCALIZACIÓN SATELITAL DE LAS PERFORACIONES MECÁNICAS PROPUESTAS. (GOOGLE EARTH, 2019)

TABLA 2. COORDENADAS DE PERFORACIONES MECÁNICAS. FUENTE PROPIA.

PUNTO	COORDENADA		PROFUNDIDAD (m)
	LATITUD	LONGITUD	
P-1	4°34'7.89"N	74° 4'10.40"O	25
P-2	4°34'6.09"N	74° 4'09.95"O	30
P-3	4°34'5.07"N	74° 4'11.70"O	30
P-4	4°34'4.10"N	74° 4'10.28"O	30
P-5	4°34'2.10"N	74° 4'11.78"O	25
P-6	4°34'5.94"N	74° 4'07.77"O	20
P-7	4°34'4.61"N	74° 4'07.09"O	30
P-8	4°34'3.38"N	74° 4'07.57"O	30
P-9	4°34'0.37"N	74° 4'08.64"O	23

Para la ejecución de la perforación mecánica se contó con equipo LONYEAR modelo 24 tipo diésel-hidráulico, con cabezal tipo mixto para operaciones en superficie, y equipo PETTY con taladro tipo INGDIS H45 con sistema de percusión, lavado y rotación, con diámetro tipo A. Estos equipos cuentan con las siguientes capacidades de perforación.

TABLA 3. PROFUNDIDADES MÁXIMA VIABLE VS DIÁMETRO DE TESTIGO. FUENTE PROPIA.

Línea de perforación	Profundidad m	Diámetro de testigo
NQ	70	1 - 7/8
BQ	90	1 – 7/16
HQ	40	2 - 1/2



FOTOGRAFÍA 14: EQUIPO DE PERFORACIÓN MECÁNICA LONGYEAR. FUENTE PROPIA.



FOTOGRAFÍA 15: EQUIPO DE PERFORACIÓN MECÁNICA LONGYEAR.

5.1.2. Trincheras

Este método se utiliza para muestrear capas de suelo superficial en superficies horizontales e inclinadas, con el fin de determinar espesores de suelo alterado y encontrar sustratos de suelos o rocas sanas y competentes en la base.

La ejecución de estratificación sobre la superficie inclinada la deberá realizar personal capacitado en trabajo de alturas usando los equipos de seguridad adecuados que permitan su desplazamiento seguro sobre la superficie. Se realiza una excavación manual de 1.0 m de ancho y de longitud variable entre 1,5 y 5,0 m dependiendo de los requerimientos y condiciones del sitio, y se profundiza hasta 1,5 m de profundidad o hasta encontrar rechazo, es decir suelo muy duro o roca. Las herramientas de hinca son pica y pala y el trabajo se efectúa con la labor de dos auxiliares de perforación y un operador líder del grupo. Se recuperan muestras alteradas de suelo en bolsa en suelos arenosos, e inalteradas en bloque para suelos cohesivos y roca. El muestreo en bloque consiste en tallar in situ una muestra inalterada de unos 30 cm de lado in situ, para luego confinarla lateralmente con tablillas y parafina derretida entre el vano de las muestras y tablillas; esto último para brindarle un adecuado confinamiento de las mismas.

En la **Fotografía 16**: Localización satelital de las trincheras propuestas. (Google Earth, 2019)se presenta la ubicación de las trincheras de exploración, y en la

Tabla 4. Coordenadas de trinchera. Fuente propia. se presenta las coordenadas de localización.



FOTOGRAFÍA 16: LOCALIZACIÓN SATELITAL DE LAS TRINCHERAS PROPUESTAS. (GOOGLE EARTH, 2019)

TABLA 4. COORDENADAS DE TRINCHERA. FUENTE PROPIA.

PUNTO	COORDENADA		PROFUNDIDAD (m)
	LATITUD	LONGITUD	
TR-1	4°34'0.97"N	74° 4'10.18"O	3
TR-2	4°34'2.42"N	74° 4'6.94"O	3
TR-3	4°34'6.80"N	74° 4'11.12"O	8
TR-4	4°34'2.77"N	74° 4'12.68"O	3
TR-5	4°34'6.07"N	74° 4'7.44"O	4
TR-6	4°34'4.81"N	74° 4'5.68"O	7



FOTOGRAFÍA 17: REFERENCIA DE EXPLORACIÓN DE TRINCHERAS ESCALONADAS. FUENTE PROPIA

5.2. EXPLORACIÓN INDIRECTA:

5.2.1. Líneas de resistividad eléctrica

Este ensayo consiste en la propagación de corriente eléctrica a través del subsuelo con la ayuda de pares de electrodos. La generación de esta corriente eléctrica genera un flujo de corriente que es impulsada por un potencial de campo eléctrico. Con base en este potencial se mide la resistencia del suelo al flujo de corriente, que se conoce como resistividad.

A partir de la medición de la resistividad, es decir la resistencia eléctrica en una unidad de longitud, se determinan campos de mediciones escalares de resistividad aparente del suelo. Con base en esta medición escalar y con la ayuda de un modelo de flujo eléctrico tipo Laplaciano, es posible determinar un modelo espacial constante gobernado por un parámetro de resistencia que depende intrínsecamente del suelo y es invariante en el tiempo y a la dirección de flujo. Con la ayuda de modelos matemáticos y soluciones espaciales de las ecuaciones de Laplace, mediante el uso de Diferencias Finitas o Elementos Finitos, es posible obtener mediante el uso de inversiones de estos modelos matemáticos, los

valores de estas constantes o parámetros de estado del suelo conocido como densidad eléctrica o resistividad verdadera.

Las tomografías eléctricas es un caso particular de flujo de corriente en el suelo que obedece a un modelo bidimensional, y permite obtener contrastes de resistividad que están asociados a cambios litológicos dentro del suelo.

Aplicando la Ley de Ohm, la cual se expresa sí:

$$V = I\mathrm{R}$$

En donde V, es el potencial eléctrico aplicado al suelo, y la intensidad del flujo en amperios y R la resistencia al flujo eléctrico que ofrece el suelo en Ohmnios. Por otra parte, se recuerda que la resistencia eléctrica R es el producto de la resistividad eléctrica por una longitud L del resistor sobre un área del resistor A, mediante la siguiente ecuación:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

El ensayo tomográfico bidimensional se basa en la toma sistemática de datos a lo largo de un plano vertical de referencia seguido por un proceso de reducción de datos, por medio de la cual se establece un modelo bidimensional de variación con la profundidad y en la longitud, de la resistividad aparente, que depende de una posición y variación especifica de los electrodos que generan al flujo de corriente en el suelo. Para la ejecución de estos ensayos se adoptó un arreglo Werner. El método de lectura para los dos ensayos consiste en enterrar pequeños electrodos tipo varilla, en cuatro huecos en el suelo, a una profundidad "b" y espaciados (en línea recta) una distancia "a" cómo se ilustra en la **Fotografía 20**.

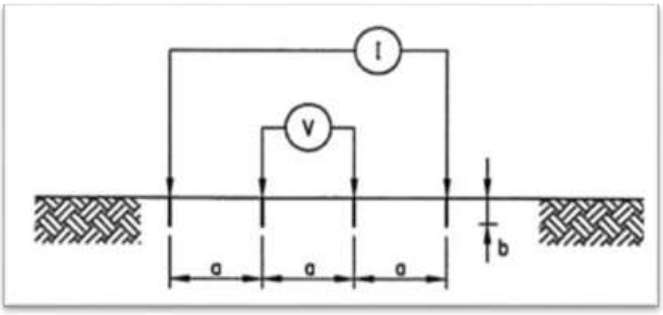


FIGURA 20. ARREGLO TIPO WERNER, PARA LA MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD

Una corriente "I" se inyecta entre los dos electrodos externos y el potencial "V" entre los dos electrodos internos es medido por el instrumento. El instrumento mide la resistencia R (=V/I) del volumen de suelo cilíndrico de radio "a" encerrado entre los electrodos internos. La resistividad aparente del suelo, a la separación "a" es aproximada por la siguiente ecuación:

$$\rho_a = \frac{4\,\pi\,R\,a}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2+4b^2}} - \frac{2a}{\sqrt{4a^2+b^2}}}$$

Dado que en la práctica la distancia "a" es mucho mayor que la profundidad de enterramiento "b", la ecuación se simplifica de la siguiente manera:

$$\rho_a = 2\,\pi\,R\,a$$

Para determinar el cambio de la resistividad del suelo con la profundidad, el espaciamiento entre electrodos se varía desde unos pocos metros hasta un espaciamiento igual o mayor que la máxima dimensión esperada del sistema de puesta a tierra. La profundidad aparente del ensayo se asume a una profundidad que corresponde al radio del arreglo, es decir z=1.5 a.

Para el cálculo de la resistividad verdadera se aplica el programa ZONDIP2D, de la Universidad de Saint Petersburg, 2001-2012, el cual se basa en la inversión de un modelo de capas horizontales estratificadas (modelo geostático), mediante el uso de la siguiente ecuación:

$$U(r) = \frac{\rho}{\pi}\left[\frac{1}{r} + \int_0^{\infty} R(m) \cdot Jo(mr) \cdot dm\right]$$

Con base en este modelo se determinan las resistividades verdaderas de sistemas de suelos multicapas compuesta de dos capas o más, determinando para cada capa la resistividad verdadera.

En la **Fotografía 18** se presenta la ubicación en planta de las líneas de resistividad para el área de estudio y en la **Tabla 5.** Coordenadas inicio-fin del ensayo de resistividad eléctrica. Fuente propia.se presentan las coordenadas de ubicación inicio-fin de cada una.



FOTOGRAFÍA 18: LOCALIZACIÓN SATELITAL DE LAS LÍNEAS TOMOGRÁFICAS PROPUESTAS. (GOOGLE EARTH, 2019)

TABLA 5. COORDENADAS INICIO-FIN DEL ENSAYO DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA. FUENTE PROPIA.

Tipo de Ensayo	Longitud de la Línea (m)	Coordenadas Inicio		Coordenadas Fin	
		Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
LTM-1	80	4°33'59.68"	74° 4'09.27"	4°34'1.19"	74° 4'11.21"
LTM-2	80	4°34'01.28"	74° 4'11.20"	4°34'2.98"	74° 4'12.99"
LTM-3	80	4°34'06.81"	74° 4'11.12"	4°34'9.07"	74° 4'12.09"
LTM-4	80	4°34'05.11"	74° 4'08.69"	4°34'6.58"	74° 4'10.73"
LTM-5	40	4°34'04.69"	74° 4'05.51"	4°34'5.45"	74° 4'6.61"

Se interpreta la línea LTM-1 y LTM-2 como la lectura de la línea tomográfica 1, y las líneas LTM-3, LTM-4 y LTM-5 como la lectura de la línea tomográfica 2.







FIGURA 21: EQUIPOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA – TELUROMETRO. FUENTE PROPIA

5.2.2. Líneas de refracción sísmica.

El ensayo se debe localizar en un sitio donde se cuente con perforaciones directas cercanas que permitan interpretar de forma adecuada los resultados del ensayo. El tendido para el ensayo de Refracción LSR es el mismo que el usado para el ensayo ReMi.

Se efectúa un perfil con la localización y altura relativa entre geófonos con una precisión de 10 cm. Por lo menos los puntos extremos de la línea, inicial y final se localizan con un buen nivel de precisión mediante la ayuda de un GPS de doce canales. En lo posible también se referencia la localización de la línea con cinta determinando las distancias con puntos o elementos físicos confiables que sean identificables en los planos topográficos.

El tendido es tal que se garantiza un perfecto alineamiento de todos los geófonos, manteniendo siempre distancias constantes entre geófonos. Los cables y sus acoples estarán en perfecto estado.

Dado que se pretende auscultar en forma detallada y confiable hasta una profundidad de 20 m; los ensayos no tendrán una longitud menor a 80 m y la separación entre geófonos no menor a 5 m.

Los geófonos son enterrados de tal forma que permitan la recepción adecuada de las señales sísmicas.

Para la ejecución del ensayo de refracción sísmica no debe presentarse ruidos o vibraciones externas durante la ejecución de los ensayos; en consecuencia, se contemplarán medidas externas necesarias para desviar o suspender el tráfico vehicular y evadir otras fuentes de ruido en el sitio del ensayo.

El ensayo LSR se efectúa mediante la medición de ondas P, en las cuales se logra una señal adecuada aplicando impactos de compresión con un martillo de 20 libras sin que presente rebote. Basado en un criterio de redundancia para lograr una mayor confiablidad en los resultados, cada sitio de impacto contempla lectura doble con la platina en posición a 45 grados; la segunda lectura es en el mismo sitio, pero con la platina en dirección opuesta también a 45 grados.

Se efectuan por lo menos lecturas en cinco (5) posiciones de impacto a lo largo de la línea. Dos posiciones en los extremos de la línea, una tercera posición en la mitad de la línea; la cuarta y quinta posición en puntos intermedios definidos entre los puntos extremos y el punto medio de la línea.

Las ganancias de los geófonos se establecen de tal manera que se garantice una lectura clara en toda la línea de geófonos. En un primer intento de calibración de la red de geófonos, se aplicará un golpe de martillo lo suficientemente fuerte y se deben observan los trazos de la pantalla de lectura para todos los geófonos; si los trazos son suficientemente claros quiere decir que la ganancia utilizada es apropiada. Se debe efectuar y repetir el procedimiento en grupos de tres geófonos, hasta completar toda la línea.

Los datos se adquieren con un sismógrafo convencional y geófonos verticales de onda P, con un ancho de banda con frecuencias entre 2Hz a 30Hz, que son adecuados para estudios de refracción y micro tremores.

Los tres métodos reconocidos de interpretación son el método de frente de onda, el método de los tiempos de intercepto y el método de los tiempos de retardo.

El procedimiento analítico determina la posición de los refractores con relación a la superficie del terreno; después de definida la posición de los refractores, se analiza el material recorrido de las ondas, determinando la velocidad en el medio recorrido. La interpretación se efectuará preferiblemente mediante el uso de un software reconocido para tal fin. El uso de software no exime que la interpretación del ensayo sea complementada con el aporte de personal experimentado en el tema y con conocimientos de geología.

Se presentan gráficas de las propagaciones de los trenes de ondas en el tiempo para cada uno de los sitios de impacto, con su respectiva interpretación.

Se presenta con claridad el perfil del suelo con la interpretación de la posición de los refractores e indicaran los valores o el rango de valores que se presenta en las diferentes unidades geotécnicamente homogéneas.

La interpretación con software incluye la tomografía correspondiente con el perfil del terreno y con líneas de igual valor de ondas de compresión. Los resultados se presentan en sistema métrico.

Se debe presentara además el mismo perfil con su respectiva interpretación geológico-geotécnica.

En la **Fotografía 19** se presenta la ubicación en planta de las líneas de refracción sísmica para el área de estudio y en la **Tabla 6** se presentan las coordenadas de ubicación inicio-fin de cada una.



FOTOGRAFÍA 19: UBICACIÓN SATELITAL DE LOS ENSAYOS DE REFRACCIÓN SÍSMICA. (GOOGLE EARTH, 2019)

TABLA 6. COORDENADAS INICIO-FIN DEL ENSAYO DE REFRACCIÓN SÍSMICA. FUENTE PROPIA.

Tipo de Ensayo	Longitud de la Línea (m)	Coordenadas Inicio		Coordenadas Fin	
		Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
Línea de Refracción Sísmica 1	45	4°34'3.64"	74° 4'12.94"	4°34'4.93"	74° 4'12.25"
Línea de Refracción Sísmica 2	45	4°34'5.30"	74° 4'11.60"	4°34'6.57"	74° 4'10.97"
Línea de Refracción Sísmica 3	45	4°34'6.03"	74° 4'11.23"	4°34'7.32"	74° 4'10.56"
Línea de Refracción Sísmica 4	45	4°34'2.55"	74° 4'11.44"	4°34'3.70"	74° 4'10.55"
Línea de Refracción Sísmica 5	45	4°34'4.05"	74° 4'10.19"	4°34'5.02"	74° 4'9.06"
Línea de Refracción Sísmica 6	45	4°34'5.02"	74° 4'9.06"	4°34'6.03"	74° 4'7.94"
Línea de Refracción Sísmica 7	60	4°33'59.83"	74° 4'8.42"	4°34'1.52"	74° 4'7.60"

Línea de Refracción Sísmica 8	60	4°34'1.56"	74° 4'7.59"	4°34'3.30"	74° 4'6.83"
Línea de Refracción Sísmica 9	45	4°34'3.34"	74° 4'6.36"	4°34'4.70"	74° 4'5.70"

Se interpretan las líneas de los ensayos LR-2 y LR-3 como una sola línea de refracción, las líneas LR-5 y LR-6 como una línea de ensayo de refracción, y las líneas LR-7 y LR-8 como una línea de refracción, con lo cual se resumen que son 6 líneas de refracción divididas en 9 tramos.

- Descripción del Equipo:

Sismógrafo SeismeX16: El sismógrafo SeismeX16 es un equipo geofísico de última generación que registra vibraciones sísmicas naturales o artificiales con el fin de visualizar el subsuelo. Este equipo es útil -entre otros métodos- para: (1) Estudios de refracción sísmica; (2) Refracción de Microtremores (ReMi); (3) Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW), (4) Estudios de velocidades en pozo tipo Downhole; (5) Reflexión sísmica somera.

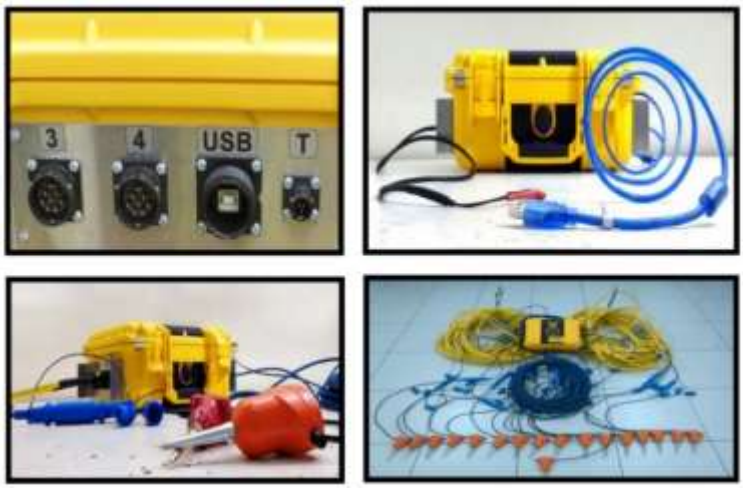


FIGURA 22. SISMÓGRAFO SEISMEX16

TABLA 7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISMÓGRAFO.
Especificaciones Técnicas

Ítem	Especificación
Número de canales	16
Rango dinámico	110 Db
Rechazo en modo común	100 Db
Intervalo de muestreo	0.25, 0.5, 1.0 ms
Fuente de alimentación	12 Voltios DC
Display y almacenamiento de datos	Laptop
Comunicación con el Laptop	USB

5.3. ENSAYOS DE LABORATORIO:

De acuerdo con los términos de referencia del contrato para la consultoría del proyecto se tiene la siguiente relación de cantidades de laboratorio:

TABLA 8. PLAN DE ENSAYOS DE LABORATORIO (MÍNIMOS REQUERIDOS). TÉRMINOS DE REFERENCIA.

ENSAYOS DE LABORATORIO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso Unitario por peso y volumen	20	Un
Humedad Natural	20	Un
Peso específico de solidos	15	Un
Límites de Consistencia (líquido y plástico)	15	Un
Granulometría por tamizado sin lavado	10	Un
Carga puntual en roca	2	Un
Corte directo Consolidado Drenado tiempo 3 puntos	8	Un
Compresión simple en roca	5	Un
Compresión inconfinada (curva esf-def)	5	Un

Se tienen los siguientes comentarios y aclaraciones con respecto a las cantidades requeridas en:

1. La cantidad de ensayos de laboratorio sobre muestras está en función de la calidad de las muestras recuperadas durante la exploración geotécnica.

   La cantidad definitiva de ensayos se efectúa de acuerdo a los requerimientos que plantee el ingeniero geotecnista de tal manera que se

permita generar un modelo de caracterización geotécnica lo suficientemente confiable.

2. La selección de las muestras para los ensayos de carga puntual, corte directo y compresión se realiza a criterio del ingeniero geotecnia a cargo.

Para la correcta identificación y caracterización de los diferentes materiales de suelo presentes en el área de estudio se realizarán ensayos de laboratorio para la caracterización física y mecánica de las muestras de suelo y roca obtenidas en la exploración directa con equipo mecánico y manual y trincheras sobre los taludes.

Estos ensayos se plantean así:

- Ensayos de clasificación como: humedades, límites de consistencia, peso específico, peso unitario, lavado sobre tamiz 200 y granulometría.

- Ensayos de resistencia como: ensayos de cortes directos (consolidado drenado), compresión simple en roca, permeabilidad de laboratorio consolidación unidimensional y expansión.

Los ensayos de permeabilidad se requieren con el fin de evaluar los diseños de las obras de drenaje superficial y profundo tales como trinchos drenantes y drenes de penetracion, y forma parte integral del modelo hidro-geológico que exige la resolución 227 del año 2006.

Los ensayos de consolidación unidimensional pueden llegar a ser necesarios en el caso de encontrar problemas de desplazamientos lentos de taludes asociados a reptación del suelo. En este sentido se pretende evaluar el coeficiente de consolidación secundaria o el equivalente como su coeficiente de viscosidad para poder evaluar dicho comportamiento.

Dado que estos ensayos no están en los términos de referencia del proyecto, se consideran opcionales y para aprobación de la interventoría y del buen criterio del ingeniero geotecnista del proyecto.



FOTOGRAFÍA 20: EQUIPO DE ENSAYOS DE LABORATORIO. FUENTE PROPIA.



FOTOGRAFÍA 21: EQUIPO DE ENSAYO DE CORTE DIRECTO. FUENTE PROPIA

En el anexo geotécnico del informe se presentan los certificados de calibración de los equipos de laboratorio.

5.4. PERSONAL DE CAMPO:

En el anexo del informe se relaciona la información del personal de campo capacitado para el desarrollo de las actividades de exploración. A continuación, se presenta el personal de la empresa para las actividades de exploración mecánica y manual.

TABLA 9: RELACIÓN DE PERSONAL DE CAMPO – TRABAJO GEOTÉCNICO. FUENTE PROPIA

RELACION DE PERSONAL DE CAMPO		
Nombre	Cargo	Identificación
EDGAR AMAYA	SUPERVISOR	9.655.283
FERNEY TORRES	OPERADOR	1.050.170.311
DIDIER MOLINA	AUXILIAR 1	82.391.960
EDWIN ANDRADE	AUXILIAR 2	93.206.538
PABLO AMAYA	TECNICO OPERATIVO	1.022.387.865
CAMILO HERNANDEZ	INGENIERO	1.032.459.670
MIGUEL RABA	INGENIERO	79.424.348

6. METODOLOGÍA DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

6.1. PROCEDIMIENTO:

Para determinar el sistema de coordenadas para el Proyecto, se realiza el traslado de coordenadas con equipos de GPS de doble frecuencia, a partir de las antenas permanentes dispuestas por el IGAC, el tiempo de posicionamiento corresponderá a la fórmula establecida así:

- De acuerdo a la planeación del servicio, la estación permanente para control horizontal utilizada es la BOG 16 ubicada en INGEOMINAS Bogotá y el vértice de la red pasiva para control vertical es Bogotá 16 Ubicado dentro del parque Metropolitano Primero de Mayo.

t = 65 min +(3 min x (d - 10))

Donde:

t = Tiempo de rastreo
d = Distancia en kilómetros

Así: t = 65 min +(3 min x (8 - 10)) = 59 minutos = 1Hora – 1 minutos

- Para posicionamientos que se efectúen con equipos de frecuencia sencilla L1, se debe duplicar el tiempo de rastreo resultantes de las anteriores fórmulas, así:

  Se localiza una pareja de mojones dentro o cercano al área a intervenir y en el lugar que el especialista en geotecnia avale con el fin de garantizar su estabilidad, estos servirán como punto de apoyo para la realización de los Estudios topográficos.

  Los puntos se materializan con placa en aluminio incrustadas en zonas duras sobre andenes por lo menos a 30 centímetros del sardinel, en el evento en que no existan zonas duras, se materializarán los mojones en zonas verdes construyendo mojones con dimensiones de 25*25*60 cm dejando máximo 10cm sobresaliendo del suelo o a nivel de rasante

dependiendo el lugar, plenamente identificados garantizando su permanencia y fácil localización para terceros.

La descripción será la siguiente:



FIGURA 23. DEMARCACIÓN DE PLACAS. FUENTE: PROPIA

6.2. EQUIPOS

6.2.1. Posicionamiento:

El posicionamiento se realizará con equipos HI-Target.



FIGURA 24. EQUIPOS GPS A UTILIZAR. FUENTE DEL FABRICANTE

6.2.2. Ficha técnica del equipo



V60 PERFORMANCE SPECIFICATIONS

MEASUREMENTS
- 220 Channels
- Advanced Pacific Crest Maxwell 6 Custom Survey GNSS Technology
- High precision multiple correlator for GNSS pseudo-range measurements
- Unfiltered, unsmoothed pseudo-range measurements data for low noise, low multipath error, low time domain correlation and high dynamic response
- Very low noise GNSS carrier phase measurements with <1 mm precision in a 1 Hz bandwidth
- Signal-to-noise ratio reported in dB-Hz
- Proven Pacific Crest low elevation tracking technology

Satellite Signals Tracked Simultaneously
GPS ..... Simultaneous L1C/A, L2C, L2E, L5
GLONASS ..... Simultaneous L1C/A, L1P, L2C/A (GLONASS M only), L2P
BDS ..... Simultaneous L1 (A, D)
Galileo ..... Simultaneous L1 BOC, E5A, E5B, E5AltBOC
IRNSS L5
QZSS ..... L1 C/A, L1 SAIF, L2C, L5

POSITIONING PERFORMANCE
Static and Fast Static GNSS Surveying
Horizontal ..... 2.5mm + 0.5ppm RMS
Vertical ..... 5mm + 0.5ppm RMS

Post Processing Kinematic
(PPK / Stop & Go) GNSS Surveying
Horizontal ..... 10mm + 1ppm RMS
Vertical ..... 20mm + 1ppm RMS
Initialization time ..... Typically 10 minutes
Initialization reliability ..... Typically > 99.9%

Real Time Kinematic (RTK) Surveying
Horizontal ..... 8mm + 1ppm RMS
Vertical ..... 15mm + 1ppm RMS
Initialization time ..... Typically < 8seconds
Initialization reliability ..... Typically > 99.9%

Code Differential GNSS Positioning
Horizontal ..... 25cm + 1ppm RMS
Vertical ..... 50cm + 1ppm RMS
SBAS ..... 0.50m Horizontal, 0.85m Vertical

HARDWARE
Physical
Dimensions (W x H) ..... 18.20cm x 9.08cm (7.17inch x 3.58inch)
Weight ..... 1.25kg (2.76lb) without external battery
Operating temperature ..... -40°C to +65°C (-40°F to +149°F)
Storage temperature ..... -55°C to +85°C (-67°F to +185°F)
Humidity ..... 100%, condensing
Water/Submersal ..... IP67 Dustproof, protected from temporary immersion to depth of 1m (3.28ft)
Shock and vibration ..... Designed to survive a 2m (6.6ft) natural fall onto concrete

Electrical
Power: 6V to 28V DC external power input
Power consumption <3.5W
Automatic switching between internal power and external power
Rechargeable, removable 7.4V, 3300mAh Lithium-ion battery in internal battery compartment

Internal Battery Life
Static 15 - 25 hours
RTK rover (@1Hz/GPS/GLO) 10 - 12 hours
RTK base 8 - 16 hours

I/O Interfaces
1 x Bluetooth
1 x standard USB 2.0 port
1 x TNC UHF connector
2 x RS232 serial port
2 x DC power input (6-pin & 5-pin)
1 x Micro SD card port

COMMUNICATION AND DATA STORAGE
3G Communication
Fully integrated, fully sealed internal 3G, compatible with GPRS, EDGE Network, RTK (via CSRS) ranges 50-100km

HI-TARGET Internal UHF Radio (Standard)
Frequency ..... 400~470MHz with 116 channels
Transmitting power ..... 1W, 2W, 5W adjustable
Transmitting speed 9.6Kbps, 19.2kbps
Working range ..... 5km typical, 8~10km optimal

Pacific Crest XDL Micro Internal UHF Radio
Frequency ..... 403~473MHz
Transmitting power ..... 0.5W, 1W, 2W adjustable
Transmitting speed ..... up to 19.2Kbps
Support most of radio communication protocol
Working range ..... 3~5km typical, 8~10km optimal

HI-TARGET External UHF Radio (Standard)
Frequency ..... 450MHz with 116 channels
Transmitting power ..... 5W, 10W, 20W, 30W adjustable
Transmitting speed ..... up to 19.2Kbps
Working range ..... 8~12km typical, 15~20km optimal

Pacific Crest ADL Vantage Pro External UHF Radio
Frequency ..... 403~473MHz or 410~470MHz
Transmitting power ..... 4W to 35W adjustable
Transmitting speed ..... 1K to 19.2Kbps
Support most of radio communication protocol
Working range ..... 8~10km typical, 15~20km optimal

Support Other External Communication Device
For example, external GSM modems

Data Storage
1GB internal storage + 8GB internal Micro SD Card memory (Support up to 32GB expansion)
Record GPS and Glonass format simultaneously

Data Formats
1Hz positioning output, up to 50Hz - (Depends on enabled options)
CMR: sCMRx, CMR, CMR+ input and output
RTCM: RTCM 2.1, 2.2, 2.3, 3.0, 3.1, 3.2 input and output
Navigation outputs ASCII: $#BASE (GGK, NAV, PJK, HDT, VGK, VHD, ROT, GGK, GGA, GSA, ZDA, VTG, GST, XT, RBK, BPQ, QUL, CRK, CRB)
Navigation outputs binary: GSOF

Descriptions and Specifications are subject to change without notice

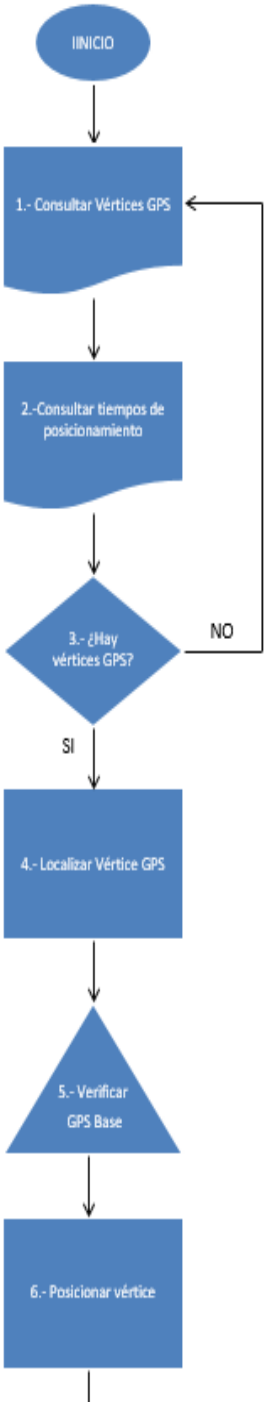
FIGURA 25. ESPECIFICACIONES EQUIPOS GPS A UTILIZAR. FUENTE DEL FABRICANTE

Cálculo con el siguiente software:

TABLA 10: SOFTWARE DE CÁLCULO DE GEOPOSICIONAMIENTO. FUENTE PROPIA

SOFTWARE	descripción	DISCIPLINA	Versión
Topcon tools	Calculo GPS	Geoposicionamiento	V8

Las coordenadas obtenidas en época actual se trasladan a época 2018.0 en la cual se calculan y proyectan en el Sistema Magna Sirgas - coordenadas planas cartesianas origen Bogotá.

DIAGRAMA.	ACTIVIDAD.	RESPONSABLE.	FORMATO.
	1. Consultar los vértices geodésicos de la red pasiva y puntos de la Red Magna ECO, para amarrar los mojones del proyecto, estos se consultan en la pagina del Instituto Geográfico Agustín Codazzi en la sección de mapas. 2. Consultar los tiempos de rastreo mínimo que se necesitan para posicionar los puntos en los mojones con base en una estación Magna ECO o un vértice geodésico, estos se consultan en la pagina del Instituto Geográfico Agustín Codazzi en la sección de mapas y la herramienta tiempo de rastreo. 3. Tomar una decisión en el caso de que hayan vértices geodésicos o no cerca al lugar del posicionamiento, en caso de no devolverse al paso 1, en caso de que si continuar con el paso 4. 4. A partir de las coordenadas geográficas y la localización relativa del vértice geodésico hallar el lugar donde se encuentra y preparar dicho lugar para el posicionamiento. 5. Antes de posicionar el GPS en el vértice geodésico verificar el estado del GPS en la parte física, el estado de su batería y el encendido del equipo. 6. Armar el equipo en el vértice geodésico ya sea con; trípode, bípode o bastón, se encenderá y se llenara el respectivo formato para registro de posicionamiento PEP-P02-F01 y se tomara el registro fotográfico pertinente el cual incluye fotografías perimetrales del vértice.	TOPÓGRAFO. TOPÓGRAFO. TOPÓGRAFO. TOPÓGRAFO. TOPÓGRAFO. TOPÓGRAFO.	PEP-P02-F01. Formato de georreferenciación

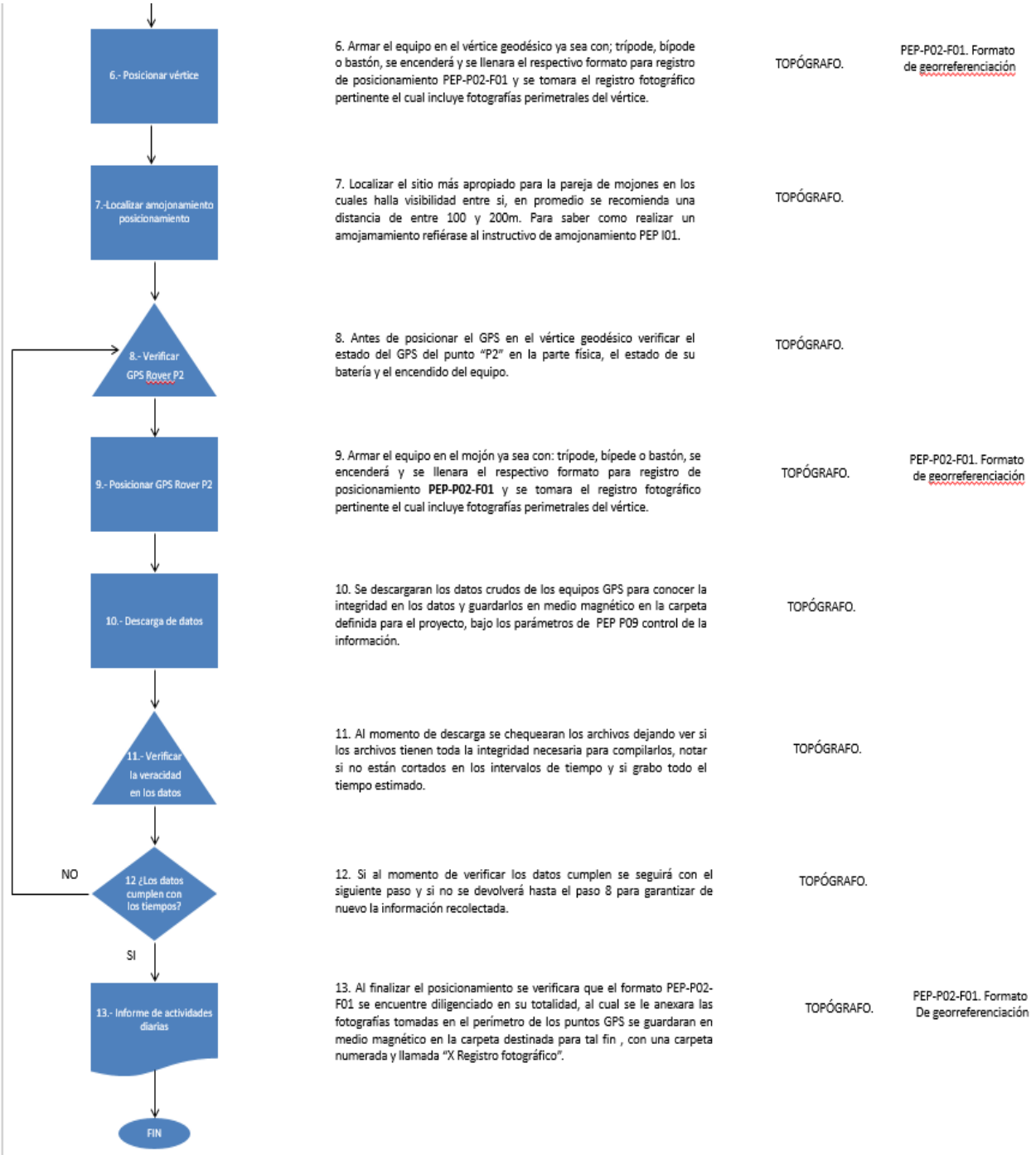


FIGURA 26. DIAGRAMA DE FLUJO GEORREFERENCIACIÓN. FUENTE: PROPIA

6.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

6.3.1. Planimetría

Para recolectar la información topográfica del área de trabajo se utiliza estación total de topografía con equipos de precisión a los 3", se realizan poligonales cerradas cada 2 km cuya precisión será mayor o igual a 1:25.000, se parten de las parejas materializadas, cada uno de los deltas de la poligonal tiene dos referencias materializadas en campo con puntilla, en las carteras electrónicas se registran cada uno de los objetos existentes en el área de estudio se identificaran con una codificación estándar y serán objeto de post proceso en oficina.

Desde cada uno de los vértices de la poligonal se realizan radiaciones de acuerdo a las especificaciones para levantamientos topográficos del IDU.

Dentro de la toma de información se tienen en cuenta la totalidad de los datos, haciendo énfasis en: Vías, División predial, Niveles, modelos digitales de terreno, secciones transversales donde se requiera, levantamiento de cuerpos de agua, estructura, toponimia, catenarias de redes, encoles, descoles y todos los elementos que se encuentren sobre la superficie del área de estudio.

La información será procesada en programas asistidos por computador CAD y se entrega la totalidad de información tanto en formatos origen como en .DWG compatibles con AutoCAD o Civil 3D.

Las carteras de campo son almacenadas digitalmente en la memoria de las estaciones totales, en caso de que se requiera registrar detalles especiales, se realizan dibujos es formatos destinados para tal fin.

6.3.1.1. Equipos

El equipo a utilizar será una estación total marca Nikon NPL 322.



FIGURA 27. ESTACIÓN TOTAL NIKON.

6.3.1.2. Ficha técnica del equipo

Ver FIGURA 27 siguiente página y anexos

Estación Total Nikon DTM-322

Hoja de especificaciones

SIMPLE • FIABLE • PRECISA

MEDICIÓN DE DISTANCIAS

Alcance con prismas Nikon especificados
- En buenas condiciones (Sin niebla, con una visibilidad >40 km)
  - Con diana reflectante (5 × 5 cm) ..... 5 m a 100 m
  - Con mini prisma 2,5 cm ..... 1.200 m
  - Con un solo prisma 6,25 cm ..... 2.300 m
  - Con prisma triple ..... 3.000 m
- En condiciones normales (Niebla normal, con una visibilidad aprox. de 20 km)
  - Con diana reflectante (5 × 5 cm) ..... 5 m a 100 m
  - Con mini prisma 2,5 cm ..... 1.000 m
  - Con un solo prisma 6,25 cm ..... 2.000 m
  - Con prisma triple ..... 2.600 m

Precisión (Prisma/Modo Preciso[1]) ..... ±(3+2 ppm × D) mm
Intervalo de medición[2]
- Modo Prisma
  - Modo Preciso ..... 1,6 seg. (inicial 1,6 seg.)
  - Modo Normal ..... 1,0 seg. (inicial 1,4 seg.)
- Cuenta mínima (apreciación)
  - Modo Preciso ..... 1 mm
  - Modo Normal ..... 10 mm

MEDICIÓN DE ÁNGULOS

Precisión DIN 18723 (horizontal y vertical) ..... 5"/1,5 mgon
Sistema de lectura ..... Detección fotoeléctrica por codificador incremental
Diámetro del limbo ..... 88 mm
Angulo horizontal ..... Simple
Angulo vertical ..... Simple
Incremento mínimo (grados, gons, MIL6400) ..... Grados: 1/5/10"
Gon: 0,2/1/2 mgon
MIL6400: 0,005/0,02/0,05 mil

TELESCOPIO

Longitud del tubo ..... 158 mm
Imagen ..... Erecta
Aumento ..... 33× (21×/41× con oculares opcionales)
Diámetro efectivo del objetivo ..... 45 mm
EDM ..... 50 mm
Campo de visión ..... 1°20'
Potencia de resolución ..... 2,5"
Distancia de enfoque mínima ..... 1,5 m

1 ±(3+3 ppm × D) mm –20 °C a –10 °C, +40 °C a +50 °C
2 El tiempo de medición puede variar dependiendo de la distancia de medición y las condiciones.
3 Especificación de duración de la batería a 25°C.

Las especificaciones están sujetas a cambio sin previo aviso.

SENSOR DE INCLINACIÓN

Tipo ..... Monoaxial
Método ..... Detección líquida-eléctrica
Rango de compensación ..... ±3'
Precisión del ajuste ..... ±1"

COMUNICACIONES

Puertos de comunicación ..... 1 en serie (RS-232C)

ALIMENTACIÓN

Sistema de batería recargable con
- abrazadera ..... 4 baterías AA Ni-MH (SANYO eneloop)
- Tiempo de funcionamiento[3]
  - aprox. 6 horas (medición de distancia/ángulo continua)
  - aprox. 15 horas (medición de distancia/ángulo cada 30 segundos)

Tiempo de recarga
- Recarga completa ..... aprox. 4 horas

ESPECIFICACIONES GENERALES

Niveles de burbuja
- Sensibilidad de burbuja de nivelación de placa ..... 2 mm
- Sensibilidad de burbuja de nivelación circular ..... 2 mm

Plomada óptica
- Imagen ..... Vertical
- Aumento ..... 3×
- Campo de visión ..... 5°
- Distancia de enfoque ..... 0,5 m al ∞

Pantalla ..... LCD gráfica de un solo lado (128 × 64 pixeles)
Memoria de puntos ..... 10.000 registros
Dimensiones (Ancho × Profundidad × Altura) ... 168 mm × 173 mm × 335 mm
Peso (aprox.)
- Unidad principal (sin batería) ..... 4,8 kg
- Batería ..... 0,2 kg
- Maleta ..... 2,4 kg

CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES

Rango de temperatura ambiente ..... –20 °C a +50 °C
Corrección atmosférica
- Rango de temperatura ..... –40 °C a +55 °C
- Presión barométrica ..... 400 mmHg a 999 mmHg/533 hPa a 1.332 hPa/15,8 inHg a 39,3 inHg

Protección contra el agua y el polvo IP55

CERTIFICACIÓN

Certificación FCC Clase B Parte 15, Marca CE de conformidad, Marca C-Tick.

CE

INFORMACIÓN DE CONTACTO
10155 Westmoor Drive, Suite # 100
Westminster, CO 80021
USA

888-477-7516 (Teléfono sin cargo)
1-720-587-4700 Teléfono

www.nikonpositioning.com

Para información de ventas y localización del distribuidores:
sales@nikonpositioning.com

Nikon

SOCIO DISTRIBUIDOR AUTORIZADO DE NIKON

TRIMBLE DISTRIBUYE NIVELES AUTOMÁTICOS, TEODOLITOS Y ESTACIONES TOTALES DE NIKON PARA APLICACIONES TOPOGRÁFICAS Y DE CONSTRUCCIÓN COMO PARTE DE UN ACUERDO DE EMPRESA CONJUNTA CON NIKON CORPORATION.

© 2009, Trimble Navigation Limited. Reservados todos los derechos. Trimble es una marca comercial de Trimble Navigation Limited registrada en los Estados Unidos y en otros países. Nikon es una marca comercial registrada de Nikon. Todas las otras marcas son propiedad de sus respectivos titulares. PN 022505-102-0 (08/09)

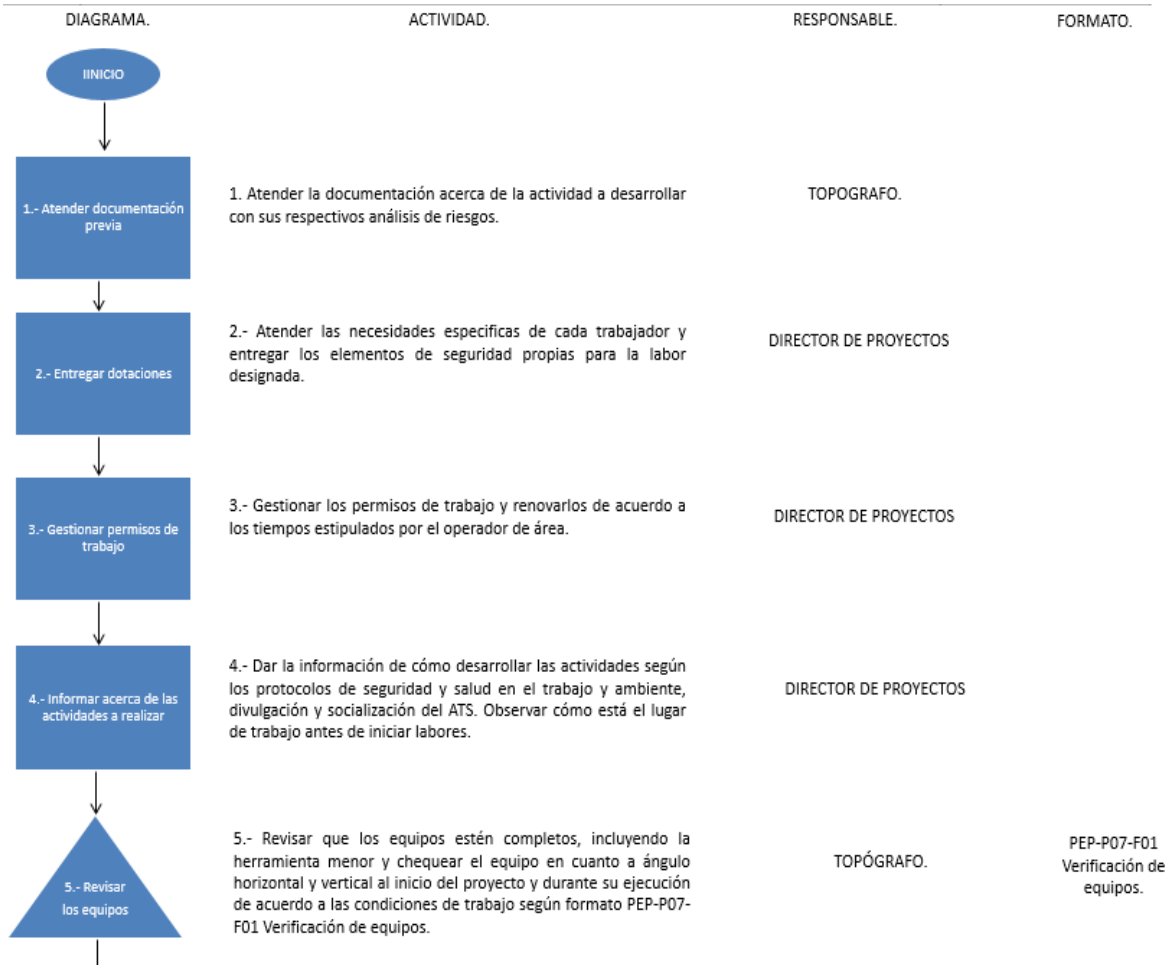
FIGURA 28. ESPECIFICACIONES ESTACIÓN TOTAL A UTILIZAR. FUENTE DEL FABRICANTE

Cálculo con el siguiente software:

TABLA 11: SOFTWARE DE CÁLCULO DE COORDENADAS. FUENTE PROPIA

SOFTWARE	DESCRIPCIÓN	DISCIPLINA	Versión
Transit	Cálculo de coordenadas	Levantamiento topográfico	V2.3.5

Las coordenadas obtenidas se entregan en un listado donde contenga el punto, norte, este, cota y descripción en el Sistema Magna Sirgas - coordenadas planas cartesianas origen Bogotá



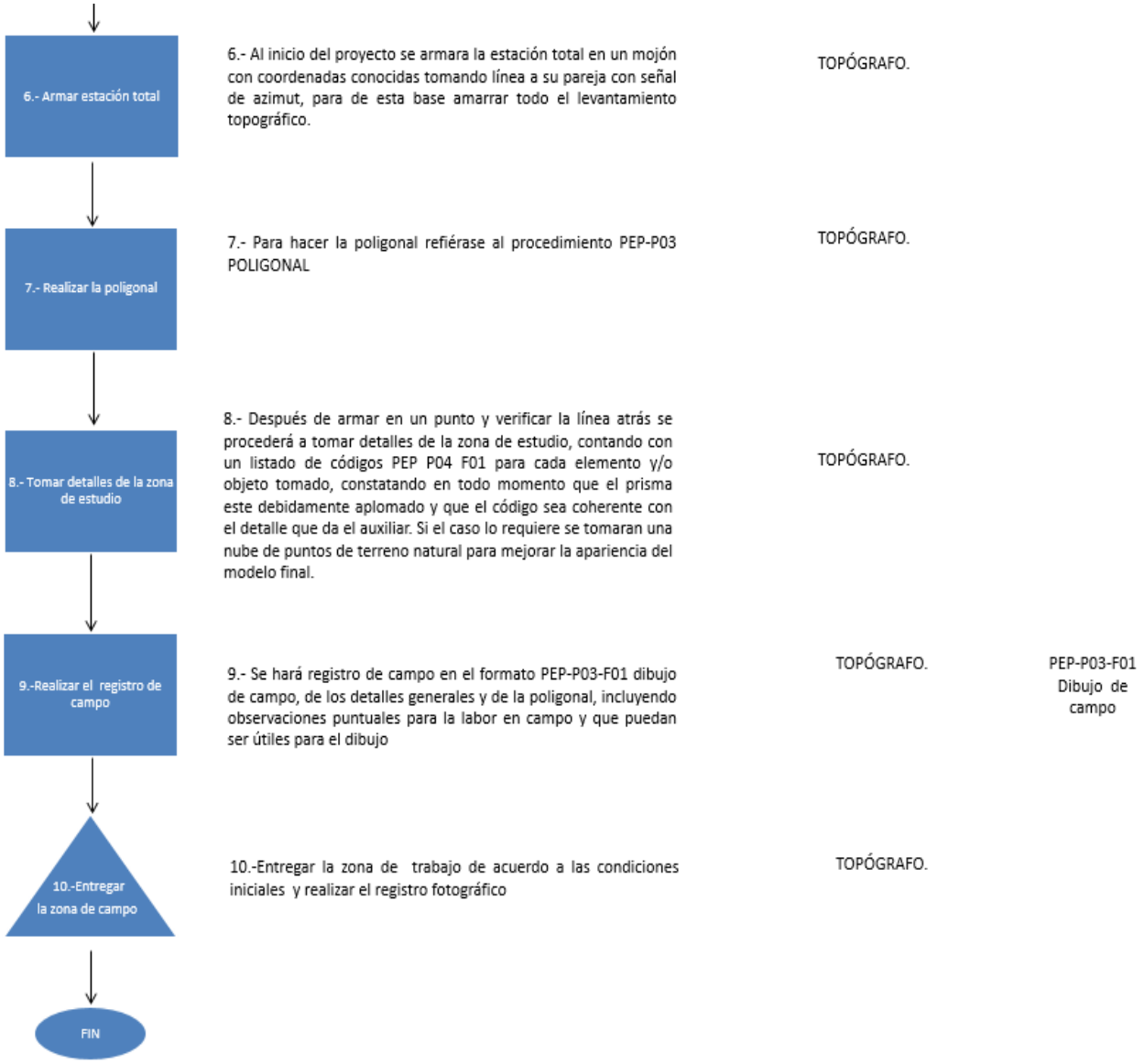


FIGURA 29. DIAGRAMA DE FLUJO LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. FUENTE: PROPIA

6.3.2. Altimetría

El amarre vertical se hará a partir de la placa BOGOTA-16 Ubicada en el parque metropolitano San Cristóbal punto certificado por el IGAC



OGRGeoJSON:FID	1212
OGRGeoJSON:PUNTO	BOGOTÁ-16
OGRGeoJSON:MUNICIPIO	BOGOTÁ, D.C.
OGRGeoJSON:DEPARTAMEN	Bogotá, D.C.
OGRGeoJSON:FECHA_CALC	2007
OGRGeoJSON:LATITUD	4.57342757222
OGRGeoJSON:LONGITUD	-74.0836092222
OGRGeoJSON:ALTURA_ELI	2642.706
OGRGeoJSON:ALTURA_NIV	2618.837
OGRGeoJSON:TIPO_ALTUR	Geométrica
OGRGeoJSON:ONDULACION	26.69
OGRGeoJSON:X	1744294.47455
OGRGeoJSON:Y	-6116751.48038
OGRGeoJSON:Z	505388.073448
OGRGeoJSON:VX	0.0006
OGRGeoJSON:VY	0.0013
OGRGeoJSON:VZ	0.0132

FIGURA 30. LOCALIZACIÓN PUNTO DE NIVEL GEOMÉTRICO. FUENTE IGAC

Para el traslado de cota se usará la metodología IGAC Resolución 715 de 2018

Artículo 32. *Puntos de control Vertical ortométricos obtenidos a partir de GNSS*: Es el conjunto de puntos que, a partir de puntos de nivelación de precisión, vinculados a la superficie de referencia Wo o a puntos de orden superior, se determinan sus alturas por medio de la medición con técnicas satelitales (altura elipsoidal) y el uso de un modelo geoidal (ondulación geoidal).

Los puntos de control Vertical ortométricos obtenidos a partir de GNSS, tendrán las siguientes características:

1. El cálculo de alturas ortométricas a partir de técnicas GNSS debe realizarse según la metodología descrita en el documento: Metodología diferencial para la obtención de alturas sobre el nivel del mar a partir de datos GNSS.

6.4. VUELO FOTOGRAMÉTRICO

Se emplean técnicas fotogramétricas con el fin de generar, a partir de fotografías aéreas, el plano del área objeto del proyecto, del cual se obtiene la geometría de elementos topográficos de interés para el proyecto, como: Delimitación de manzanas, predicación, vías, zonas verdes y demás información restituible.

6.4.1. Metodología

El desarrollo de este proceso se realizará en las siguientes etapas.

- Recolección de datos por medio de fotografías aéreas capturadas desde Aeronave Pilotada Remotamente (RPAS por sus siglas en inglés)
- Procesamiento y obtención de orto mosaico, a partir de insumos obtenidos, en software fotogramétrico especializado.
- Vectorización de orto mosaico.

6.4.2. Recolección de datos:

Para la obtención de las fotografías aéreas se utilizará un Drone marca DJI, referencia Phantom 4 Pro, con el que se realiza el vuelo y captura de fotografías del área de trabajo.



FIGURA 31. DRONE PHANTOM 4 PRO.

A continuación, se describen, en orden cronológico las actividades realizadas en el marco de la recolección de datos.

6.4.2.1 Planeación de los vuelos:

La planeación de los vuelos se realiza con base en las necesidades del proyecto, donde se definen los parámetros a utilizar.

Se capturarán imágenes que permitan generar un orto mosaico, con una resolución menor a 10 centímetros (también conocida como GSD), que según el documento: "Especificaciones Técnicas para Cartografía Básica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi", es el tamaño máximo de píxel para generar productos a partir de fotografías aéreas a escala 1:1000.

El software utilizado para la planeación es Universal Ground Control Software (UGCS). Con este se realiza el diseño de la geometría de los vuelos así:

TABLA 12. PARÁMETROS DE VUELO.

PARAMETROS GENERALES DE VUELO	
GSD (cm)	6
Superposición Frontal de Fotografías (%)	80
Superposición Latera de Fotografías (%)	65
Altura de Vuelo (m. sobre el suelo)	120
Velocidad de Vuelo (m/s)	10

Con base en estos parámetros y la autonomía de vuelo del Dron, se realiza el número de vuelos necesarios para cubrir la extensión del área de estudio.

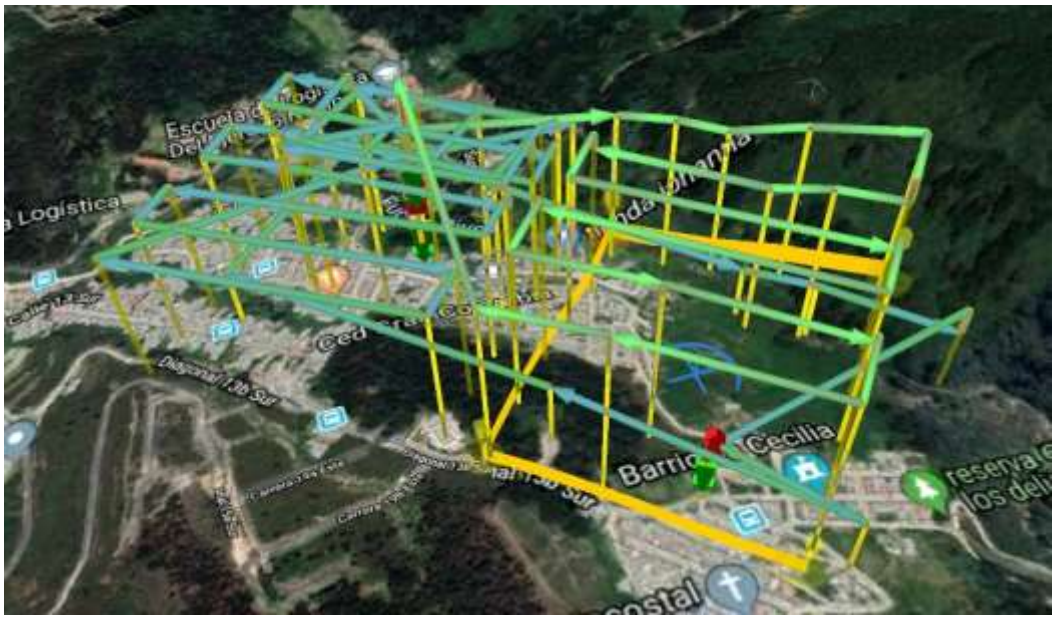


FIGURA 32LÍNEAS DE VUELOS PLANEADOS.



FIGURA 33. TRAYECTORIAS DE VUELOS EFECTUADOS.

6.4.2.2 Planeación de Foto-control:

Para georreferenciar el proyecto se materializa en campo marcas de foto control, con los cuales se ajusta el modelo al sistema de coordenadas Planas Cartesianas Bogotá.

Para esto, por medio del software Google Earth, se ubican una variedad puntos de control, distribuidos de manera uniforme en el área del total de los vuelos; a los que se le determina su posición por medio de estación total.



FIGURA 34. EJEMPLO PLANEACIÓN DE FOTO CONTROL.

Se debe planea una distribución para los vértices que garantice una cobertura total.

6.4.2.3 Ejecución de vuelo control:

Conforme a lo planeado se realizan los vuelos, en los que para cada uno de ellos se cumplan parámetros establecidos

6.4.2.3 Procesamiento de datos:

Para el procesamiento de los datos recolectados, se toma como insumo las fotografías y los vértices de fotocontrol, con los que por medio de un software fotogramétrico especializado se genera el orto mosaico de la zona.

A partir de los insumos anteriormente mostrados el software realiza una serie de procesos automáticos que, en un primer paso, Agisoft PhotoScan, realizará una alineación de las imágenes con el fin de buscar puntos espaciales coincidentes por el solapamiento de las imágenes.

A continuación, creamos una densa nube de puntos que reconstruye nuestro modelo de una manera lo más realista posible. Pese a no representar una malla ráster continua, muestra la nube de puntos mediante valores RGB pudiendo apreciar con cierta nitidez la zona territorial.

En fases posteriores construimos diferentes Modelos Digitales de Terreno como apoyo a los trabajos. Entre otros construimos mallas, modelos de texturas, DEM y finalmente realizar la reconstrucción del modelo sustituyendo la nube de puntos por una malla continúa basada en resoluciones de píxel apropiados para el mosaico que podremos equiparar a la resolución de los ráster DEM derivados.

Los puntos de apoyo tomados en campo los incorporamos para precisar nuestro mosaico y georreferenciarlo.

Una vez disponemos del mosaico perfectamente alineado y los diferentes modelos construidos podremos empezar la exportación del mismo para incorporarlo dentro de nuestros Sistemas de Información Geográfica y desarrollar análisis posteriores. Infinidad de formatos de archivos (JPEG, TIFF, PNG, PDF, BIL, ASC, XYZ, KMZ. LAS…), El control de resoluciones de píxel o sistemas de proyección de los datos estarán disponibles para obtener nuestros mosaicos finalesconcluyen con el ortomosaico.



FIGURA 35. EJEMPLO ORTOMOSAICO (CRUDO) MUNICIPIO DE FACATATIVÁ.

6.4.2.4 Vectorización de ortomosaico:

Este proceso se realiza en un software SIG, Para el almacenamiento de estos datos, se crea una Geo Data Base, en la que se agregaran los datos de la vectorización.



FIGURA 36. VECTORIZACIÓN DEL ORTOMOSAICO.

La simbología utilizada para la vectorización basada en el catálogo de datos del IGAC para escalas 1:1000; para la elaboración de cartografía base.

6.4.3. Planeación y ejecución del servicio

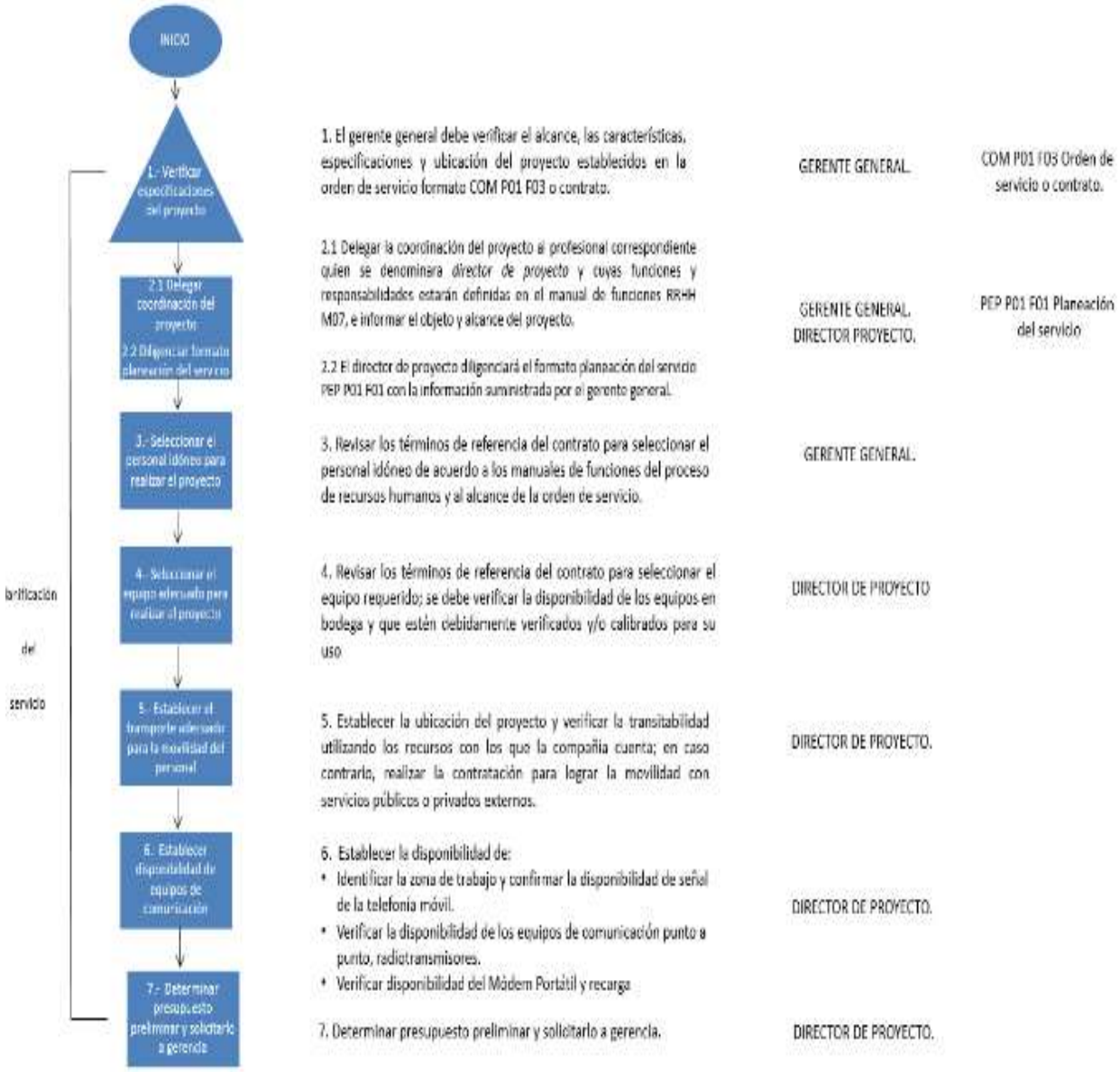


FIGURA 37. DIAGRAMA DE FLUJO PLANEACIÓN Y EJECUCIÓN DEL SERVICIO. FUENTE PROPIA

6.4.4. Trabajo de oficina

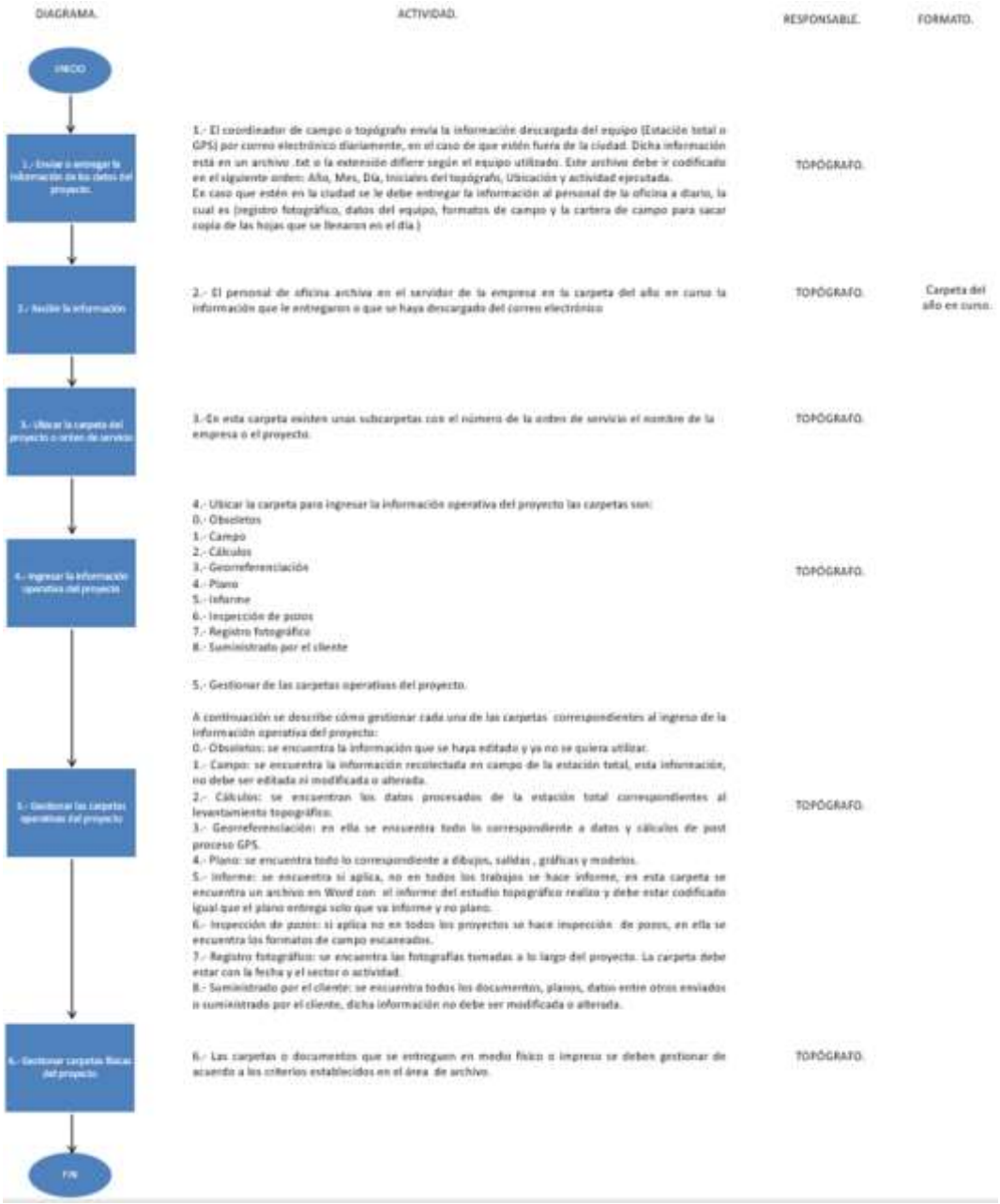


FIGURA 38 DIAGRAMA DE FLUJO TRABAJO EN OFICINA. FUENTE PROPIA

6.4.5. Marco de referencia

Las coordenadas finales obtenidas a partir de los posicionamientos y levantamiento topográfico se entregan en coordenadas Planas Cartesianas origen Bogotá época 2018.0 siendo este el actual marco de referencia.

6.5. EQUIPOS A UTILIZAR

Para la consecución de las actividades topográficas se utilizarán los siguientes equipos:

TABLA 13. EQUIPOS PARA ACTIVIDADES TOPOGRÁFICAS:

ACTIVIDAD	EQUIPO	MARCA	REFERENCIA	CANTIDAD
Georreferenciación	GPS	Hi - Target	V-60	5
Radiaciones	Estación Total	Nikon	NPL 322	1
Vuelos fotogramétricos	Dron	DJI	Phanton 4 Pro	1

6.6. PERSONAL

Para la consecución del proyecto, se vincula como talento Humano el siguiente personal:

TABLA 14. PERSONAL PARA ACTIVIDADES TOPOGRÁFICAS:

NOMBRE	PROFESIÓN	CANT	CARGO
Willians Beltrán	Ingeniero en Topografía	1	Coordinador del proyecto
Jose Luis Montoya	Ingeniero en Topografía	1	Coordinador de campo
Juan Manuel Velandia	Topógrafo	1	Tecnólogo en Topografía
Sebastián García	Cadenero 1	1	Auxiliar de Topografía
Raúl Barrantes	Cadenero 2	1	Auxiliar de Topografía
Diego Cárdena	Dibujante	1	Topógrafo Dibujante

6.7. REFERENCIAS

Cada uno de los procesos mencionados en el presente documento, están soportados por las normas dispuestas por las entidades oficiales para la presentación de estudios topográficos, es si, que se consideraron adoptar las siguientes normatividades:

TABLA 15.NORMAS APLICADAS PARA LOS ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS:

ENTIDAD	SIGLA	NORMA
Instituto Geográfico Agustín Codazzi	IGAC	Resolución 715 de 2018
Norma NTC 6271	Icontec	

7. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

7.1. GEORREFERENCIACIÓN:

La georreferenciación es el posicionamiento de un objeto en el que se define la localización espacial en un sistema de coordenadas y datum determinado, esto se realiza con equipos GPS L2.

Para este trabajo se utilizaron equipos HI-TARGET (V60), L2 mostrados en las figuras con los cuales se obtiene una precisión de 5mm + 1ppm en horizontal.



FIGURA 39 *GPS HI-TARGET (V60)*

7.2. BASES UTILIZADAS

Para este trabajo se tomó como base las estaciones activas y pasivas del IGAC, el punto de estación activa BOGT como control horizontal y vertical, el punto de estación pasiva BOGOTA-16 como control vertical.

7.2.1. Certificaciones

Según la norma técnica colombiana NTC 6271 "Información Geográfica Estudios Topográficos" Los equipos GNSS de posicionamiento satelital, son equipos de categoría II lo cuales son instrumentos de medición topográfica que emplean una parte electrónica para su funcionamiento. Los certificados de calibración para los equipos GNSS son emitidos por la National Geodetic Survey (NGS) que

muestran la calibración de la variación del centro de fase de la antena para cada modelo de equipo. Esta información se obtiene de la página web www.ngs.noaa.gov

```
     1.4           G                                    ANTEX VERSION / SYST
A                                                       PCV TYPE / REFANT
This calibration extracted from composite ngs14.atx.  See  COMMENT
the composite file ngs14.atx for more information.      COMMENT
                                                        END OF HEADER
                                                        START OF ANTENNA
HITV60          NONE                                    TYPE / SERIAL NO
FIELD               NGS                     3    19-JUL-14 METH / BY / # / DATE
     0.0                                                DAZI
     0.0  80.0   5.0                                    ZEN1 / ZEN2 / DZEN
     2                                                  # OF FREQUENCIES
NGSRA_2046                                              SINEX CODE
CONVERTED FROM RELATIVE NGS ANTENNA CALIBRATIONS        COMMENT
   G01                                                  START OF FREQUENCY
      3.16      2.87     96.34                         NORTH / EAST / UP
   NOAZI    0.00    0.07    0.19    0.36    0.26    0.07   -0.28   -0.71   -1.10   -1.44   -1.78   -1.92   -1.96   -1.68   -1.01    0.36    2.73
   G01                                                  END OF FREQUENCY
   G02                                                  START OF FREQUENCY
      0.51      1.74    106.15                         NORTH / EAST / UP
   NOAZI    0.00   -1.93   -3.01   -3.38   -3.49   -3.38   -3.20   -3.17   -3.22   -3.42   -3.66   -3.96   -4.23   -4.53   -4.93   -5.03   -4.88
   G02                                                  END OF FREQUENCY
                                                        END OF ANTENNA
```

FIGURA 40. CERTIFICADO CALIBRACIÓN DE LA VARIACIÓN DEL CENTRO DE FASE DE LA ANTENA HI-TARGET

7.2.2. Especificaciones técnicas de los equipos GPS

ESPECIFICACIÓNES DE FUNCIONAMIENTO

MEDICIÓN
- 220 Canales
- Avanzado chip Pacific Crest Maxwell 6 GNSS topográfico personalizado
- Correlador múltiple de alta precisión para medidas de pseudodistancia GNSS
- Sin filtrado, datos de medidas de pseudodistancia sin suavizado, para lograr un bajo ruido, pocos errores por trayectoria múltiple, una correlación de dominio de bajo tiempo y respuesta de alta dinámica
- Muy bajo ruido en las medidas de fase de la portadora GNSS con precisión de < 1mm en un ancho de banda de 1 Hz
- Relaciones de señal-ruido se señalan en dB-Hz
- Probada tecnología de rastreo de baja elevación de Pacific Crest

Señales de satélite rastreado en simultáneo

GPS	L1C/A, L2C, L2E, L5
GLONASS	L1C/A, L1P, L2C/A (GLONASS M sólo), L2P
SBAS	L1 C/A, L5
Galileo	L1 BOC, E5A, E5B, E5AltBOC[1]
BDS/Compass(opcional)	B1, B2[2]
QZSS	L1 C/A, L1 SAIF, L2C, L5

FUNCIONAMIENTO DURANTE EL POSICIONAMIENTO[3]

Medición Estática y Estática Rápida GNSS

Horizontal	2.5mm+0.5ppm RMS
Vertical	5mm+0.5ppm RMS

Medición GNSS Cinemática con Posprocesamiento(PPK / Stop & Go)

Horizontal	1cm+1ppm RMS
Vertical	2.5cm+1ppm RMS
Tiempo de inicialización	típico 10 minutos para base mientras 5 minutos para móvil
Fiabilidad en la inicialización	típica de > 99.9%

Medición Cinemática en Tiempo Real (RTK)

Horizontal	8mm+1ppm RMS
Vertical	15mm+1ppm RMS
Tiempo de inicialización	típico de < 8 segundos
Fiabilidad en la inicialización	típica de > 99.9%

Posicionamiento GNSS de Código Diferencial

Horizontal	25cm+1ppm RMS
Vertical	50cm+1ppm RMS
SBAS[4]	0.50m Horizontal, 0.85m Vertical

HARDWARE

Físicas

Dimensiones (Ancho×Alto)	18.20cm × 9.80cm (7.17 pulg × 3.86 pulg)
Peso	1.25 kg (2.76 lb) sin baterías internas
Temperatura de funcionamiento	-45°C ~ +65°C (-49°F ~ +149°F)
Temperatura de almacenamiento	-55°C ~ +85°C (-67°F ~ +185°F)
Humedad	100%, condensación
Impermeable/ resistente al polvo	P67 resistente al polvo, protegido al sumergirse temporalmente a una profundidad de 1 m (3,28 pies)
Golpes y Vibraciones	Diseñado para resistir caídas de hasta 3m (9.84 pies) sobre hormigón.

Eléctricas

Entrada de alimentación de 6V a 28V DC
Consumo de alimentación ≤ 3.5W
Cambio automático entre alimentación interna y externa
Batería de ion-litio recargable y desmontable de 7.4V, 5000mAh en compartimiento interno

Tiempo de funcionamiento con la batería interna

Estático 13 - 15 horas
RTK Móvil (UHF/GPRS/3G) 10 - 12 horas
RTK Base 8 - 10 horas

Interfaz de E/S

1 x Bluetooth
1 x estándar USB2.0 puerto
1 x TNC UHF conector
2 x RS232 puerto serial
2 x DC entrada de alimentación(8-pines & 5-pines)
1 x puerto de tarjeta Micro SD

COMUNICACIONES Y ALMACENAMIENTO DE DATOS

3G Comunicación

3G totalmente integrado y sellado, compatible con GPRS
Red RTK (vía CORS) alcance 20- 50km

HI-TARGET UHF radio interna (estándar)

Frecuencia	450 ~470MHz con 116 canales
Potencia de Transmisión	1W, 2W, 5W ajustable
Velocidad de Transmisión	9.6Kbps, 19.2Kbps
Rango de Trabajo	típico 5Km, óptimo 8~10km

Pacific Crest XDL Micro UHF radio interna

Frecuencia	403~473 MHz
Potencia de Transmisión	0.5W, 2W ajustable
Velocidad de Transmisión	Hasta 19.2Kbps
	Apoyar la mayor parte de protocolos de comunicación de radio
Rango de Trabajo	típico 3~5Km, óptimo 8~10km

HI-TARGET UHF radio externa (estándar)

Frecuencia	460 MHz con 116 canales
Potencia de Transmisión	5W, 10W, 20W, 30W ajustable
Velocidad de Transmisión	Hasta 19.2Kbps
Rango de Trabajo	típico 8~10Km, óptimo 15~20km

Pacific Crest ADL Vantage Pro UHF radio externa

Frecuencia	390~430 MHz o 430~470 MHz
Potencia de Transmisión	4W a 35W ajustable
Velocidad de Transmisión	Hasta 19.2Kbps
	Apoyar la mayor parte de protocolos de comunicación de radio
Rango de Trabajo	típico 8~10Km, óptimo 15~20km

Apoyar otros dispositivos externos de comunicación

Por ejemplo, GSM módem externo,

Almacenamiento de datos

Almacenamiento interno de 1GB + Memoria interna de Tarjeta Micro SD de 8GB (soporta extensión hasta 32GB)
Registrar formatos GNS y Rinex simultáneamente

Formatos de datos

(1 Hz salida de posicionamiento hasta 50 Hz - depende de la opción instalada)
CMR: Entrada y salida sCMRx, CMR, CMR+
RTCM: Entrada y salida RTCM 2.1, 2.2, 2.3, 3.0, 3.1, 3.2
Salidas de navegación ASCII: NMEA-0183 GSV, AVR, RMC, HDT, VGK, VHD, ROT, GGK, GGA, GSA, ZDA, VTG, GST, PJT, PJK, BPQ, GLL, GRS, GBS
Salidas de navegación Binaria: GSOF
1 Pulso por Segundo de Salida

[1] Desarrollado bajo licencia de la Unión Europea y la Agencia Espacial Europea.
[2] En el momento de publicación, no hay público Compass ICD no disponible.
[3] La precisión y la confiabilidad pueden estar sujetas a anomalías debidas a errores por trayectoria múltiple, obstrucciones, geometría de los satélites y condiciones atmosféricas. Las especificaciones establecidas recomiendan el uso de soportes estables en una zona despejada con una buena vista del cielo, que esté libre de errores por trayectoria múltiple e interferencias electromagnéticas, y que tenga una configuración óptima de la constelación GNSS; asimismo se recomienda usar los métodos de trabajo generalmente aceptados para realizar las mediciones de mayor precisión correspondientes a la aplicación determinada, incluyendo el uso de tiempos de ocupación adecuados a la longitud de la línea base. Las líneas base cuya longitud exceda los 30 km requieren datos de efeméride precisos y probablemente ocupaciones de hasta 24 horas para lograr especificaciones de alta precisión estáticas.
[4] GPS sólo y depende del funcionamiento del sistema SBAS, especificaciones de precisión de PAA WAAS son <5 m 3DRMS.

Descripciones y especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.

7.2.3. POST-PROCESO GPS

Para el post proceso de los datos crudos de los equipos GNSS, se determinó la distancia más próxima de las bases permanentes activas en Bogotá a los vértices posicionados en este caso denominados GPS-1, GPS-2 y GPS-3.

Los archivos crudos de los equipos se transformaron en archivos Rinex los cuales permiten la lectura de los datos en cualquier software para post-proceso. Al ingresar los archivos, se ingresaron las alturas registradas en los formatos de campo de cada uno de los equipos, se verificaron los tiempos de rastreos, se nombraron los puntos y se subieron las efemérides para resolver las ambigüedades de los puntos.

Con lo anterior el software realiza el ajuste necesario con respecto a las bases ingresadas de control y generaron así los siguientes resultados:

Field	Value
Shape	Point
FID_1	1212
PUNTO	BOGOTÁ-16
MUNICIPIO	BOGOTÁ, D.C.
DEPARTAMEN	Bogotá, D.C.
FECHA_CALC	2007
LATITUD	4.573428
LONGITUD	-74.083609
ALTURA_ELI	2642.706
ALTURA_NIV	2618.837
TIPO_ALTUR	Geométrica
ONDULACION	26.69
X	1744294.47455
Y	-6116751.48038
Z	505388.073448
VX	0.0006
VY	0.0013
VZ	0.0132
URL	

FIGURA 41. CERTIFICADO IGAC, COORDENADAS DE LA PLACA BOGOTA-16

En el **ANEXO 1** se adjuntan los formatos de campo de cada uno de los posicionamientos.



CONSIDERACIONES PARA VÉRTICES CONSULTADOS

- Señor usuario según el Artículo 2 de la Resolución 364 del 25 de abril de 2012, se ha dispuesto a través de la página institucional la Información Geodésica de manera gratuita; motivo por el cual ya **NO se genera ningún certificado**.

FIGURA 42. CONSIDERACIONES PARA VÉRTICES CONSULTADOS

SOKKIA

Project

Project name: Gran_Colombia.ttp
Project folder: Z:\C53 Barrio Gran Colombia\3. Georreferenciación\3.3. Proyecto
Creation time: 08/10/2019 14:44:15
Created by: ATS Ingeniería Geomatica SAS
Comment: DFC
Linear unit: Meters
Angular unit: DMS
Projection: MAGNA BOGOTA
Datum: WGS84
Geoid: EGM96
Time Zone: SA Pacific Standard Time

Adjustment

Control Tie Analysis: success
Adjustment type: Plane + Height, Constraint
Confidence level: 95 %
Number of adjusted points: 5

Number of plane control points: 1
Number of used GPS vectors: 8
A posteriori plane or 3D UWE: 1.804055, Bounds: (0.6207935, 1.379521)
Number of height control points: 2

GPS Occupations

Point Name	Original Name	Start Time	Stop Time	Duration	Method
GPS-01	087	07/10/2019 8:23:45	07/10/2019 12:10:10	03:46:25	Static
GPS-02	091	07/10/2019 8:35:45	07/10/2019 12:10:20	03:34:35	Static
GPS-03	952	07/10/2019 8:45:45	07/10/2019 12:05:25	03:19:40	Static
IGAC-GPS-16	610	07/10/2019 9:31:40	07/10/2019 12:07:00	02:35:20	Static
BOGT	BOGT	06/10/2019 19:00:00	07/10/2019 19:00:00	24:00:00	Static

Tabla en la cual se muestran datos de los archivos ingresados, el nombre del punto, el nombre original del punto, la fecha y hora inicial de posicionamiento, la fecha y hora final del posicionamiento, el tiempo total de rastreo y el método que se empleó en este caso Estático.

GPS Observations

Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
BOGT−GPS-01	-7962.224	1226.472	204.580	0.005	0.009
BOGT−GPS-02	-7998.787	1262.529	204.628	0.005	0.009
BOGT−GPS-03	-8012.557	1385.957	201.260	0.005	0.009
GPS-01−GPS-02	-36.558	36.060	0.096	0.001	0.002
GPS-01−GPS-03	-50.333	159.491	-3.284	0.006	0.004
GPS-01−IGAC-GPS-16	592.663	-1522.754	-138.055	0.003	0.005
GPS-02−GPS-03	-13.771	123.428	-3.393	0.003	0.005
GPS-02−IGAC-GPS-16	629.231	-1558.801	-138.134	0.004	0.006

La tabla de observaciones indica las diferencias de distancias en Norte, Este y Elevación de cada vértice posicionado con respecto al punto base, en este caso Bogt; además del error RMS en horizontal y vertical de cada punto. Ninguno de los puntos sobrepasa los 0.03 metros.

Point Summary						
Name	X (m)	Y (m)	Z (m)	WGS84 Latitude	WGS84 Longitude	WGS84 Ell.Height (m)
BOGT	1744398.877	-6116037.021	512731.905	4°38'24.26955"N	74°04'51.38269"W	2576.232
GPS−01	1745810.133	-6116511.319	504808.436	4°34'05.05767"N	74°04'11.59261"W	2780.800
GPS−02	1745845.647	-6116504.309	504771.983	4°34'03.86745"N	74°04'10.42282"W	2780.894
GPS−03	1745963.761	-6116468.224	504757.978	4°34'03.41906"N	74°04'06.41859"W	2777.507
IGAC−GPS−16	1744294.474	-6116751.500	505388.471	4°34'24.35210"N	74°05'00.99339"W	2642.757

En esta última tabla se muestra las coordenadas finales generadas del post-proceso de los archivos. Las coordenadas resultantes se muestran en coordenadas Geocéntricas (X, Y, Z) y coordenadas Elipsoidales (Latitud, Longitud y Elevación).

Ventana de localización

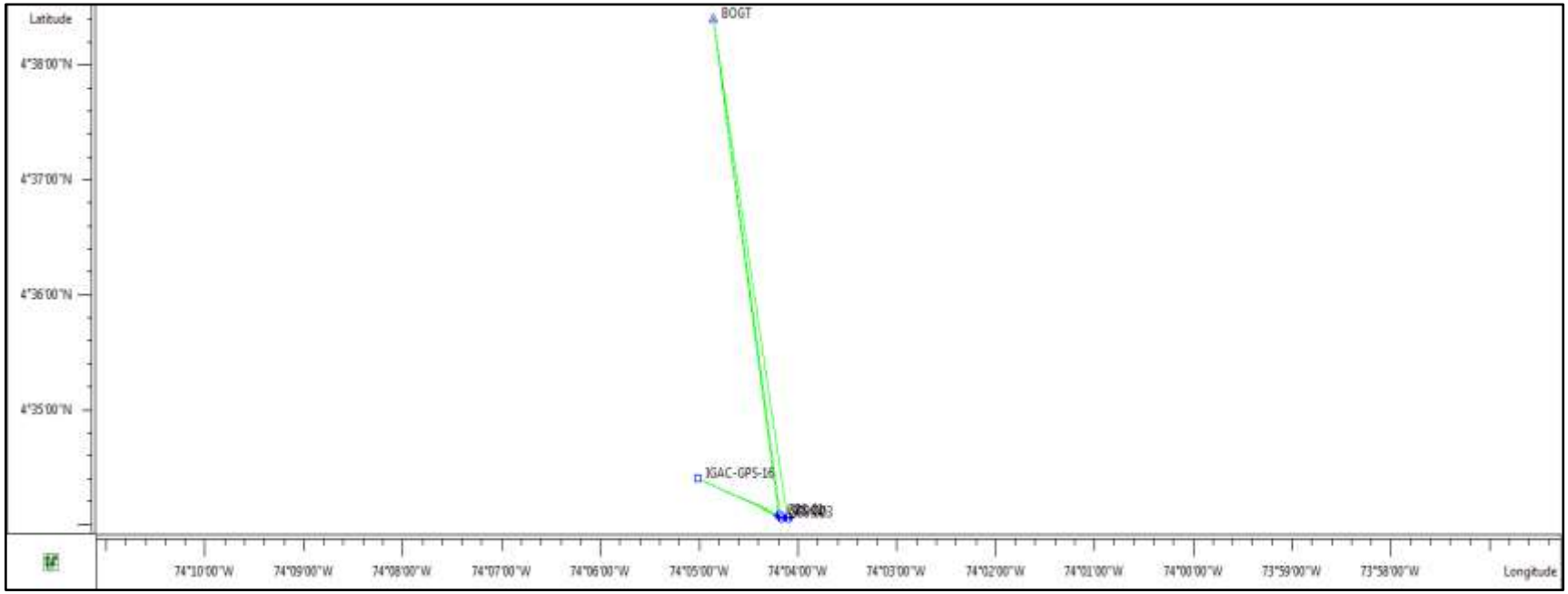


FIGURA 43. VENTANA DE LOCALIZACIÓN

Ventana de ocupación

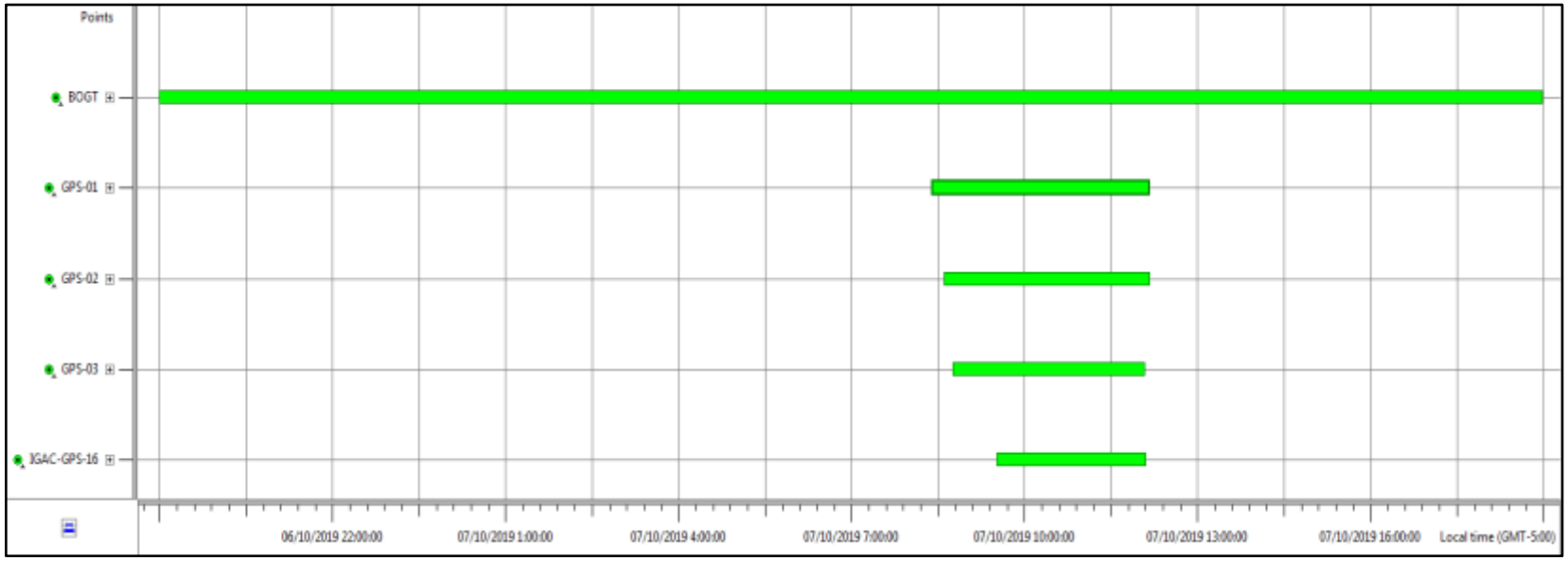


FIGURA 44. VENTANA DE OCUPACIÓN.

7.2.4. TRASLADO DE ÉPOCA

Las coordenadas post procesadas se realizaron en época actual 2019 teniendo en cuenta las coordenadas semanales de la base BOGT.

```
Week 2070: SIRGAS solution aligned to IGS14 (wrt igs19P2070)     08-OCT-19 13:36
--------------------------------------------------------------------------------
LOCAL GEODETIC DATUM: IGS14             EPOCH: 2019-09-11 12:00:00

   NUM  STATION NAME           X (M)          Y (M)          Z (M)     FLAG
126  BOGT 41901M001     1744398.87719 -6116037.02148   512731.90551     A
```

ILUSTRACIÓN 1 COORDENADAS SEMANALES BASE BOGT

Con las coordenadas calculas en época actual se realizó el respectivo traslado de época a 2018.0, para dejar las coordenadas de GPS-1, GPS-2 y GPS-3 bajo un solo sistema de tiempo.

Datos Iniciales:

FECHA DEL POSICIONAMIENTO				
DÍA	MES	AÑO	Día Juliano	Época
7	OCTUBRE	2019	280	2019.77

COORDENADAS DE LAS BASES ACTIVAS				
Coordenadas Geocéntricas				
Punto	X	Y	Z	Época
BOGT	1744398.877	-6116037.021	512731.905	2019.77

Coordenadas Época 2019.77:

Velocidades y desplazamientos:

Punto	Coordenadas Geocéntricas			Coordenadas Geográficas			Coordenadas Planas Cartesianas			Época
	X	Y	Z	Lat	Long	h	Norte	Este	Cota EGM96	
GPS−1	1745810.133	-6116511.319	504808.436	4°34'05.05767"N	74°04'11.59261"W	2780.800	96885.440	100850.082	2780.800	2019.77
GPS−2	1745845.647	-6116504.309	504771.983	4°34'03.86745"N	74°04'10.42282"W	2780.894	96848.869	100886.158	2780.894	2019.77
GPS−3	1745963.761	-6116468.224	504757.978	4°34'03.41906"N	74°04'06.41859"W	2777.507	96835.104	101009.638	2777.507	2019.77

Punto	Δ_Tiempo	Velocidades (año) 2015			Desplazamiento		
		X	Y	Z	X	Y	Z
GPS−1	1.8	0.007	0.0022	0.0028	0.012	0.004	0.005
GPS−2	1.8	0.007	0.0022	0.0028	0.012	0.004	0.005
GPS−3	1.8	0.007	0.0022	0.0028	0.012	0.004	0.005

Coordenadas Época 2018.0:

Punto	Coordenadas Geocéntricas			Coordenadas Geográficas			Coordenadas Planas Cartesianas			Época
	X	Y	Z	Lat	Long	h	Norte	Este	Cota EGM96	
GPS−1	1745810.121	-6116511.323	504808.431	4°34'05.05751"N	74°04'11.59301"W	2780.801	96885.435	100850.069	2780.801	2018.00
GPS−2	1745845.635	-6116504.313	504771.978	4°34'03.86727"N	74°04'10.42322"W	2780.895	96848.864	100886.146	2780.895	2018.00
GPS−3	1745963.749	-6116468.228	504757.973	4°34'03.41889"N	74°04'06.41899"W	2777.507	96835.099	101009.625	2777.507	2018.00

7.2.5. AJUSTE DE COTA GPS

Se calculó la cota de los puntos posicionados con respecto a la ondulación y el punto de la red pasiva Bogota-16 presente en cada punto para el respectivo ajuste de cota GPS:

TABLA 16. COTAS AJUSTADAS DE LOS PUNTOS DE POSICIONAMIENTO:

AJUSTE DE COTA			
Punto	Cota_Elip	Ond_Geoid	Cota_Ajustada
BOGOTA-16	2642.706	26.69	2618.837
GPS−1	2780.800	26.900	2756.721
GPS−2	2780.894	26.900	2756.815
GPS−3	2777.507	26.900	2753.428

7.2.6. COORDENADAS DEFINITIVAS

TABLA 17. COORDENADAS DEFINITIVAS DE LOS PUNTOS D POSICIONAMIENTO:

Punto	Coordenadas Geocéntricas			Época
	X	Y	Z	
GPS-1	1745810.121	-6116511.323	504808.431	2018.00
GPS-2	1745845.635	-6116504.313	504771.978	2018.00
GPS-3	1745963.749	-6116468.228	504757.973	2018.00

Punto	Coordenadas Geográficas			Época
	Lat	Long	Cota EGM96	
GPS-1	4°34'05.05751"N	74°04'11.59301"W	2780.801	2018.00
GPS-2	4°34'03.86727"N	74°04'10.42322"W	2780.895	2018.00
GPS-3	4°34'03.41889"N	74°04'06.41899"W	2777.507	2018.00

Punto	Coordenadas Planas Cartesianas - Origen Bogotá 2011	Época

	Norte	Este	Cota Niv.	
GPS-1	96885.435	100850.069	2756.863	2018.00
GPS-2	96848.864	100886.146	2756.963	2018.00
GPS-3	96835.099	101009.625	2753.543	2018.00

7.3. TOPOGRAFIA

7.3.1. Estación total

Para la consecución de la recolección de información topográfica, se utilizó una estación total electrónica de topografía con la cual se radiaron los puntos de vías, paramentos, cunetas, pozos y elementos relevantes del terreno y solicitados por el cliente. Esta información se fue grabando en la memoria del equipo hasta levantar la totalidad de las áreas requeridas.

Para controlar la precisión en cota trigonométrica, se realizaron en todos los vértices lecturas inversas y directas de tal forma que no superaran 12", dichas lecturas fueron promediadas, lo que permitió mantener los cierres verticales y horizontales controlados dentro de los márgenes de error admisibles.

7.3.2. Equipos y software utilizado

7.3.2.1 Equipos

Para la ejecución de los trabajos realizados, se utilizaron los siguientes equipos.

- Una estación total Nikon DTM-322
- Radios Motorola
- Trípode
- Dos bastones de 4.80 Metros
- Prismas



FIGURA 45 . *ESTACIÓN TOTAL NIKON DTM-322*

Certificación de calibración



EQUIPOS TOPOGRÁFICOS

No. 28699

CERTIFICADO

Equipo: Estación Total Electrónica **Marca:** Nikon
Modelo: DTM-322 **Número de Serie:** 882619
Cliente: ATS INGENIERIA GEOMATICA S.A.S.
Fecha de expedición: 12 de julio de 2019
Recomendamos ajustar: 12 de enero de 2020
¿Equipo nuevo? ☐ Si ☑ No

1. El servicio técnico de BB Equipos Topográficos S.A.S. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del equipo verificado.
2. El cliente es responsable del transporte del equipo y uso de este certificado.
3. Los resultados del presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Equipo Utilizado:

Sistema de Colimación Geo-Master OCS-3A S/N: 0010 , Certificado el 05/07/2019 .

Patrones Utilizados:

Estación Total Sokkia CX-101 S/N: GP1430, Calibrado el 26-03-2019.
Nivel Automático Sokkia B20 S/N: QT6328, Calibrado el 14-03-2019.

Elaboró: Aprobó:

Cristian Ortega
Técnico

EQUIPOS TOPOGRÁFICOS S
12 JUL 2019
SERVICIO TÉCNICO

Cristian Ortega
Jefe de servicio Técnico

Compra, Venta, Alquiler, Reparación, Mantenimiento y Ajuste de Equipos Topográficos

BB Equipos Topográficos S.A.S. - Cra. 19 B No. 83 - 63 Oficina 401, Bogotá D.C. - PBX: 893 2626
FAX: 552 2170 - serviciotecnico@bbequipostopograficos.com - www.bbequipostopograficos.com

TOPCON SOKKIA Trimble Nikon
SPECTRA PRECISION McCloskey TORPEDO TNA ROCKSTER RECYCLER

BB EQUIPOS TOPOGRÁFICOS

No. 28699

ESPECIFICACIONES TECNICAS SEGUN FABRICANTE

Aumentos del telescopio	30X	Alcance sin reflector	--------
Precisión angular (DIN 18723)	2"	Alcance con dianas reflectivas	100m
Precisión en distancia ±	(2mm+2ppmXD)	Alcance con un prisma	2000 m

AJUSTES EFECTUADOS

CODIGOS 1: Correcto 2: Falla corregida 3: No corregida 4: No aplica

	1	2	3	4		1	2	3	4
Limpieza exterior	☐	☑	☐	☐	Ajuste del nivel circular	☐	☑	☐	☐
Mantenimiento interno	☑	☐	☐	☐	Ajuste del sistema de enfoque	☑	☐	☐	☐
Mantenimiento base nivelante	☑	☐	☐	☐	Ajuste del retículo	☐	☑	☐	☐
Prensa horizontal y vertical	☑	☐	☐	☐	Ajuste de la verticalidad	☑	☐	☐	☐
Tornillo de movimiento fino H y/o V	☑	☐	☐	☐	Ajuste de colimación	☐	☑	☐	☐
Chequeo del teclado	☑	☐	☐	☐	Ajuste de plomada óptica o láser	☐	☑	☐	☐
Ajuste del compensador	☐	☑	☐	☐	Ajuste de las mirillas de puntería	☑	☐	☐	☐
Ajuste del nivel tubular	☐	☑	☐	☐	Ajuste del distanciómetro	☐	☑	☐	☐

AJUSTE CON COLIMADORES

DESCRIPCION	TOLERANCIA	ERROR	DESCRIPCION	TOLERANCIA	ERROR
Punto 0 compensador	<10"	<10"	Colimación vertical	<10"	<2"
Nivel tubular	<15"	<15"	Verticalidad	<20"	<20"
Nivel circular	<5'	<5'	Plomada óptica o láser	<1mm	<1mm
Colimación horizontal	<10"	<2"			

AJUSTE CON LINEAS BASE

Constante de Prisma: -30mm PPM: 7...

DISTANCIA (mm)	PROMEDIO (10 Medidas)	DESVIACION ESTANDAR	INCERTIDUMBRE (mm)	TOLERANCIA (mm)	Error (mm)
7394	7393,7	0,46	0,14	± 2.0	-0,30

Fin de este documento.

2/2

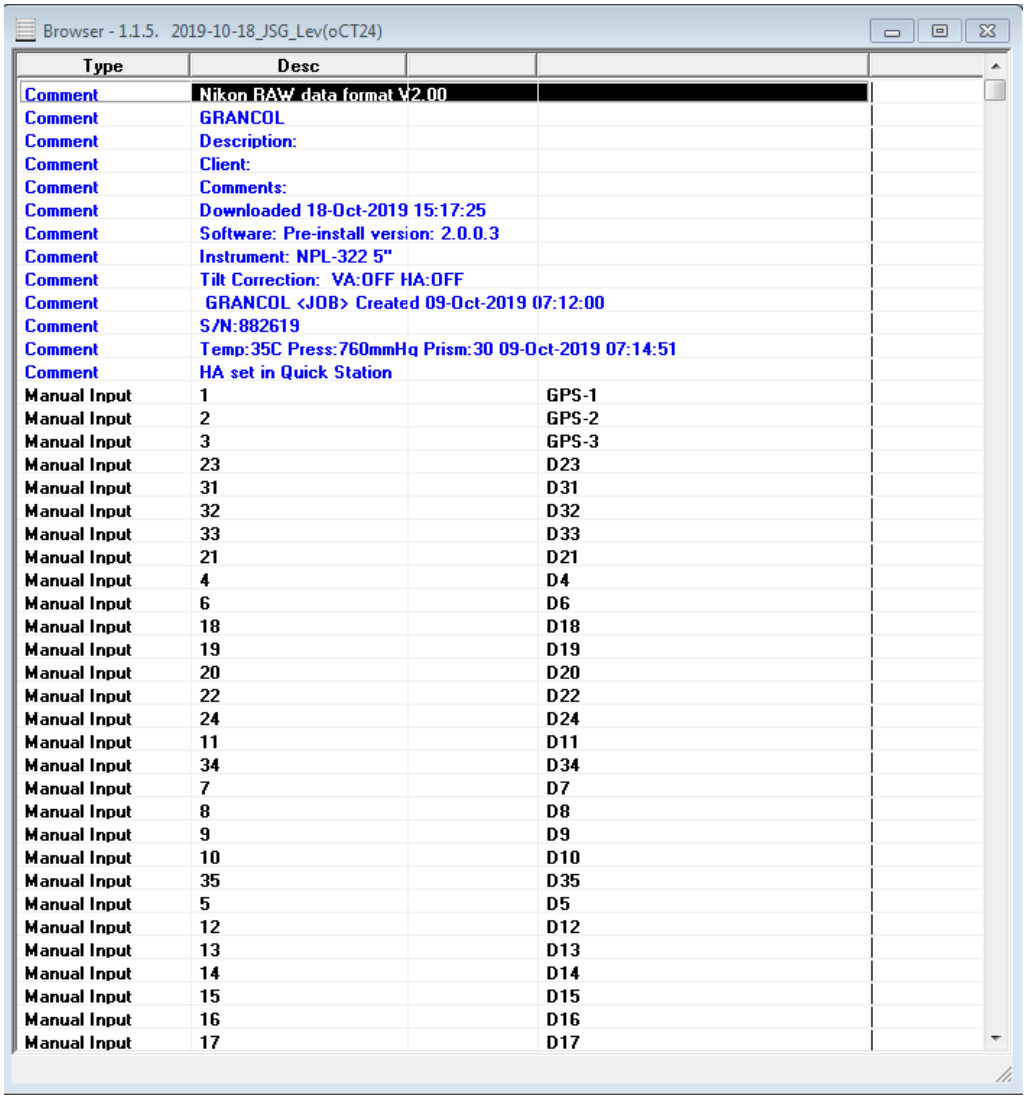
Compra, Venta, Alquiler, Reparación, Mantenimiento y Ajuste de Equipos Topográficos

BB Equipos Topográficos S.A.S. - Cra. 19 B No. 83 - 63 Oficina 401, Bogotá D.C. - PBX: 893 2626
FAX: 552 2170 - serviciotecnico@bbequipostopograficos.com - www.bbequipostopograficos.com

TOPCON SOKKIA Trimble Nikon
SPECTRA McCloskey TORPEDO TNA ROCKSTER

7.3.2.2 Software utilizado

Para procesar la información en oficina proveniente de la estación, se utilizó el software "Transit" para el cálculo.



Type	Desc		
Comment	Nikon RAW data format V2.00		
Comment	GRANCOL		
Comment	Description:		
Comment	Client:		
Comment	Comments:		
Comment	Downloaded 18-Oct-2019 15:17:25		
Comment	Software: Pre-install version: 2.0.0.3		
Comment	Instrument: NPL-322 5"		
Comment	Tilt Correction: VA:OFF HA:OFF		
Comment	GRANCOL <JOB> Created 09-Oct-2019 07:12:00		
Comment	S/N:882619		
Comment	Temp:35C Press:760mmHg Prism:30 09-Oct-2019 07:14:51		
Comment	HA set in Quick Station		
Manual Input	1	GPS-1	
Manual Input	2	GPS-2	
Manual Input	3	GPS-3	
Manual Input	23	D23	
Manual Input	31	D31	
Manual Input	32	D32	
Manual Input	33	D33	
Manual Input	21	D21	
Manual Input	4	D4	
Manual Input	6	D6	
Manual Input	18	D18	
Manual Input	19	D19	
Manual Input	20	D20	
Manual Input	22	D22	
Manual Input	24	D24	
Manual Input	11	D11	
Manual Input	34	D34	
Manual Input	7	D7	
Manual Input	8	D8	
Manual Input	9	D9	
Manual Input	10	D10	
Manual Input	35	D35	
Manual Input	5	D5	
Manual Input	12	D12	
Manual Input	13	D13	
Manual Input	14	D14	
Manual Input	15	D15	
Manual Input	16	D16	
Manual Input	17	D17	

FIGURA 46. CAPTURA DE PANTALLA CÁLCULOS TRANSITO

7.3.3. Códigos de campo

ATS INGENIERÍA GEOMÁTICA	LISTADO CODIGOS DE CAMPO	CÓDIGO	PEP-P04-F01
		VERSION	1
		VIGENCIA	18/03/2016
			Página 1 de 1

1	ADOQUIN	ADO	62	LAGO	LAG	123	TANQUE SUBTERRANEO		TQS
2	ALCANTARILLA	ALC	63	LÁMINA DE AGUA	LAMA	124	TENSOR		TEN
3	ALETA	ALE	64	LINDERO	LIN	125	TOCON		TOC
4	ANDEN	AND	65	LINDERO ESQUINA	LINE	126	TOPELLANTA		TOPLL
5	ANTE JARDIN	ANJ	66	LINEA DE ARBOLES (#)	LA1	127	TORRE ALTA TENSIÓN		TAT
6	APIQUE	AP	67	LÍNEA DE GAS	LG	128	TRAMPA DE GRASAS		TGR
7	ÁRBOL (ALTURA)	A#	68	LUMINARIA	LUM	129	TRONCO ARBOL (Ø)		TRO
8	ARMARIO GAS	ARG	69	MALLA ESLABONADA	MALE	130	TUBERÍA (Ø)		T
9	ARMARIO SEMAFORIZACIÓN	ARS	70	MATERA	MAT	131	VALLA		VAL
10	ARMARIO TELEFÓNICO	ART	71	MEDIDOR ACUEDUCTO	MED	132	VÁLVULA DE AGUA		VA
11	ARMARIO CONTRA INCENDIOS	ARI	72	MEDIDOR ENERGÍA	MEE	133	VÁLVULA DE GAS		VG
12	ASTA	AS	73	MEDIDOR GAS	MEG	134	VÍA EN ADOQUIN		VADO
13	BANCA Ó SILLA	BAN	74	MOJÓN	MJ	135	VIA EN ASFALTO		VAS
14	BERMA	BER	75	MOJON LINEA EEAAB	MJEAAB	136	VIA EN CONCRETO		VC
15	BOLARDO DE CONCRETO	BOLC	76	MOJÓN LINEA POLIDUCTO	MJLP	137	VÍA EN RECEBO		VR
16	BOLARDO METÁLICO	BOLM	77	MOJÓN LÍNEA TELEFÓNICA	MJLT	138	VÍA EN TIERRA		VT
17	BACHE	BAC	78	MURO	MUR	139	VÍA FERREA		VF
18	BORDILLO	BOR	79	NIVEL	N	140	ZANJA		ZJ
19	BOSQUE	BOS	80	NIVEL PISO FINO	NF	141	ZONA DURA		ZD
20	BOX CULVERT	BOX	81	PARAMENTO	PR	142	ZONA VERDE		ZV
21	CAJA ACUEDUCTO	CJA	82	PARAMENTO DIVISIÓN	PRD	CODIGOS VARIABLES			
22	CAJA AGUAS ACEITOSAS	CJAC	83	PARAMENTO ESQUINA	PRE	143			
23	CAJA COMUNICACIONES (□)	CJC	84	PARAMENTO PROYECCIÓN	PRP	144			
24	CAJA DE AGUAS RESIDUALES	CJAR	85	PARAMENTO QUIEBRE	PRQ	145			
25	CAJA DE ENERGÍA (□)	CJE	86	PATA	P	146			
26	CAJA DE INSPECCIÓN	CJI	87	PEDESTAL	PED	147			
27	CAJA SEMAFORIZACIÓN	CJS	88	POLO A TIERRA	POLT	148			
28	CÁMARA COMUNICACIONES	CT	89	POSTE ALUMBRADO	PTA	149			
29	CÁMARA DE ENERGÍA (○)	CE	90	POSTE ALUMBRADO DOBLE	PTAD	150			
30	CANAL	CANL	91	POSTE ALUMBRADO MÚLTIPLE	PTAM	151			
31	CANECA BASURA	CANB	92	POSTE CON CÁMARA DE VIDEO	PTCV	152			
32	CANCHA	CCH	93	POSTE ENERGÍA	PTE	153			
33	CAÑO	CAN	94	POSTE MEDIA TENSIÓN	PTMT	154			
34	CARCAMO	CAR	95	POSTE TELÉFONO	PTT	155			
35	CASETA	CAST	96	POSTE TRANSFORMADOR	PTTR	156			
36	CATENARIA	CAT	97	POZO ALCANTARILLADO (#)	PZ	157			
37	CERCA	CR	98	POZO SÉPTICO	PZS	158			
38	CERCA DIVISIÓN	CRD	99	PROYECCION CUBIERTA	PCUB	159			
39	CERCA INTERSECCIÓN	CRI	100	PUENTE	PUE	160			
40	CERCA PROYECCIÓN	CRP	101	QUEBRADA	QB	161			
41	CHEQUEO	CH	102	RAMPA PEATONAL	RAMP	162			
42	CICLORUTA	CLR	103	RAMPA VEHÍCULAR	RAMV	163			
43	COLUMNA	COL	104	REFERENCIA (#)	REF	164			
44	COTA BATEA	CB	105	REFLECTOR	REFL	165			
45	COTA CLAVE	CC	106	REJA	REJ	166			
46	CULTIVO	CUL	107	RESALTO EN ASFALTO	RAS	167			
47	CUNETA (VÍA)	CUN	108	RESALTO CONCRETO	RC	168			
48	DELTA (VERTICE POLIGONAL)	D	109	RESALTO EN MATERIAL PREFABRICADO	RP	169			
49	DEMARCACION PINTURA	DP	110	RÍO	RÍO	170			
50	EJE VÍA	E	111	SARDINEL	S	171			
51	ENTRADA	ENT	112	SEMÁFORO	SEM	172			
52	ESCALERA	ESC	113	SEMÁFORO BRAZO	SFB	173			
53	FISURA (LOSA O PAVIMENTO)	FI	114	SENDERO	SEN	174			
54	FOLLAJE ÁRBOL	FO	115	SEÑAL DE TRÁNSITO	ST	175			
55	FONDO	F	116	SIFÓN	SIF	176			
56	GAVIÓN	GAV	117	SONDEO	SO	177			
57	GPS	GPS	118	SOPORTE	SOP	178			
58	HIDRANTE	HD	119	SUMIDERO LATERAL	SL	ADICIONES A LOS CODIGOS (MATERIALES (-))			
59	HOMBRO	H	120	SUMIDERO REJILLA	SR		CONCRETO		CO
60	HUMEDAL	HUM	121	TANQUE	TQ		MADERA		MA
61	INVERSO	INV	122	TANQUE ELEVADO	TQE		METAL		ME

FIGURA 47. CAPTURA DE PANTALLA CALCULO TRANSIT

7.3.4. CALCULO DE POLIGONAL

Se realizó el cálculo y ajuste de poligonal en Excel, el método usado fue por ceros atrás.

TABLA 18. CÁLCULO DE LA POLIGONAL NO. 1:

POLIGONAL No. 1

POLIGONAL CERRADA							REVISIÓN																	
NOMBRE DEL PROYECTO: LA GRAN COLOMBIA																								
Est	Pto.Obs	H Inst	H Prisma	ANG. OBSERVADO			ANGULO CORREGIDO			ANG. VERTICAL			Distancia in (m)	AZIMUT			Distancia Hz (m)	Distancia Vertical (m)	PROYECCIONES		PROY. CORREGIDAS		COORDENADAS		Cota Directa	Correccion	COTA AJUSTADA	OBS.
				Grds.	Min.	Seg.	Grds.	Min.	Seg.	Grds.	Min.	Seg.		Grds.	Min.	Seg.			N - S	E - W	N - S	E - W	Norte	Este				
GPS2	GPS1	1.404	1.750											315	23	23							96848.864	100886.146	2756.963		2756.963	GPS2
GPS2	D6	1.404	1.750	136	22	43	136	22	42	90	42	21	24.378	451	46	5	24.4	-0.300	-0.752	24.365	-0.753	24.365	96848.111	100910.511	2756.317	0.003	2756.320	D6
D6	D18	1.485	1.700	257	12	28	257	12	27	85	59	0	36.529	168	58	32	36.439	2.559	-35.767	6.968	-35.768	6.968	96812.344	100917.479	2758.660	0.004	2758.668	D18
D18	D19	1.467	1.700	218	3	37	218	3	36	71	52	2	24.557	207	2	8	23.337	7.643	-20.787	-10.608	-20.788	-10.608	96791.556	100906.871	2766.070	0.003	2766.080	D19
D19	D20	1.548	1.700	61	34	26	61	34	25	96	16	39	23.371	88	36	33	23.231	-2.555	0.564	23.224	0.563	23.224	96792.119	100930.095	2763.363	0.003	2763.375	D20
D20	D23	1.594	1.700	259	42	16	259	42	15	81	12	31	37.087	168	18	48	36.651	5.668	-35.891	7.424	-35.892	7.424	96756.227	100937.520	2768.925	0.004	2768.942	D23
D23	D31	1.534	1.700	149	26	51	149	26	50	71	27	46	29.198	137	45	37	27.683	9.283	-20.495	18.609	-20.496	18.610	96735.731	100956.129	2778.042	0.003	2778.062	D31
D31	D32	1.519	1.700	307	58	36	307	58	35	84	7	4	56.142	265	44	12	55.846	5.754	-4.152	-55.692	-4.153	-55.692	96731.578	100900.438	2783.614	0.007	2783.641	D32
D32	D33	1.552	1.700	236	47	29	236	47	28	101	59	24	26.939	322	31	40	26.351	-5.596	20.914	-16.031	20.913	-16.031	96752.491	100884.407	2777.870	0.003	2777.900	D33
D33	D21	1.487	1.700	235	59	50	235	59	49	122	6	55	15.900	18	31	29	13.467	-8.453	12.769	4.279	12.769	4.279	96765.260	100888.685	2769.204	0.002	2769.236	D21
D21	D4	1.524	1.700	110	39	6	110	39	5	89	4	9	51.728	309	10	34	51.721	0.840	32.673	-40.095	32.671	-40.094	96797.932	100848.591	2769.868	0.006	2769.906	D4
D4	GPS2	1.581	1.700	267	13	35	267	13	34	101	27	44	64.570	36	24	8	63.282	-12.831	50.934	37.555	50.932	37.555	96848.864	100886.146	2756.918	0.007	2756.963	GPS2
GPS2	D6CI	1.503	1.700	235	21	58	235	21	57	91	4	16	24.372															
													390.399				382.386		0.009	-0.002	0.000	0.000					

N° DE VÉRTICES	11
TIPO DE ÁNGULO	E

	Grds.	Min.	Seg.
SUMA TEÓRICA	2340	0	0
CORRECCIÓN ANGULAR	0	0	12
CORRECCIÓN ANGULAR PARA CADA DELTA	0	0	1.1

ERROR DE CIERRE DE LA POLIGONAL		0.009	
PRECISIÓN		40254.643	
ERROR EN COTA		0.045	
CORRECCIONES		0.002	0.000

TABLA 19. CÁLCULO DE LA POLIGONAL NO. 2:

POLIGONAL No. 2

POLIGONAL CERRADA	REVISIÓN	0

NOMBRE DEL PROYECTO: LA GRAN COLOMBIA

Est	Pto.Obs	H Inst	H Prisma	ANG. OBSERVADO			ANGULO CORREGIDO			ANG. VERTICAL			Distancia in (m)	AZIMUT			Distancia Hz (m)	Distancia Vertical (m)	PROYECCIONES		PROY. CORREGIDAS		COORDENADAS		Cota Directa	Correccion	COTA AJUSTADA	OBS.
				Grds.	Min.	Seg.	Grds.	Min.	Seg.	Grds.	Min.	Seg.		Grds.	Min.	Seg.			N - S	E - W	N - S	E - W	Norte	Este				
GPS2	GPS1	1.404	1.750											315	23	23							96848.864	100886.146	2756.963		2756.963	GPS2
GPS2	D6	1.404	1.750	136	22	43	136	22	44	90	42	21	24.378	451	46	7	24.4	-0.300	-0.752	24.365	-0.753	24.365	96848.111	100910.511	2756.317	0.002	2756.319	D6
D6	D18	1.485	1.710	257	12	28	257	12	29	85	59	0	36.529	168	58	36	36.439	2.559	-35.767	6.968	-35.767	6.968	96812.344	100917.479	2758.650	0.003	2758.656	D18
D18	D19	1.467	1.700	218	3	37	218	3	38	71	52	2	24.557	207	2	14	23.337	7.643	-20.787	-10.608	-20.787	-10.608	96791.557	100906.871	2766.060	0.002	2766.067	D19
D19	D20	1.548	1.700	61	34	26	61	34	27	96	16	39	23.371	88	36	40	23.231	-2.555	0.563	23.224	0.563	23.224	96792.119	100930.096	2763.353	0.002	2763.362	D20
D20	D22	1.594	1.700	157	8	8	157	8	9	90	38	58	29.648	65	44	49	29.646	-0.336	12.178	27.030	12.177	27.030	96804.297	100957.126	2762.911	0.003	2762.923	D22
D22	D24	1.586	1.700	135	51	39	135	51	40	99	39	44	14.984	21	36	29	14.771	-2.515	13.733	5.440	13.733	5.440	96818.030	100962.566	2760.282	0.001	2760.295	D24
D24	D11	1.552	1.700	158	0	14	158	0	15	112	40	10	18.219	359	36	44	16.811	-7.022	16.811	-0.114	16.811	-0.113	96834.841	100962.452	2753.112	0.001	2753.127	D11
D11	D6CI	1.560	1.700	104	43	12	104	43	13	86	26	54	53.714	284	19	57	53.611	3.328	13.271	-51.942	13.271	-51.941	96848.111	100910.511	2756.299	0.005	2756.319	D6CI
D6CI	D18CI	1.544	1.700	64	38	38	64	38	39	86	4	50	36.533	168	58	36												
													201.022				197.847		0.002	-0.004	0.000	0.000						

Nº DE VÉRTICES	7		
TIPO DE ÁNGULO	I		
	Grds.	Min.	Seg.
SUMA TEÓRICA	900	0	0
CORRECCIÓN ANGULAR	0	0	6
CORRECCIÓN ANGULAR PARA CADA DELT	0	0	1

ERROR DE CIERRE DE LA POLIGONAL		0.004	
PRECISIÓN		45124.605	
ERROR EN COTA		0.017	
CORRECCIONES		0.001	-0.001

TABLA 20. CÁLCULO DE LA POLIGONAL NO. 3:

POLIGONAL No. 3

POLIGONAL CERRADA	REVISIÓN	0

NOMBRE DEL PROYECTO: LA GRAN COLOMBIA

Est	Pto.Obs	H Inst	H Prisma	ANG. OBSERVADO			ANGULO CORREGIDO			ANG. VERTICAL			Distancia in (m)	AZIMUT			Distancia Hz (m)	Distancia Vertical (m)	PROYECCIONES		PROY. CORREGIDAS		COORDENADAS		Cota Directa	Correccion	COTA AJUSTADA	OBS.
				Grds.	Min.	Seg.	Grds.	Min.	Seg.	Grds.	Min.	Seg.		Grds.	Min.	Seg.			N - S	E - W	N - S	E - W	Norte	Este				
GPS3	GPS2	1.374	1.710											276	21	39							96835.099	101009.625	2753.543		2753.543	GPS3
GPS3	D34	1.374	1.710	193	44	21	193	44	37	86	9	3	5.325	470	6	16	5.3	0.357	-1.826	4.989	-1.826	4.989	96833.273	101014.614	2753.564	0.001	2753.565	D34
D34	D7	1.555	1.710	92	18	45	92	19	1	105	46	49	46.648	22	25	18	44.890	-12.686	41.496	17.122	41.495	17.122	96874.768	101031.736	2740.724	0.004	2740.728	D7
D7	D8	1.512	1.710	129	20	27	129	20	43	95	30	52	23.957	331	46	1	23.846	-2.302	21.009	-11.281	21.009	-11.281	96895.777	101020.455	2738.223	0.002	2738.230	D8
D8	D9	1.527	1.700	119	12	58	119	13	14	91	0	54	15.616	270	59	15	15.614	-0.277	0.269	-15.611	0.269	-15.611	96896.045	101004.844	2737.774	0.001	2737.782	D9
D9	D10	1.521	1.700	128	7	26	128	7	42	69	33	37	24.979	219	6	57	23.406	8.723	-18.160	-14.767	-18.161	-14.767	96877.884	100990.077	2746.318	0.002	2746.329	D10
D10	D35	1.593	1.710	169	5	34	169	5	50	81	59	4	40.457	208	12	48	40.062	5.641	-35.302	-18.939	-35.303	-18.939	96842.581	100971.138	2751.842	0.004	2751.857	D35
D35	GPS3	1.564	1.710	72	46	58	72	47	14	87	19	48	39.250	101	0	2	39.207	1.828	-7.481	38.487	-7.482	38.487	96835.099	101009.625	2753.525	0.004	2753.543	GPS3
GPS3	D34	1.404	1.710	189	5	58	189	6	14	86	29	10	5.324	110	6	16	5.314	0.326										
													196.232				192.338		0.004	0.000	60.946	-4.781						

N° DE VÉRTICES	**7**		
TIPO DE ÁNGULO	**I**		
	Grds.	**Min.**	**Seg.**
SUMA TEÓRICA	900	0	0
CORRECCIÓN ANGULAR	0	1	54
CORRECCIÓN ANGULAR PARA CADA DELT	0	0	16

ERROR DE CIERRE DE LA POLIGONAL		0.004	
PRECISIÓN		**43615.031**	
ERROR EN COTA		0.018	
CORRECCIONES		0.001	0.000

TABLA 21. CÁLCULO DE LA POLIGONAL NO. 4:

POLIGONAL No. 4

POLIGONAL CERRADA	REVISIÓN	0

NOMBRE DEL PROYECTO: LA GRAN COLOMBIA

Est	Pto.Obs	H Inst	H Prisma	ANG. OBSERVADO			ANGULO CORREGIDO			ANG. VERTICAL			Distancia in (m)	AZIMUT			Distancia Hz (m)	Distancia Vertical (m)	PROYECCIONES		PROY. CORREGIDAS		COORDENADAS		Cota Directa	Correccion	COTA AJUSTADA	OBS.
				Grds.	Min.	Seg.	Grds.	Min.	Seg.	Grds.	Min.	Seg.		Grds.	Min.	Seg.			N - S	E - W	N - S	E - W	Norte	Este				
GPS2	GPS1	1.404	1.750											315	23	23							96848.864	100886.146	2756.963		2756.963	GPS2
GPS2	D5	1.404	1.750	92	5	18	92	5	19	92	51	52	28.395	407	28	42	28.4	-1.419	19.167	20.902	19.167	20.901	96868.031	100907.047	2755.198	0.003	2755.201	D5
D5	D12	1.493	1.700	182	55	32	182	55	33	101	1	20	49.361	50	24	15	48.450	-9.437	30.881	37.334	30.880	37.333	96898.911	100944.380	2745.554	0.004	2745.561	D12
D12	D13	1.580	1.700	89	21	17	89	21	18	95	38	25	25.180	319	45	32	25.058	-2.475	19.128	-16.188	19.127	-16.188	96918.038	100928.192	2742.959	0.002	2742.968	D13
D13	D14	1.486	1.700	137	42	57	137	42	58	82	17	21	24.090	277	28	30	23.872	3.232	3.106	-23.669	3.105	-23.670	96921.143	100904.522	2745.977	0.002	2745.989	D14
D14	D15	1.571	1.700	214	0	19	214	0	20	89	48	7	12.188	311	28	50	12.188	0.042	8.073	-9.131	8.073	-9.131	96929.216	100895.391	2745.890	0.001	2745.903	D15
D15	D16	1.552	1.700	164	47	54	164	47	55	88	9	30	22.388	296	16	45	22.376	0.719	9.907	-20.064	9.907	-20.064	96939.123	100875.327	2746.462	0.002	2746.477	D16
D16	D17	1.424	1.700	177	43	39	177	43	40	84	57	30	11.875	294	0	25	11.829	1.044	4.813	-10.806	4.812	-10.806	96943.935	100864.521	2747.229	0.001	2747.245	D17
D17	D27	1.475	1.700	61	12	46	61	12	47	81	17	5	17.776	175	13	11	17.571	2.693	-17.510	1.464	-17.510	1.464	96926.425	100865.985	2749.698	0.002	2749.715	D27
D27	D39	1.486	1.710	203	40	45	203	40	46	82	13	38	42.878	198	53	57	42.484	5.799	-40.194	-13.761	-40.194	-13.762	96886.231	100852.223	2755.273	0.004	2755.294	D39
D39	GPS2	1.571	1.700	118	51	54	118	51	55	87	57	55	50.500	137	45	52	50.468	1.793	-37.366	33.924	-37.367	33.923	96848.864	100886.146	2756.937	0.005	2756.963	GPS2
GPS2	D5CI	1.388	1.700	89	42	49	89	42	50	92	56	26	28.395	47	28	42	28.358											
													284.631				282.657		0.005	0.005	0.000	0.000						

Nº DE VÉRTICES	10		
TIPO DE ÁNGULO	I		
	Grds.	Min.	Seg.
SUMA TEÓRICA	1440	0	0
CORRECCIÓN ANGULAR	0	0	8
CORRECCIÓN ANGULAR PARA CADA DELT	0	0	0.8

ERROR DE CIERRE DE LA POLIGONAL		0.007	
PRECISIÓN		40824.307	
ERROR EN COTA		0.026	
CORRECCIONES		0.001	0.001

7.3.5. Esquema de Poligonal

Poligonal 1:



FIGURA 48. *UBICACIÓN POLIGONAL 1*

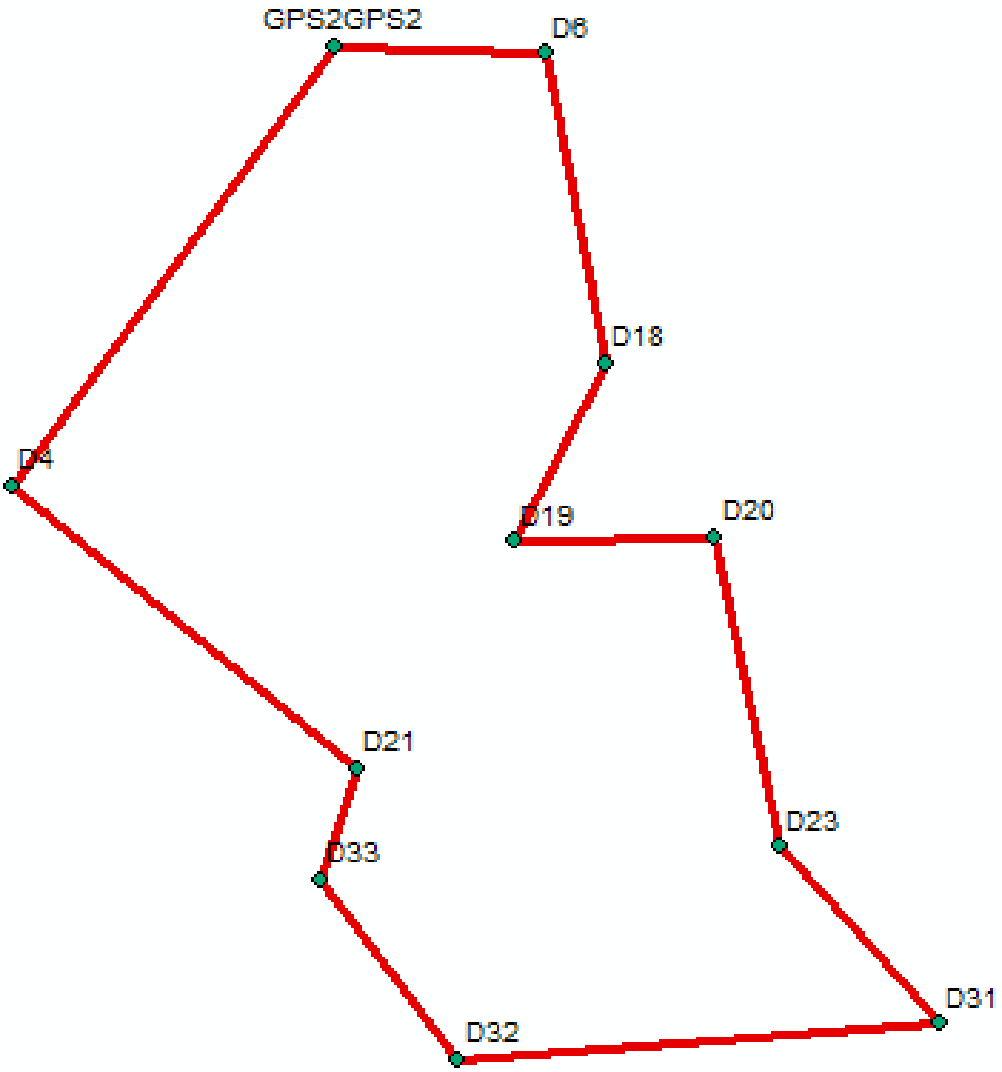


FIGURA 49. *ESQUEMA POLIGONAL 1*



FIGURA 50. *UBICACIÓN POLIGONAL 2*

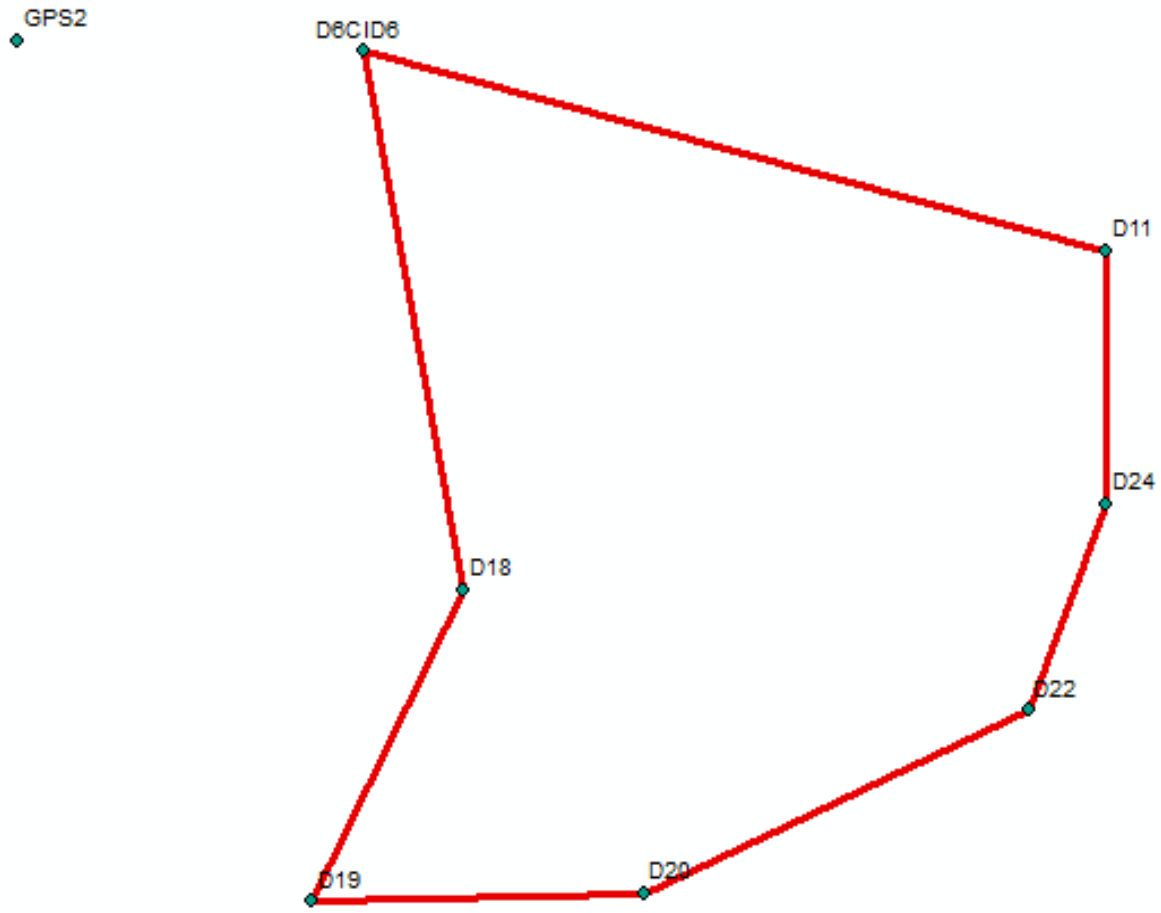


FIGURA 51. *ESQUEMA POLIGONAL 2*



FIGURA 52. *UBICACIÓN POLIGONAL 3*

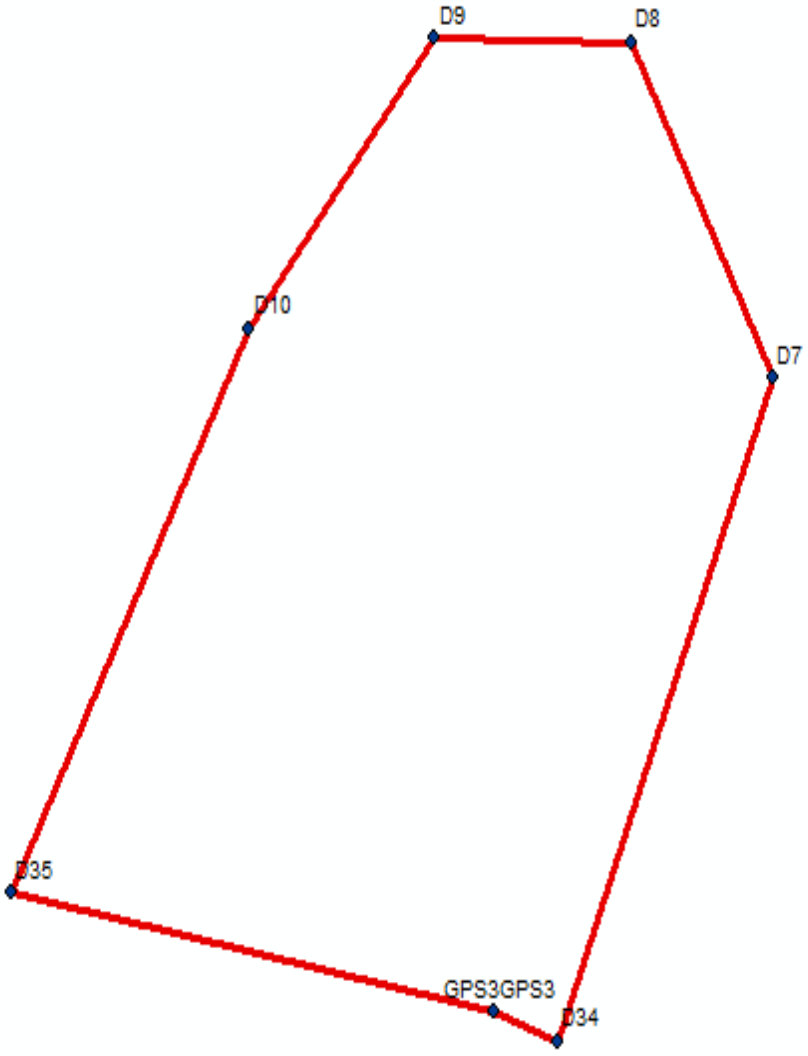


FIGURA 53. *ESQUEMA POLIGONAL 3*



FIGURA 54. *UBICACIÓN POLIGONAL 4*



FIGURA 55. *ESQUEMA POLIGONAL 4*

7.4. VUELO FOTOGRAMÉTRICO

7.4.1. Equipó utilizado



FIGURA 56. *DRON DJI PHANTON 4 PRO*

Para consultar las especificaciones técnicas del fabricante, se adjuntó un documento en PDF con las especificaciones técnicas **ANEXO 1**

7.4.2. Planeación de vuelo y captura de imágenes con UAS

7.4.2.1 Alcance

Se requiere la toma de imágenes aéreas utilizado aeronaves no tripuladas o Dron para producir el ortofotomapa del área objeto del estudio.

7.4.2.2 Metodología

El desarrollo de este proceso se dio por medio de las siguientes etapas:

Recolección de datos por medio de fotografías aéreas capturadas desde Aeronave Pilotada Remotamente (RPAS por sus siglas en inglés).

Procesamiento y obtención de ortomosaico a partir de insumos obtenidos, en software fotogramétrico especializado. AGISOFT.

7.4.2.3 Toma de fotografías aéreas

Se realizó la toma de fotografías digitales RGB, con una resolución desde 5 cm de GSD (Ground sampling distance, tamaño de píxel proyectado sobre el terreno), usando como plataforma, un Phantom 4PRO con cámara RGB.

La Captura de los GCP de campo se realizaron con sistemas RTK

7.4.2.4 Ejecución de vuelos

La ejecución de los vuelos fue programada y ejecutada de manera automática, realizando toma vertical para garantizar la precisión requerida. Se generaron vuelos de tal manera que la cantidad de fotografías tomadas de un mismo punto desde diferentes puntos de vista enriquezca el proceso de ajuste (Aerotriangulación)

Los vuelos fueros ejecutados con las siguientes especificaciones técnicas según las necesidades de proyecto y características del equipo de vuelo:

Traslapo longitudinal: 85%

Traslapo transversal: 65%

Velocidad de Vuelo: 5 Metros por segundo.

Tipo de Altitud: AGL (Sigue la forma del terreno para mantener siempre una altura constante sobre el suelo.)

Tiempo promedio de vuelo: La duración promedio de cada uno de los vuelos fue máximo 17 minutos teniendo en cuenta la presencia de corrientes de viento y buscando hacer una operación aérea segura.

Se realizaron 4 vuelos para cubrir la totalidad del área a levantar. Dos de ellos de forma cruzada con el fin de mejorar la captura de la información

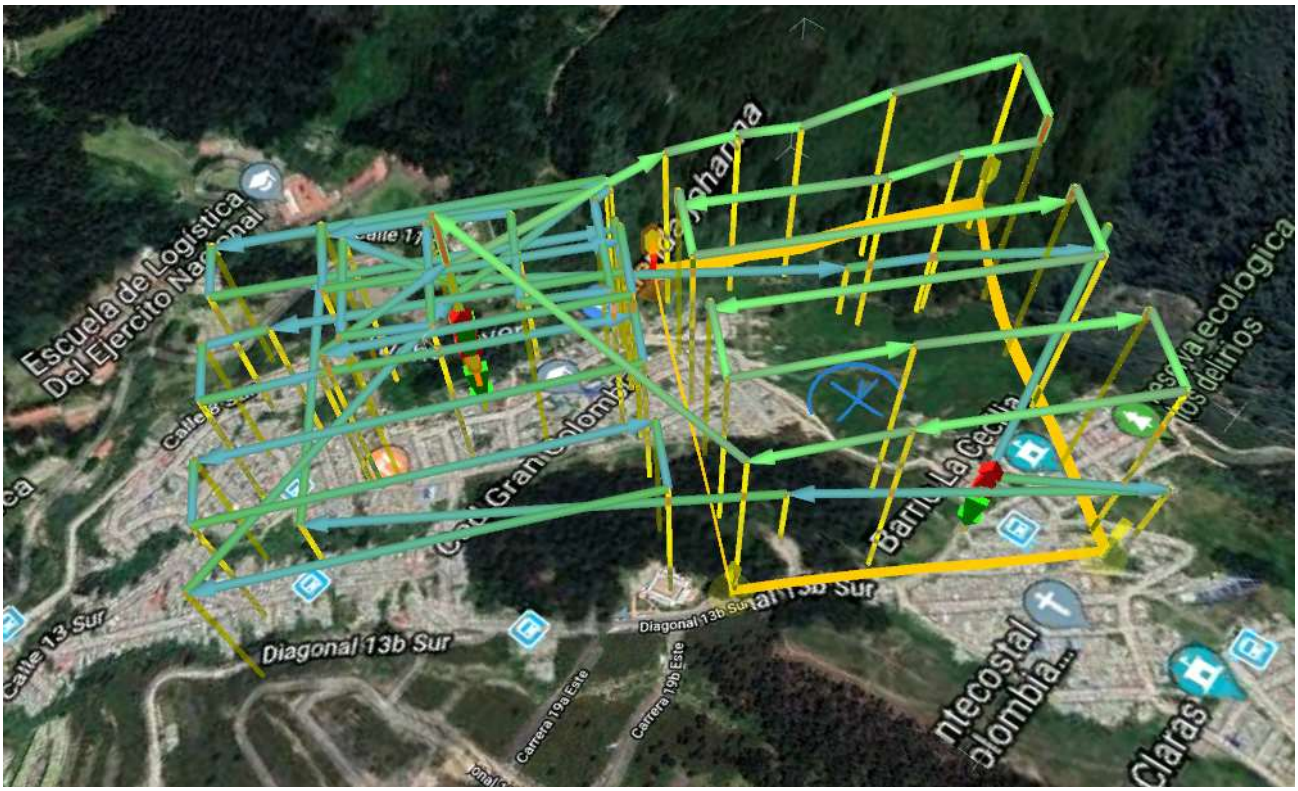


FIGURA 57. *PLANEACIÓN DE VUELO*

7.4.2.5 La ubicación de los GPC

Otro aspecto en el proceso de planeación de los vuelos fue la ubicación de vértices de fotocontrol, con los cuales se ajustó el modelo al sistema de coordenadas ocupado para el proyecto, y se garantizó el error medio cuadrático del ortomosaico generado.

Para esto, por medio del software Google Earth, se ubicó una variedad de puntos de control, distribuidos de manera uniforme en el área del total del vuelo. Dichos GPC, fueron levantados con RTK. A continuación, se evidencia la distribución planeada para los vértices de fotocontrol

FIGURA 58



FIGURA 58. *UBICACIÓN DE LOS GPC*

7.4.2.6 Procesamiento y producción de otros mosicos

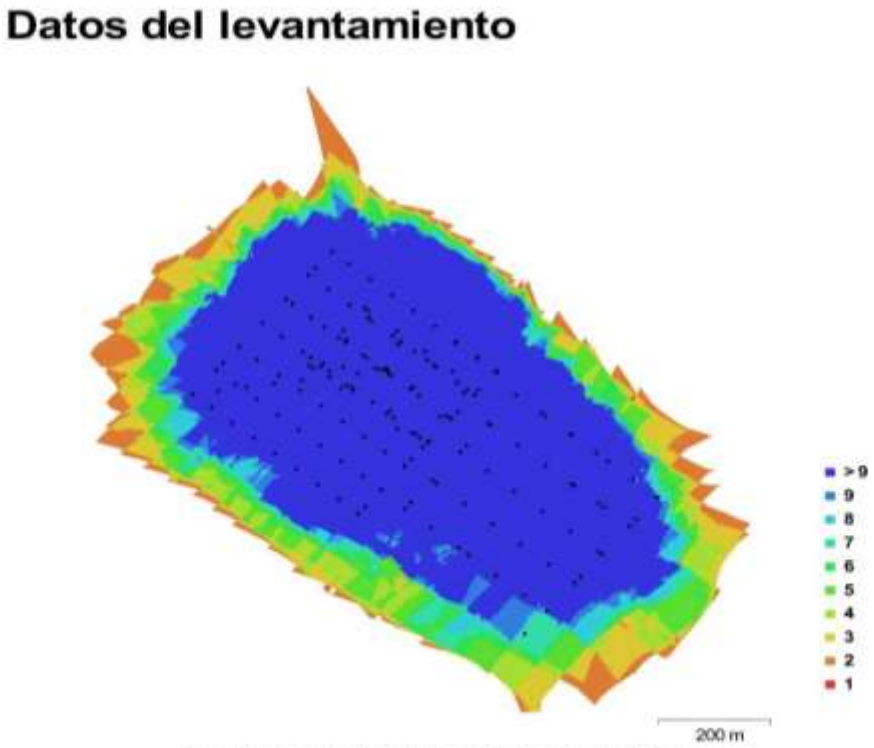


Fig. 1. Posiciónes de cámaras y solapamiento de imágenes.

Número de imágenes:	184	Posiciones de cámara:	184
Altitud media de vuelo:	216 m	Puntos de enlace:	105,393
Resolución en terreno:	5.28 cm/pix	Proyecciones:	612,162
Superficie cubierta:	0.749 km²	Error de reproyección:	0.691 pix

Modelo de cámara	Resolución	Distancia focal	Tamaño de pixel	Precalibrada
FC6310 (8.8 mm)	5464 x 3640	8.8 mm	2.42 x 2.42 micras	No

FIGURA 59. *DATOS DEL LEVANTAMIENTO*

Calibración de cámara

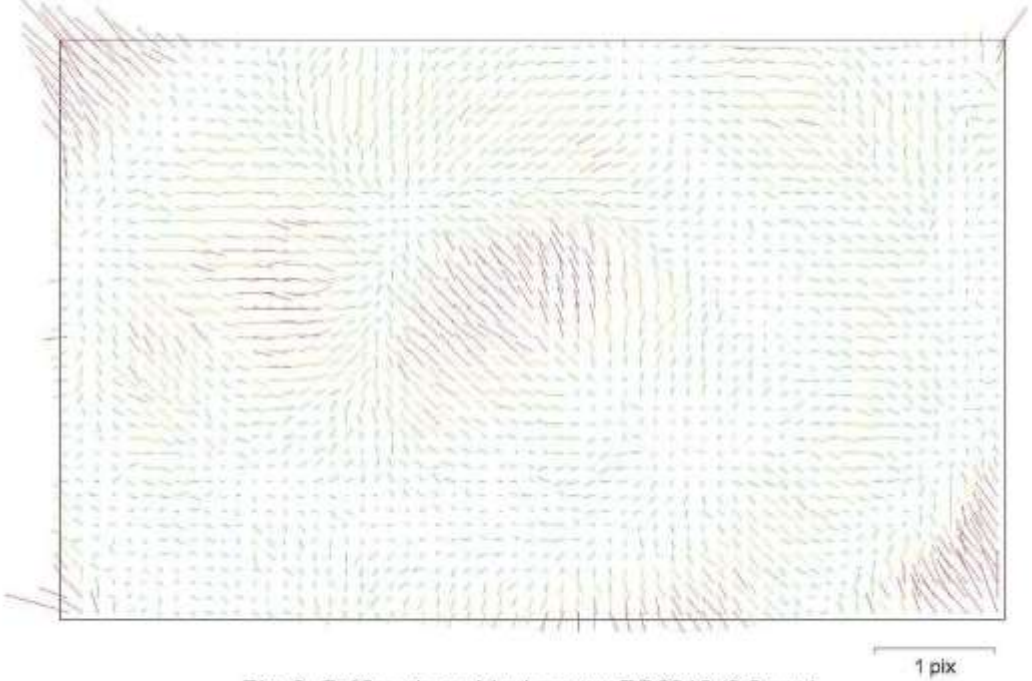


Fig. 2. Gráfico de residuales para FC6310 (8.8 mm).

FC6310 (8.8 mm)
184 imágenes

Resolución	Distancia focal	Tamaño de pixel	Precalibrada
5464 x 3640	**8.8 mm**	**2.42 x 2.42 micras**	**No**

Tipo:	Cuadro	F:	3641.72
Cx:	-5.64771	B1:	-0.377387
Cy:	10.6363	B2:	0.202669
K1:	-0.265895	P1:	-0.00040998
K2:	0.120162	P2:	-0.00083491
K3:	-0.0522871	P3:	0
K4:	0.011687	P4:	0

FIGURA 60. *CALIBRACIÓN DE LA CÁMARA*

Puntos de control terrestres

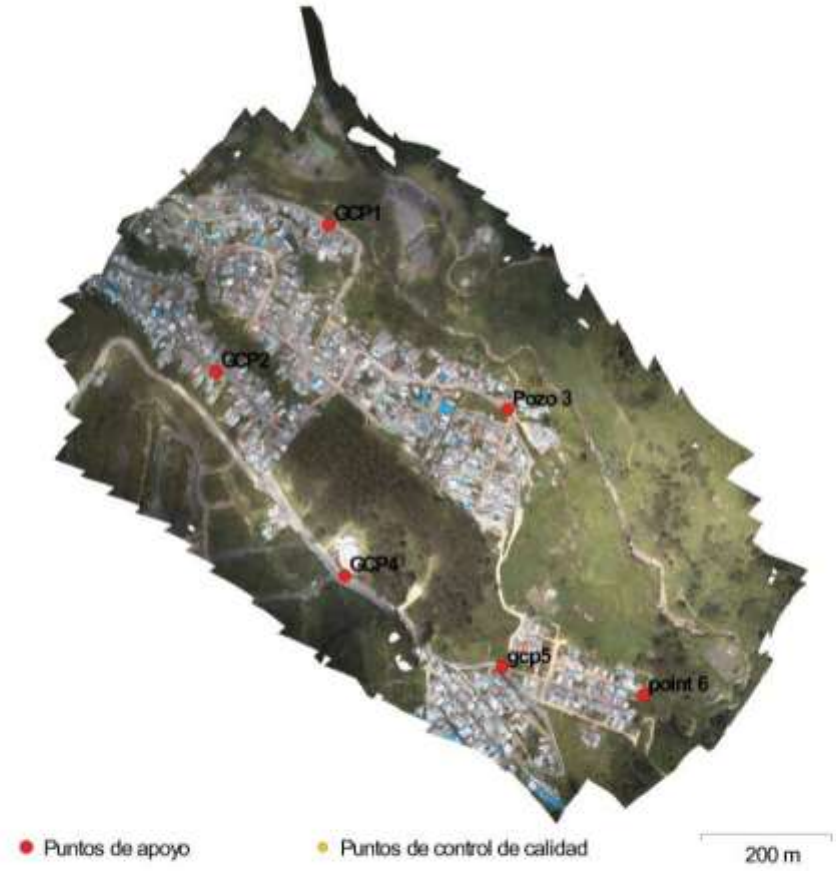


Fig. 4. Posiciones de puntos de apoyo.

Número	Error X (cm)	Error Y (cm)	Error Z (cm)	Error XY (cm)	Total (cm)	Imagen (pix)
6	4.42556	1.65131	0.614293	4.7236	4.76338	0.188

Tabla 3. ECM de puntos de apoyo.

FIGURA 61. *PUNTOS DE CONTROL TERRESTRE.*

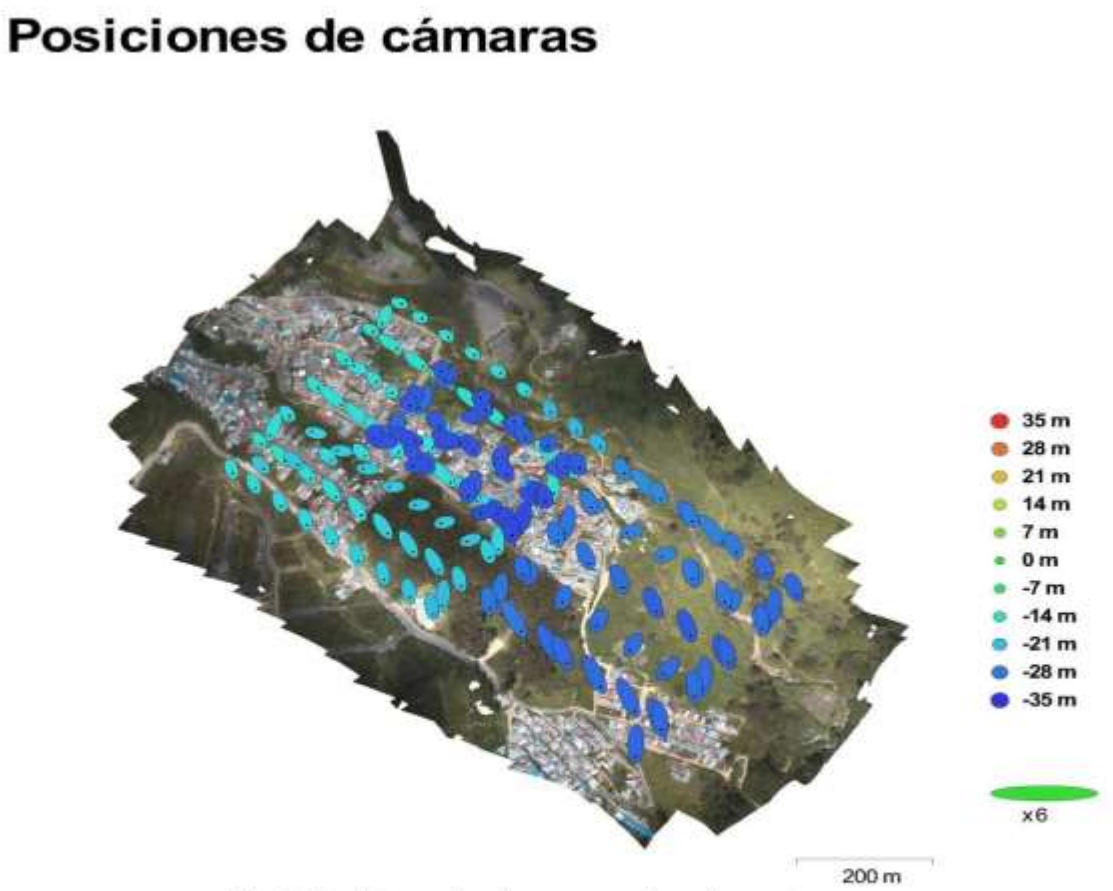


Fig. 3. Posiciones de cámaras y estimaciones de errores.
El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY.
Posiciones estimadas de las cámaras se indican con los puntos negros.

Error X (m)	Error Y (m)	Error Z (m)	Error XY (m)	Error compuesto (m)
1.83188	3.63456	24.8244	4.07011	25.1559

Tabla 2. Errores medios de las posiciones de cámaras.

FIGURA 62. *POSICIONAMIENTO DE CÁMARA*

Nombre	Error X (cm)	Error Y (cm)	Error Z (cm)	Total (cm)	Imagen (pix)
GCP1	3.42878	2.75047	-0.314218	4.40685	0.226 (33)
GCP2	0.405555	-0.773152	-0.205015	0.896811	0.128 (27)
GCP4	3.42506	-0.0565918	1.3359	3.67681	0.117 (14)
point 6	-0.0802184	-2.64474	0.422271	2.67944	0.158 (8)
Pozo 3	-9.24088	1.07585	-0.22966	9.30613	0.156 (43)
gcp5	2.90882	-0.206778	0.32813	2.93457	0.336 (11)
Total	**4.42556**	**1.65131**	**0.614293**	**4.76338**	**0.188**

Tabla 4. Puntos de apoyo.

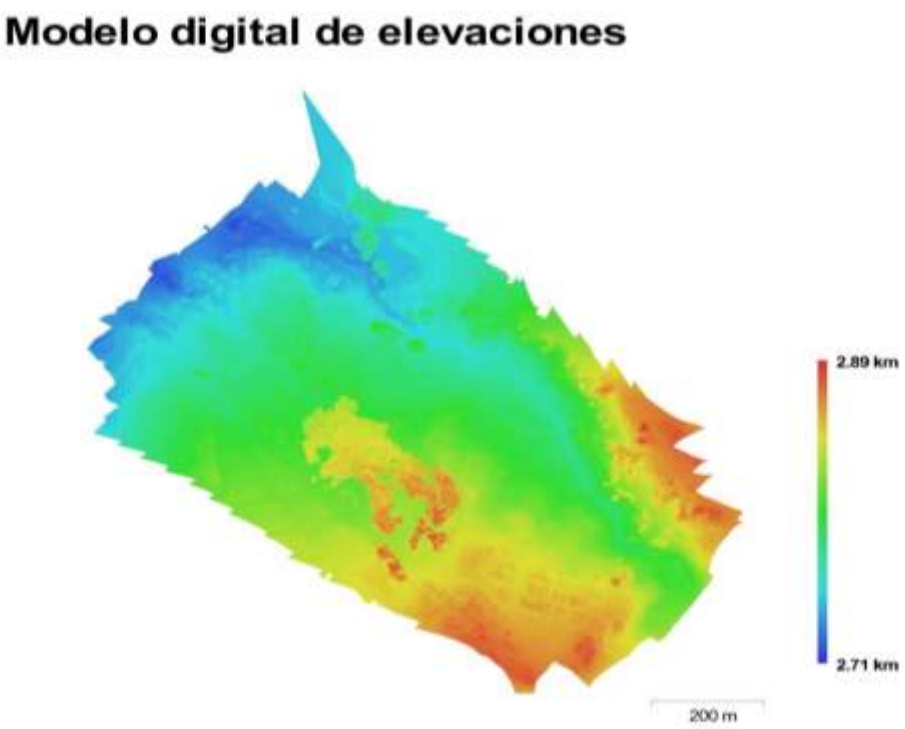


Fig. 5. Modelo digital de elevaciones.

FIGURA 63. *MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES*

Parámetros de procesamiento

Generales	
Cámaras	184
Cámaras orientadas	184
Marcadores	6
Sistema de coordenadas	MAGNA-SIRGAS / Colombia Bogota zone (EPSG::3116)
Nube de puntos	
Puntos	105,393 de 127,349
RMS error de reproyección	0.141202 (0.691305 pix)
Error de reproyección máximo	0.843006 (30.5293 pix)
Tamaño promedio de puntos caracteristicos	3.77272 pix
Superposición efectiva	7.40644
Parámetros de orientación	
Precisión	Alta
Pre-procesar emparejamiento de imágenes	Referencia
Puntos claves por foto	40,000
Puntos de enlace por foto	4,000
Restricción de máscara activa	No
Adaptativo ajuste del modelo de cámara	Si
Tiempo búsqueda de puntos homólogos	18 minutos 5 segundos
Tiempo de orientación	1 minuto 19 segundos
Parámetros de optimización	
Parámetros	f, cx, cy, k1-k3, p1, p2
Tiempo de optimización	3 segundos
Nube de puntos densa	
Puntos	89,056,530
Parámetros de reconstrucción	
Calidad	Alta
Filtrado de profundidad	Agresivo
Tiempo de generación de mapas de profundidad	23 horas 28 minutos
Tiempo de generación de nube de puntos densa	1 hora 59 minutos
Modelo	
Caras	5,889,398
Vértices	2,948,664
Textura	4,096 x 4,096, uint8
Parámetros de reconstrucción	
Tipo de superficie	Bajorrelieve / terreno
Datos fuente	Densa
Interpolación	Habilitada
Calidad	Alta
Filtrado de profundidad	Agresivo
Número de caras	5,937,102
Duración del procesamiento	4 minutos 7 segundos
Parámteros de texturizado	
Modo de mapeado	Ortofoto
Modo de mezcla	Mosaico
Tamaño de textura	4,096 x 4,096
Realizar corrección de color	No
Realizar el relleno de agujeros	Si
Tiempo de mapeado en UV	1 minuto 11 segundos
Tiempo de mezcla	2 minutos 3 segundos
Modelo de teselas	
Parámetros de reconstrucción	
Datos fuente	Nube de puntos densa
Tamaño de tesela	256
Duración del procesamiento	1 hora 19 minutos
DEM	

FIGURA 64. *PARÁMETRO DE PROCESAMIENTO*

Tamaño	14,779 x 14,332
Sistema de coordenadas	MAGNA-SIRGAS / Colombia Bogota zone (EPSG:3116)
Parámetros de reconstrucción	
Datos fuente	Nube de puntos densa
Interpolación	Habilitada
Duración del procesamiento	3 minutos 10 segundos
Ortomosaico	
Tamaño	22,427 x 24,643
Sistema de coordenadas	MAGNA-SIRGAS / Colombia Bogota zone (EPSG:3116)
Canales	3, uint8
Modo de mezcla	Mosaico
Parámetros de reconstrucción	
Superficie	Malla
Permitir la corrección de color	No
Duración del procesamiento	7 minutos 36 segundos
Software	
Versión	1.2.6 build 2834
Plataforma	Windows 64 bit

FIGURA 65. PARÁMETRO DE PROCESAMIENTO (CONTINUACIÓN)

7.4.3. Resultados obtenidos

- Anexo 1.2 se adjunta el listado de coordenadas obtenidas del levantamiento topográfico y los cálculos de las poligonales.
- Anexo 1.3 plano topográfico
- Anexo 1.4 Registro Fotográfico

7.5. REGISTRO FOTOGRÁFICO



FOTOGRAFÍA 22: *PLACA GPS-1*



Fotografía 23: *POSICIONAMIENTOS GPS-1*



Fotografía 24. *PLACA GPS-2*



Fotografía 25 *POSICIONAMIENTO GPS-2*



Fotografía 26 *PLACA GPS-3*



Fotografía 27 **.** *POSICIONAMIENTO GPS-3*



Fotografía 28 *PLACA BOGOTA-16*



Fotografía 29 *POSICIONAMIENTO PLACA BOGOTA-16*

	
Fotografía 30 *TOMA DE DETALLES*	Fotografía 31 *INSPECCIÓN DE REDES*

	
Fotografía 32 *TOMA DE DETALLES*	Fotografía 33 *TOMA DE DETALLES*



Fotografía 34. *INSPECCIÓN DE REDES*



Fotografía 35 *INSPECCIÓN DE REDES*

8. GEOLOGIA REGIONAL

8.1. GEOLOGIA REGIONAL

Con el fin de dar a conocer el marco geológico y geomorfológico del área en la cual, se encuentra localizado la zona de estudio, se presenta en este capítulo, un resumen de la Geología Regional del área, utilizando la descripción y nomenclatura consignada en los mapas geológicos del INGEOMINAS (**FIGURA 66**). La geología de la zona, afloran únicamente rocas sedimentarias y depósitos coluviales e In situ cuyas edades abarcan desde el Cretácico Inferior al reciente, en la **FIGURA 67** se presenta la leyenda del mapa geológico regional.

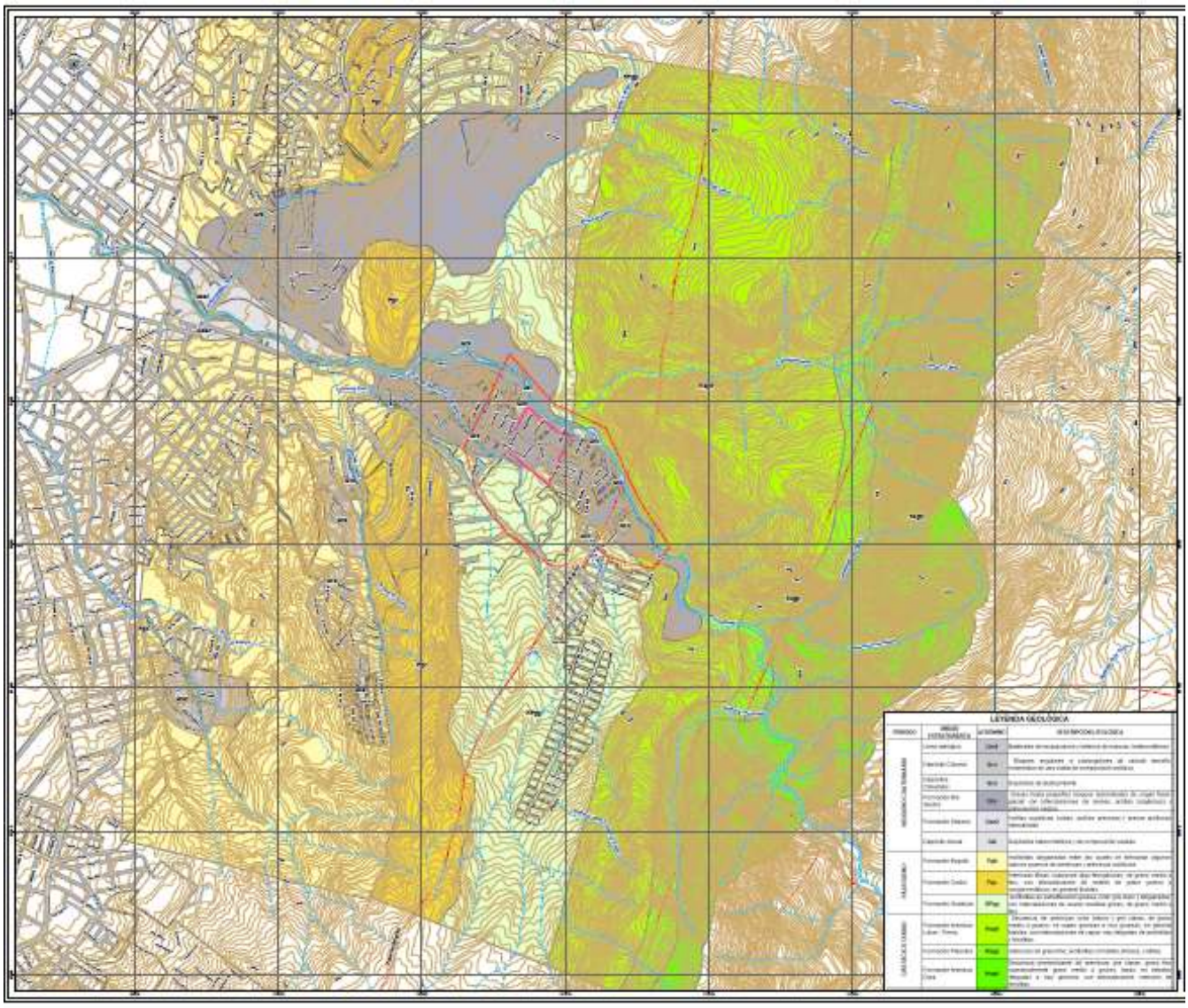


FIGURA 66. MAPA GEOLÓGICO REGIONAL DEL BARRIO LA GRAN COLOMBIA. ESCALA 15.000.

LEYENDA GEOLÓGICA			
PERIODO	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	ACRÓNIMO	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA
NEOGENO CUATERNARIO	Lleno antrópico	Qra1	Materiales de excavaciones y rellenos de basuras, heterométricos
	Depósito Coluvial	Qco	Bloques angulares a subangulares de variado tamaño, embebidos en una matriz de composición arcillosa
	Depósitos Coluviales	Qca	Depósitos de deslizamiento
	Formación Río Siecha	Qrs	Gravas hasta pequeños bloques redondeados de origen fluvio-glacial con intercalaciones de arenas, arcillas (orgánicas) y paleosuelos negros.
	Formación Sabana	Qsa2	Arcillas orgánicas, turbas, arcillas arenosas y arenas arcillosas intercaladas
	Depósito Aluvial	Qal	Depósitos heterométricos y de composición variada
PALEOGENO	Formación Bogotá	Pgb	Arcillolitas abigarradas entre las cuales se intercalan algunos bancos gruesos de areniscas y areniscas arcillosas
	Formación Cacho	Pgc	Areniscas líticas, cuarzosas algo ferruginosas, de grano medio a fino, con intercalaciones de niveles de grano grueso a conglomeráticos, en general friables.
	Formación Guaduas	KPgg	Arcillolitas en estratificación gruesa, color gris claro y abigarradas, con intercalaciones de cuarzo arenitas grises, de grano medio a fino.
CRETÁCICO TARDIO	Formación Arenisca Labor - Tierna	Ksglt	Secuencia de areniscas color blanco y gris claras, de grano medio a grueso, en capas gruesas a muy gruesas, en general friables, con intercalaciones de capas muy delgadas de arcillolitas y limolitas.
	Formación Plaeners	Ksgp	Areniscas de grano fino, arcillolitas y limolitas silíceas, y liditas.
	Formación Arenisca Dura	Ksgd	Secuencia predominante de areniscas gris claras, grano fino ocasionalmente grano medio a grueso, duras, en estratos delgados a muy gruesos, con intercalaciones menores de limolitas.

FIGURA 67. LEYENDA GEOLÓGICA - MAPA GEOLÓGICO REGIONAL DEL BARRIO LA GRAN COLOMBIA. ESCALA 15.000.

8.1.1. Estratigrafía

En el área de estudio se localiza en el sector suroriental de la Sabana de Bogotá en donde afloran rocas sedimentarias de edad Cretácea inferior, afectadas por plegamiento (anticlinales y sinclinales) y fallamiento, estas rocas se encuentran parcialmente cubiertas por depósitos recientes como aluviones, coluviones y niveles de suelo residual, de diferentes espesores, los cuales en sectores puntuales se presentan afectados por procesos de movimientos en masa y en menor proporción procesos erosivos tipo socavación lateral. En el anexo No 2 se presenta el mapa de geología regional.

Formación Arenisca Dura (Ksgd). Esta unidad referenciada originalmente por Hubach en 1931 y Renzoni en 1962, se presenta conformando algunos de los cerros que bordean la Sabana de Bogotá y en especial la zona de estudio. La Formación Arenisca Dura está constituida por areniscas cuarzosas, gris claras, de grano fino, en estratificación delgada a muy gruesa, lenticulares a plano paralelas, con intercalaciones esporádicas de arcillolitas y limolitas. Presenta un espesor variable, el cual oscila entre 308 y 460 m para el sector de los cerros surorientales y suroccidentales de Bogotá, y entre 185 y 350 m para el área occidental de la sabana (Caro & García, 1988; Pérez & Salazar, 1973; Martínez, 1990).

Las rocas de la Formación Arenisca Dura se depositaron en un ambiente litoral a sublitoral (Pérez & Salazar, 1973) y su edad es Campaniano-Santoniano. Es importante como acuífero y sus arenas se utilizan como materiales en construcción.

Formación Plaeners (Ksgp). Esta unidad fue referenciada por Hubach en 1957, la cual había sido descrita en 1931, y redefinida por Renzoni (1962, 1968). Litológicamente está constituida: en la parte inferior, por paquetes de areniscas de grano fino arcillolitas y limolitas silíceas, y liditas; la parte media, por una alternancia de limolitas, arcillolitas y areniscas de grano fino, y la parte superior, por limolitas y liditas. El espesor de la unidad es variable y oscila entre 156 y 212 m para la parte nororiental y suroccidental de Bogotá, y entre 60 y 300 m para la región occidental y noroccidental de la sabana. Su deposición ocurrió en un ambiente marino, de llanuras de lodo, durante el Maastrichtiano temprano (Pérez & Salazar, 1973). Se utiliza como fuente de recebo y como acuífero en zonas fracturadas.

Formación Labor y Tierna (Ksglt). Esta unidad fue definida por Renzoni en 1968. Al igual que las dos unidades anteriores y como unidad superior del Grupo Guadalupe, constituye la mayor parte de los cerros que bordean la Sabana de

Bogotá. Consta de tres conjuntos: a) uno inferior conformado por areniscas cuarzosas, de color gris claro, de poco espesor, de grano fino a medio, ligeramente friables; b) un conjunto intermedio donde predominan arcillolitas y limolitas silíceas, y c) el conjunto superior constituido por areniscas cuarzosas, gris claro, de grano medio a grueso, con estratificación cruzada, moderadamente friables, y en estratos de 0,2 a 3,0 m de espesor. El espesor total de la unidad es variable, así, para la región Suroriental de Bogotá oscila entre 235 y 290 m, mientras que para la región Occidental y Noroccidental oscila entre 166 y 300 m. Se considera que se depositó en un ambiente litoral durante el Maastrichtiano temprano a medio. Es importante como acuífero y proporciona la mayor parte de la llamada "arena de peña" para la construcción.

Formación Guaduas (KPgg). Está unidad fue referenciada originalmente por Hettner en 1892. Aflora en varios sectores del piedemonte de los cerros que bordean la sabana, cuyos mejores afloramientos se localizan principalmente en el sector de Usme-Tunjuelito, en los cerros orientales y suroccidentales de Bogotá, cerros de Suba, en algunos sectores de la región comprendida entre el Sur de La Calera, y el noroccidente de Chocontá; nororiente y Norte de Suesca, nororiente de Nemocón, noroccidente y suroccidente de Zipaquirá, Norte de Subachoque y La Pradera, sectores Norte y Sur de Facatativa, y al nororiente y noroccidente de Sibaté.

Consta de tres conjuntos litológicos: a) el inferior, conformado por arcillolitas y areniscas de grano fino y mantos de carbón; b) el conjunto intermedio, constituido por areniscas cuarzosas, de color gris claro, de grano fino a grueso, con intercalaciones de arcillolitas y mantos de carbón de poco espesor, y c) el superior, constituido por arcillolitas de color gris oscuro, con intercalaciones de areniscas cuarzosas, de grano medio a grueso y mantos de carbón. El espesor total de la unidad es de 1.000 m para la región Oriental y suroccidental de Bogotá, y entre 700 y 1080 m para la región occidental y nororiental de la sabana (Martínez, 1990).

Formación Cacho (Pgc). Esta unidad fue referenciada por Scheibe en 1918, redefinida por Hubach en 1945 y Campbell en 1962. Litológicamente está constituida por areniscas de grano medio a grueso, ocasionalmente conglomeráticas, color amarillo rojizo, friables, con estratificación cruzada, en estratos de 0,1 a 2,0 m, de espesor y localmente delgadas intercalaciones de lodolitas y arcillolitas. El espesor de la unidad es de 50 m para los cerros orientales Bogotá. Se cree que se depositó en un ambiente fluvial de ríos trenzados durante el Paleoceno tardío. La Formación Cacho es importante como acuífero y sus arenas se explotan como material de construcción.

Formación Bogotá (Pgb). Está unidad fue referenciada por Hubach en 1945 y redefinida por el mismo autor en 1957. Consta de dos conjuntos: a) el inferior

donde alternan arcillolitas de color gris oscuro y amarillo naranja, y areniscas cuarzosas de color gris verdoso, de grano fino hacia la base y grueso hacia el techo, friables, en estratos de 0,15 y 4,0 m de espesor, y b) el conjunto superior constituido por arcillolitas gris oscuras y gris verdosas, y pardas – rojizas por meteorización. El espesor de la unidad es variable, el cual oscila entre los 1.600 m para la región Oriental y Sur de Bogotá (Caro & García, 1988) y aproximadamente 500 m, para la región noroccidental de la Sabana (Martínez, 1990). Se cree que la deposición de la Formación Bogotá ocurrió en un ambiente de llanura aluvial y de ríos meándricos (Helmens, 1990), durante el Paleoceno tardío- Eoceno temprano. Infrayace de manera discordante a la arenisca de La Regadera. Las arcillas, como producto de meteorización se utilizan para fabricación de ladrillo, teja y tubería, y como impermeable para rellenos sanitarios.

Formación Sabana (Qsa2). Referenciada inicialmente por Hubach (1957). Se encuentra básicamente en el propio altiplano y cubre la parte más o menos plana de la sabana de Bogotá, suprayaciendo la Formación Subachoque y otras unidades. Comprende sedimentos lacustres, constituidos principalmente por arcillas. Hacia los márgenes de la cuenca existe un incremento en las intercalaciones de arcilla orgánica, turba, arcillas arenosas, arenas arcillosas y en sectores puntuales gravas, gravillas y arenas. En el centro de la cuenca representa aproximadamente 300 m de espesor, disminuyendo hacia los bordes. La edad es inferior a 1 millón de años, perteneciendo al Pleistoceno Medio a Tardío. Los datos palinológicos indican que fué depositada en un lago (ambiente lacustre) con fluctuaciones del nivel de agua, mostrando una relación estrecha con los cambios de las condiciones climáticas y de vegetación. La depositación cesó hace cerca de 30.000 (A.P.) años con la desaparición del lago de la Sabana.

Formación Río Siecha (Qrs). Se encuentra aflorando cerca del borde sureste del valle de Guasca y en el páramo de Sumapaz. Está constituida por gravas y cantos, con intercalaciones de arcillas inorgánicas, paleosuelos negros y localmente capas gruesas que contienen gran cantidad de cantos subangulares. El espesor máximo es de al menos 25 metros. Su edad parece ser Pleistoceno Medio a Tardío. La secuencia sedimentaría que constituye a la formación Río Siecha, se presenta como grandes sistemas de abanicos coalescentes, que han sido interpretados como depósitos fluvioglaciares, con intercalación de depósitos de solifluxión. La deposición de estos sedimentos de grano grueso fue Interrumpida durante ciertos periodos para dar paso a la formación de suelos. Las gravas y cantos fluvioglaciales constituyen una transición entre los depósitos morrénicos de altitud y las gravas fluviales de la cuenca sedimentaria de la Sabana.

Depósito coluvial Qco. Los depósitos de Ladera (coluvión) son productos originados por la acción de fenómenos tectónicos, y la fracturación, y de los

procesos de meteorización, denudación y / o flujos gravitacionales, de rocas preexistentes, que han tenido transporte por acción del agua y de la gravedad y se han depositado en las partes inferior y media de las laderas. Los depósitos relacionados con ambientes de ladera, de diferentes edades y composición que se han diferenciado en la región, se agrupan en Qco y Qca.

Depósitos de deslizamiento Qca. Son depósitos generados a partir de procesos de movimientos en masa de carácter antiguo

Depósito aluvial Qal. Depósitos de carácter granular generados por la dinámica del rio Fucha.

Lleno antrópicos Qra1. Depósitos de escombros e incluyen basuras, los cuales han sido dispuestos en algunos sitios específicos, para llenar zonas topográficas bajas.

8.1.2. Geología estructural

La Sabana de Bogotá se puede enmarcar dentro de un sinclinorio de mucha complejidad estructural, cuyo origen está asociado con la evolución geológica de la Cordillera Oriental de Colombia.

La configuración estructural de la cordillera se puede explicar, en forma general, mediante una tectónica que ha operado en dos fases principales: 1) una de tipo distensivo con anterioridad al Cretácico que permitió la deposición y litificación de sedimentos del Cretácico y del Paleógeno, y el Neógeno, en una cuenca limitada, al oriente y al occidente, por fallas normales actualmente conocidas como del Borde Llanero y del Magdalena, respectivamente; 2) una fase posterior comprendida a partir del Neógeno, aún actuante, que plegó y fracturó las rocas y produjo un levantamiento rápido de la cordillera, donde las fallas normales invirtieron su movimiento a inverso y se formaron fallas de rumbo; esta última fase se atribuye al choque entre las placas de Nazca y Suramérica (Tomado de INGEOMINAS, 2004).

8.1.3. Fallas y plegamientos

La mayoría de fallas abundantes son inversas, con vergencia tanto al oriente como al occidente, pero son comunes fallas transcurrentes, las cuales se caracterizan por ser de movimiento de rumbo izquierdo. Por las primeras sobresalen las fallas Bogotá, por las otras se destaca el sistema de Facatativá – San Cristóbal.

Es de anotar, que algunos autores interpretan las estructuras de la Sabana de Bogotá como un apretado sinclinorio fallado con rumbo NNE - SSW (Lobo -

Guerrero, 1992). Julivert (1963) plantea una tectónica de zócalo, y Camargo (1995), un estilo tectónico de despellejo de piel delgada. Al origen de la sabana, particularmente el sistema de fallas de Facatativá - San Cristóbal y el cabeceo hacia el sur de las estructuras anticlinales y sinclinales, se infiere un control tectónico (frontera sur de la Cuenca de la Sabana de Bogotá), que sirvió de barrera estructural, la cual impidió una deposición más amplia de los sedimentos cuaternarios hacia el sur. Camargo (1995) y Caro et al (1996), presentan un modelo esquemático para explicar el origen de la depresión de la Sabana de Bogotá, donde son importantes los plegamientos diferenciales de bloques mediante desgarres a lo largo de los sistemas de falla suroriente - noroccidente, especialmente la Falla de Usaquén y el sistema de Facatativá - San Cristóbal (FIGURA 68).

Muchas de las fallas existentes en la sabana son, en sentido estricto, de origen neotetónico, aunque no todas son activas, es decir, mecánicamente movibles de acuerdo con la velocidad y dirección del campo de esfuerzos actuante. En los alrededores de la sabana se presentan deformaciones de origen neotectónico, tal como en la Formación Tilatá de edad Pliocena.

En el relleno cuaternario de la Sabana de Bogotá, no se ha encontrado evidencias morfotectónicas de fallamiento activo, aunque algunos indicios morfológicos se detectaron en las fallas de Usaquén, Río Tunjuelito y en el sistema de Facatativá.

Se describe a continuación las fallas más importantes de la zona de estudio. En FIGURA 68 (tomado del INGEOMINAS, 1996) se presentan las características de dichas fallas.

Falla de Bogotá. Es de tipo inverso, con actividad neotectónica desconocida y marca el límite estructural más sobresaliente que bordea la sabana por el costado oriental. Tiene dirección promedio N10°E, longitud alrededor de 50 Km. y plano de falla con buzamiento al oriente. La traza de esta estructura se ubica en el piedemonte de los cerros orientales, donde pone en contacto estratos invertidos de rocas cretácicas del Grupo Guadalupe cabalgando sobre formaciones del Paleógeno Tabla 22. Los indicios de neotectónica que muestra la Falla de Bogotá tienen algo de incertidumbre, por lo que se cataloga de actividad incierta. Ante la importancia que reviste conocer la actividad neotectónica de esa falla, se requieren estudios más detallados y especializados.

TABLA 22 : CARACTERÍSTICAS DE LAS FALLAS DE LA REGIÓN CENTRAL. TOMADO DE (INGEOMINAS 2005)

Nombre de la falla	No	Total, indicios neotectónicos (Km.)	TAS	Tipo	Azimut; buzamiento	MMP	DM (Km)
Bogotá	1 (-)	10	B	I	10°,E	6,4	3

CONVENCIONES

(*) Activa, (+) Pot/mente activa, (-) activa incierta, (I) Inversa, (D) Dextral, (S) Sinestral(DM), Distancia media a Bogotá, (A) Alta (M) Moderada, (B) Baja, (MB) Muy baja (V) Vertical, (E) Este, (W) Oeste, (MMP) Magnitud Máxima Probable.

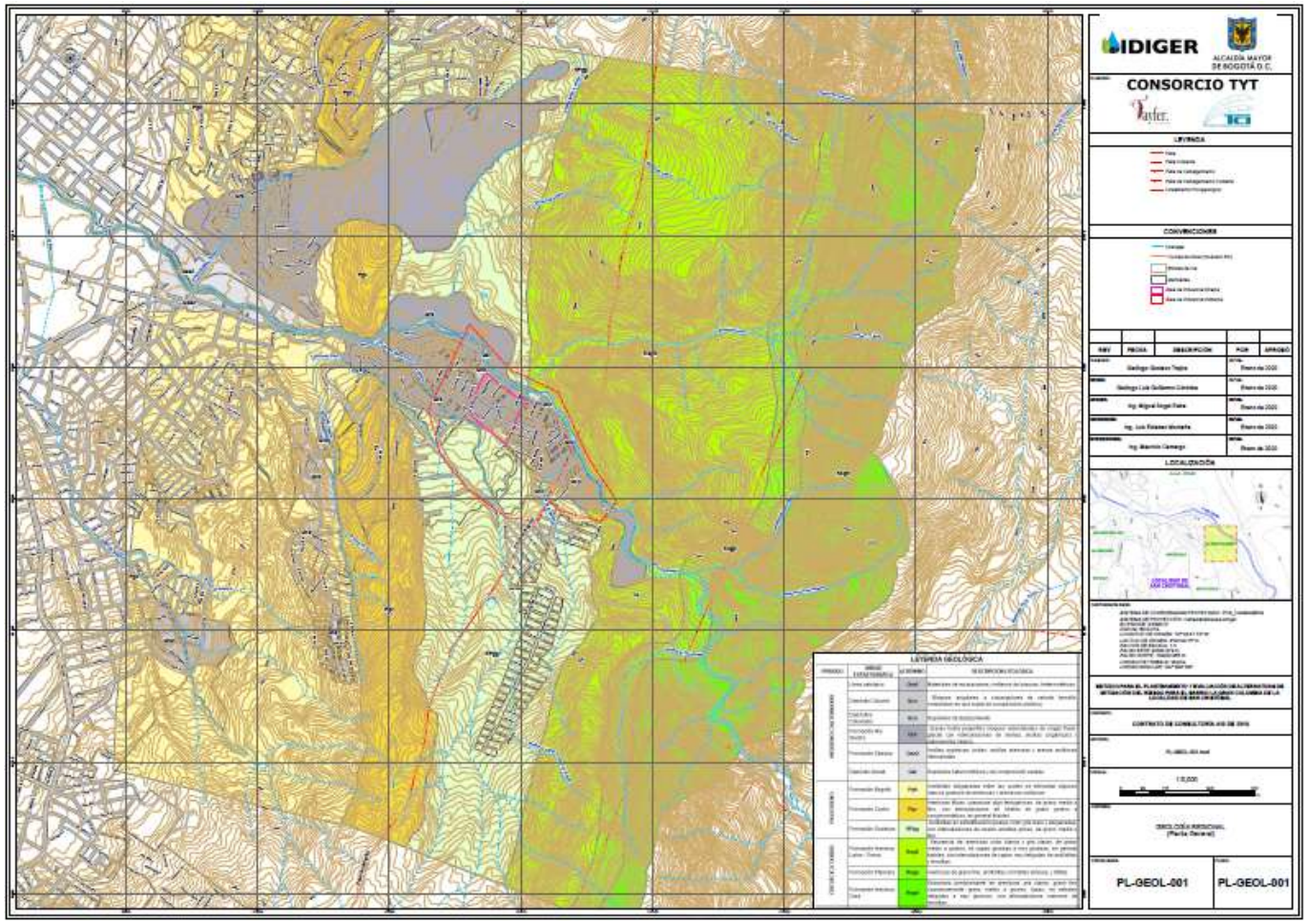


FIGURA 68. MAPA ESTRUCTURAL DE LA SABANA DE BOGOTÁ Y ALREDEDORES (ADAPTADO DE CAMARGO, 1995; EN INGEOMINAS,2009

LEYENDA GEOLÓGICA

PERIODO	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	ACRÓNIMO	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA
NEOGENO CUATERNARIO	Lleno antrópico	Qra1	Materiales de excavaciones y rellenos de basuras, heterométricos
	Depósito Coluvial	Qco	Bloques angulares a subangulares de variado tamaño, embebidos en una matriz de composición arcillosa
	Depósitos Coluviales	Qca	Depósitos de deslizamiento
	Formación Río Siecha	Qrs	Gravas hasta pequeños bloques redondeados de origen fluvio-glacial con intercalaciones de arenas, arcillas (orgánicas) y paleosuelos negros.
	Formación Sabana	Qsa2	Arcillas orgánicas, turbas, arcillas arenosas y arenas arcillosas intercaladas
	Depósito Aluvial	Qal	Depósitos heterométricos y de composición variada
PALEOGENO	Formación Bogotá	Pgb	Arcillolitas abigarradas entre las cuales se intercalan algunos bancos gruesos de areniscas y areniscas arcillosas
	Formación Cacho	Pgc	Areniscas líticas, cuarzosas algo ferruginosas, de grano medio a fino, con intercalaciones de niveles de grano grueso a conglomeráticos, en general friables
	Formación Guaduas	KPgg	Arcillolitas en estratificación gruesa, color gris claro y abigarradas, con intercalaciones de cuarzo arenitas grises, de grano medio a fino.
CRETÁCICO TARDIO	Formación Arenisca Labor - Tierna	Ksglt	Secuencia de areniscas color blanco y gris claras, de grano medio a grueso, en capas gruesas a muy gruesas, en general friables, con intercalaciones de capas muy delgadas de arcillolitas y limolitas.
	Formación Plaeners	Ksgp	Areniscas de grano fino, arcillolitas y limolitas silíceas, y liditas.
	Formación Arenisca Dura	Ksgd	Secuencia predominante de areniscas gris claras, grano fino ocasionalmente grano medio a grueso, duras, en estratos delgados a muy gruesos, con intercalaciones menores de limolitas

FIGURA 69 LEYENDA GEOLÓGICA - MAPA ESTRUCTURAL DE LA SABANA DE BOGOTÁ Y ALREDEDORES (ADAPTADO DE CAMARGO, 1995; EN INGEOMINAS,2009

Sin ser el alcance el de este, al nivel de neotectónica, se aclara que ninguno de los lineamientos a que hace mención el estudio a traviesan o disectan directamente el área de influencia del proyecto, la influencia a nivel de características locales corresponde a las estructuras y controles para efectos de los análisis de estabilidad. Desde la perspectiva sísmica la influencia de los rasgos estructurales debe ser considerados a nivel de movimientos de diseño.



FIGURA 70. VISITA HIPSOMÉTRICA DE LA ZONA DE INFLUENCIA DIRECTA (ROJO) E INDIRECTA (LÍNEA BLANCA), EN CONTRASTE CON LAS PENDIENTES. IMAGEN DE GOOGLE EARTH, 26/10/2019.

8.1.4. Metodología Trabajo de Campo

La zona de estudio hace parte de una cuenca sedimentaria antigua

Para el desarrollo del trabajo de campo es importante tener en cuenta, de manera general la caracterización de las unidades de geología para ingeniería, la cual se enmarca en la siguiente metodología

- Caracterización de las unidades de geología para ingeniería (UGI).

En el presente estudio se caracterizaron y cartografiaron Unidades Geológicas para ingeniería a escala detallada (1:200), las cuales fueron clasificadas desde el punto de vista ingenieril de acuerdo con las condiciones físico-mecánicas de las rocas y suelos, siguiendo la metodología y nomenclatura de INGEOMINAS (2007).

Estos mapas se obtuvieron a partir del análisis de la información geológica que permite separar diferentes tipos de roca de acuerdo con su grado de meteorización, cantidad y estado de las discontinuidades y resistencia geológica, en roca intermedia, blanda o muy blanda, así como en diferentes tipos de suelos de acuerdo con su origen, en transportados y residuales. Se describen a continuación los parámetros que se utilizaron para diferenciar las diferentes unidades Ingenieriles en la zona de estudio.

- Caracterización de la matriz rocosa.

La descripción de los materiales geológicos con fines ingenieriles requiere determinar sus propiedades básicas y obtener parámetros para su clasificación geomecánica. La identificación de la litología de los materiales se basó en las clasificaciones geológicas de las rocas de acuerdo con su origen -(sedimentaria), composición (cuarzosas, arcillosas, feldespáticas, etc.), texturales (tamaño de grano, tipo de cementación, cristalinidad, porosidad, estratificación), edad y formación a la que pertenecen. Estas características se obtienen mediante la descripción de perfiles de afloramientos rocosos, exploración del subsuelo, muestreo de suelos y rocas, ensayos in situ y análisis de laboratorio.

- Grado de meteorización.

Se define como un proceso por el cual las rocas sólidas son cambiadas o transformadas, debido a la desintegración física y descomposición química en la superficie de la tierra o muy cerca de ella. Este proceso ocurre "In situ" y el resultado final da origen a un perfil de roca alterada o saprolito, y a la formación de suelos residuales, los cuales tienen propiedades diferentes a la roca original.

El Grado de meteorización: Es la descripción cualitativa del estado de meteorización de los materiales tomando en cuenta la distribución y proporción relativa de la meteorización en el macizo rocoso y en sus discontinuidades. La

meteorización tiene un efecto sobre la resistencia y comportamiento mecánico del macizo rocoso, por lo tanto, es importante definir el grado de meteorización de las rocas, para lo cual se utilizan los perfiles generalizados de Deere & Patton (1971) y Dearman (1974, 1991). Es importante mencionar que, de acuerdo a SGC, 2017, consideran como suelo a los horizontes VI (suelo residual), V (roca completamente meteorizada o descompuesta, saprolito fino) y IV (roca altamente meteorizada o descompuesta, saprolito grueso) del perfil de meteorización de Dearman (1974, 1991). El saprolito se define como el manto meteorizado que se comporta en general como un suelo en términos geotécnicos y que presenta rasgos texturales y estructurales del Material parental (roca madre), y el cual sumado con el horizonte VI conforma el suelo residual tropical (Anon, 1990, citado por Aristizábal et al., 2011), ver Figura 68, se presentan los Perfiles idealizados de la meteorización, de los suelos, en afloramiento o en núcleo de perforaciones.

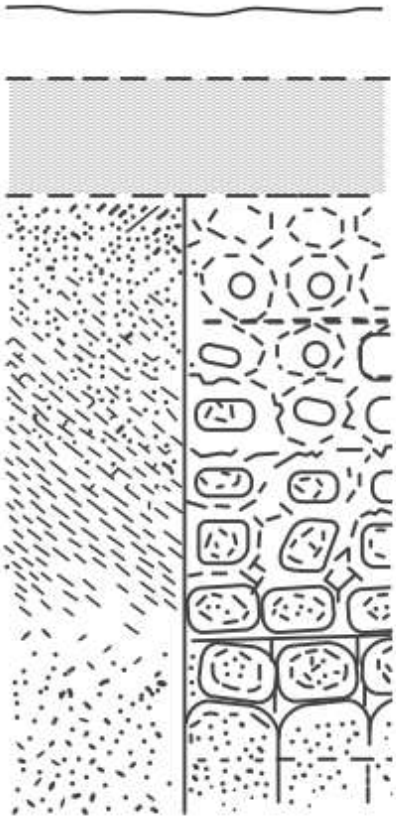
El tipo y grado de meteorización influye en la estabilidad de las laderas y en la acción de los procesos erosivos, al igual que sobre las propiedades físico–mecánicas de las rocas, tales como densidad, resistencia a la comprensión inconfinada, porosidad, permeabilidad, deformabilidad y consistencia.

Con los parámetros anteriores se caracterizó y clasificó la matriz rocosa de acuerdo con su resistencia a la compresión simple, según índices de campo de la ISRM así (**Tabla 23**).

TABLA 23 : COMPARACIÓN DE PERFILES DE METEORIZACIÓN DE UN MACIZO ROCOSO SEGÚN DEERE Y PATTON (1971), DEARMAN (1974, 1991) Y FORERO ET AL. (1999)

DEERE Y PATTON (1971) (Todas las rocas) ZONA		DEARMANN (1974, 1991) (Todas las rocas) ZONA	GRADO	UNIDAD	FORERO et al, (1999) (Todas las rocas)		DESCRIPCION CARACTERISTICAS DE CAMPO
I SUELO RESIDUAL	IA HORIZONTE A (Capa vegetal)	SUELO RESIDUAL (Se)	VI	SUELO	SUELO	SUELO RESIDUAL TROPICAL (SUELO IN SITU) > 90% Suelo	• Las capas superiores ricas en materia orgánica, contienen humus y restos de raíces de plantas; generalmente de color gris oscuro. • Todo el material rocoso es convertido a suelo. • La macrofábrica y la estructura original es destruida. Característicamente arcillo – limoso. Suelo sin estructuras heredadas.
	IB HORIZONTE B						
	IC HORIZONTE C (SAPROLITO) (Roca descompuesta)	ROCA COMPLETAMENTE METEORIZADA (Rem)	V		SAPROLITO FINO		• Roca decolorada pasando generalmente a colores variados. • Macizo rocoso completamente descompuesto y/o desintegrado a suelo, pero aun conservando algo de la macrofábrica original. • Las estructuras heredadas (planos de estratificación, foliación, diaclasas y fallas) se conservan. • Presencia de fragmentos rocosos entre 10% y 35%; fácilmente excavable y desmenuzable, sin ayuda del martillo. Ocasionalmente pueden reconocerse núcleos. Suelos con estructuras heredadas.
II ROCA METEORIZADA	IA TRANSICION DESDE SAPROLITO HASTA ROCA METEORIZADA	ROCA ALTAMENTE METEORIZADA (Rem)	IV	ROCA Y SUELO (MATERIAL METEORIZADO)	SAPROLITO GRUESO	SAPROLITO	• Roca decolorada y altamente alterada, el cual más del 50% del material rocoso está descompuesto o desintegrado a suelo. • Fragmentos rocosos rompibles y desmenuzables sin ayuda del martillo. • Las estructuras (planos de estratificación, foliación, diaclasas y con fallas); se mantienen, en general se presentan oxidadas, abiertas, con o sin relleno. Saprolito con fragmentos pequeños de roca. • La meteorización esferoidal es común. • Presencia de fragmentos de roca sin meteorizar entre 35% y 70%.
	IIB ROCA PARCIALMENTE METEORIZADA	ROCA MODERADAMENTE METEORIZADA (Rmm)	III		MACIZO ROCOSO METEORIZADO	> 50% ROCA	• La roca se presenta altamente decolorada con notable meteorización, en la cual menos del 50% del material rocoso esta descompuesto o desintegrado a suelo. • Material rocoso rompible y excavable con ayuda del martillo y otras herramientas. • Las discontinuidades pueden estar oxidadas y abiertas, con o sin relleno. Bloques de roca que no encontrabas.
III ROCA NO METEORIZADA	III ROCA FRESCA	ROCA DEBILMENTE METEORIZADA (Rdm)	II	ROCA	MACIZO ROCOSO	NO METEORIZADO	• Macizo rocoso débilmente decolorado. • La roca puede estar decolorada en las superficies de las discontinuidades, las cuales pueden estar abiertas y oxidadas; la roca es dura resistente excavable con ayuda de otras herramientas. Bloques de roca que no se rompen.
		ROCA NO METEORIZADA (FRESCA) (RI)	I				• Roca fresca sin signos visibles de meteorización • Las discontinuidades mayores pueden presentar ocasionalmente decoloración y oxidación.

A. Perfiles idealizados de meteorización sin núcleos (izquierda) y con núcleos (derecha)



Humus	
VI Suelo residual	Todo el material rocoso convertido en suelo; no se observa ningún vestigio de la estructura de la masa ni de la fábrica del material original. Cambio de volumen.
V Completamente meteorizado	Todo el material rocoso está descompuesto y desintegrado hasta ser convertido en suelo. La estructura de la masa original se conserva intacta en gran medida.
IV Muy meteorizado	Más del 50% del material rocoso descompuesto o desintegrado hasta ser convertido en suelo. Fragmentos de roca intacta o decolorada que forman un entramado o se conservan como núcleos aislados.
III Moderadamente meteorizado	Menos del 50% del material rocoso descompuesto y desintegrado hasta ser convertido en suelo. La roca intacta o decolorada forma un entramado continuo o se conserva como núcleos aislados.
II Ligeramente meteorizado	La decoloración de la roca indica su meteorización o la presencia de superficies mayores de discontinuidad. Todo el material rocoso puede estar decolorado por meteorización y puede ser menos resistente que la roca fresca.
IB Débilemente meteorizado	Decoloración de las superficies de discontinuidad.
IA Roca fresca	No se aprecian signos de meteorización.

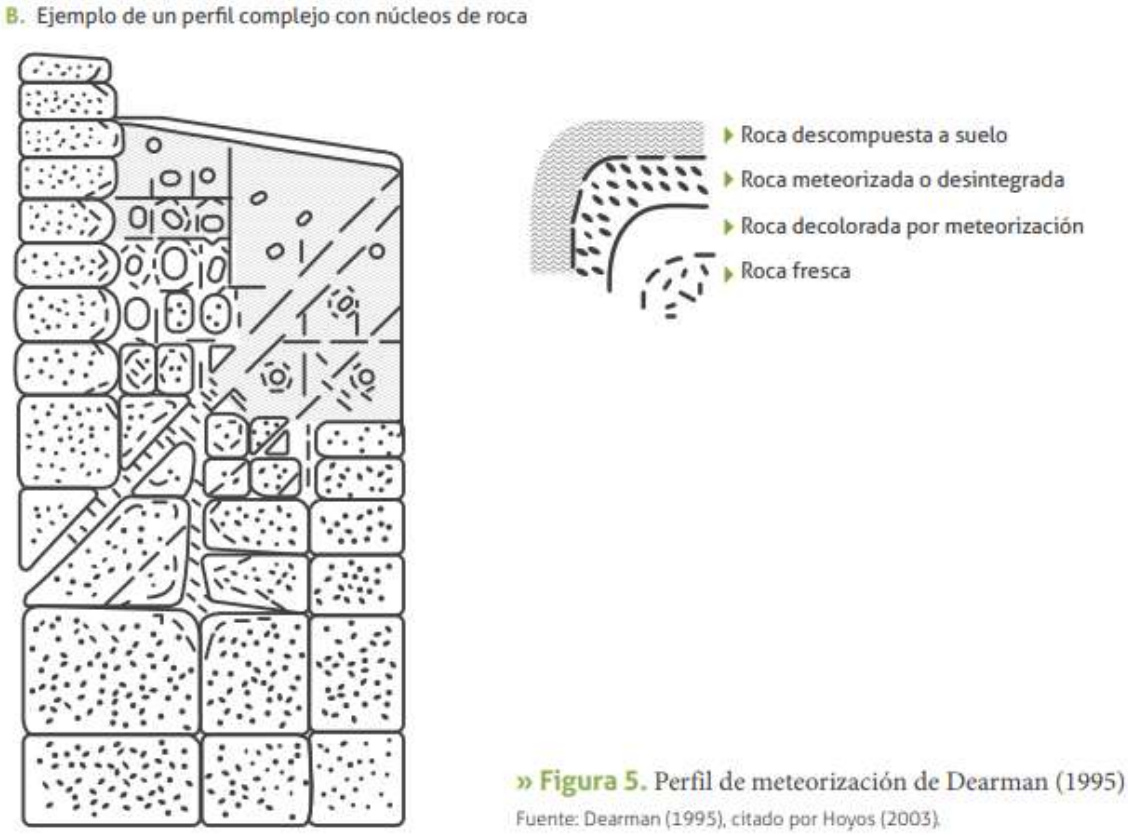


FIGURA 71. PERFILES IDEALIZADOS DE METEORIZACIÓN. TOMADO DE SGC, 2017.

TABLA 24: ÍNDICES DE CAMPO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE, DE SUELOS COHESIVOS Y ROCAS. TOMADO DE SGC, 2017 EN ISRM (1981).

CLASE	DESCRIPCIÓN	IDENTIFICACIÓN EN CAMPO	APROXIMACIÓN AL RANGO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE (MPa)
S1	Suelo muy blando	El puño penetra fácilmente varios cm	< 0,0025
S2	Suelo blando	El dedo penetra fácilmente varios cm	0,0025 – 0,05
S3	Suelo firme	Se necesita una pequeña presión para hincar el dedo	0,05 – 0,10
S4	Suelo rígido	Se necesita una fuerte presión para hincar el dedo	0,10 – 0,25
S5	Suelo muy rígido	Con cierta presión puede marcarse con la uña	0,25 – 0,50
S6	Suelo duro	Se marca con dificultad al presionar con la uña	> 0,50
R0	Roca extremadamente blanda	Se puede marcar con la uña	0,25 – 1
R1	Roca muy blanda	Al golpear con la punta del martillo la roca se desmenuza. Con navaja se talla fácilmente	1 – 5
R2	Roca blanda	Al golpear con la punta del martillo se producen ligeras marcas. Con navaja se talla con dificultad	5 – 25
R3	Roca moderadamente dura	Con un golpe fuerte del martillo puede fracturarse. Con la navaja no puede tallarse	25 – 50
R4	Roca dura	Se requiere más de un golpe del martillo para fracturarla	50 – 100
R5	Roca muy dura	Se requieren muchos golpes del martillo para fracturarla	100 – 250
R6	Roca extremadamente dura	Al golpear con el martillo sólo saltan esquirlas	> 250

- Descripción de las discontinuidades

Los tipos de discontinuidades que se pueden diferenciar en un afloramiento rocoso incluyen las diaclasas, planos de estratificación, laminación, foliación, fallas, diques y superficies de contacto entre rocas sedimentarias y metamórficas o ígneas. La orientación de las familias de discontinuidades con respecto a la dirección del talud, así como su espaciamiento, persistencia, abertura, rugosidad y resistencia de las paredes, determinan en un macizo rocoso su comportamiento ante cargas y cortes o excavaciones.

- Índice de fracturamiento Jv.

Mide la intensidad de fracturamiento de un macizo rocoso y se define como la sumatoria del número de discontinuidades por familia, encontrados por metro cúbico, en un afloramiento. En forma práctica, para calcular este valor, se suman las discontinuidades de la misma familia, encontradas en un tramo o longitud

que puede variar entre 5 y 10 m, medido en forma perpendicular a la dirección de cada familia:

$$Jv = \sum ((\text{Número de discontinuidades por familia/longitud (m)}$$

Por ejemplo, $Jv = 6/10+25/8+15/5+2/10 = 12{,}4\ /m^3$

Mediante este valor encontrado y de acuerdo con lo sugerido por la ISRM (1981), se puede estimar el tamaño del bloque, ver Tabla 25:

TABLA 25: DESCRIPCIÓN DEL TAMAÑO DEL BLOQUE EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE DISCONTINUIDADES. TOMADO DE ISRM (1981)

Clase	Descripción	J_v (discontinuidades / m^3)
I	Bloques muy grandes	< 1
II	Bloques grandes	1 – 3
III	Bloques medianos	3 – 10
IV	Bloques pequeños	10 – 30
V	Bloques muy pequeños	> 30
VI	Macizo brechificado	> 60

Teniendo en cuenta las correlaciones de campo, se determinaron rangos de calidad del macizo rocoso de acuerdo con el índice de Fracturamiento Jv así:

TABLA 26: RANGOS DE CALIDAD DEL MACIZO ROCOSO DE ACUERDO CON EL INDICIE DE FRACTURAMIENTO. TOMADO DE ISRM (1981)

Roca muy dura	Jv	1 Fr/m^3
Roca dura	Jv	2 - 3 Fr/m^3
Roca intermedia	Jv	4 - 30 Fr/m^3
Roca blanda	Jv	31 - 60 Fr/m^3
Roca muy blanda	Jv	> 61 Fr/m^3

- Índice de resistencia geológico (G.S.I)

El valor del índice GSI (Geological Strength Index - índice de Resistencia Geológica) fue introducido por Hoek (1994) y Hoek et al. (1995) y permite estimar la reducción de la resistencia del macizo rocoso para distintas condiciones geológicas, en función del grado y características de la fracturación, estructura geológica, tamaño de los bloques y alteración de las discontinuidades. Esta carta fue utilizada para estimar los valores de GSI en las rocas encontradas en el área de estudio la Tabla 27 y la Tabla 28 para macizos rocosos cizallados con una calidad extremadamente pobre de material laminado, como limolitas, arcillolitas laminadas o filitas, a veces interestratificadas con rocas más resistentes como areniscas, calizas o cuarcitas.

TABLA 27. FACTOR GSI PARA MACIZOS ROCOSOS HOMOGÉNEOS, PARTIR DE OBSERVACIONES GEOLÓGICAS (MARINOS AND HOEK 2001).

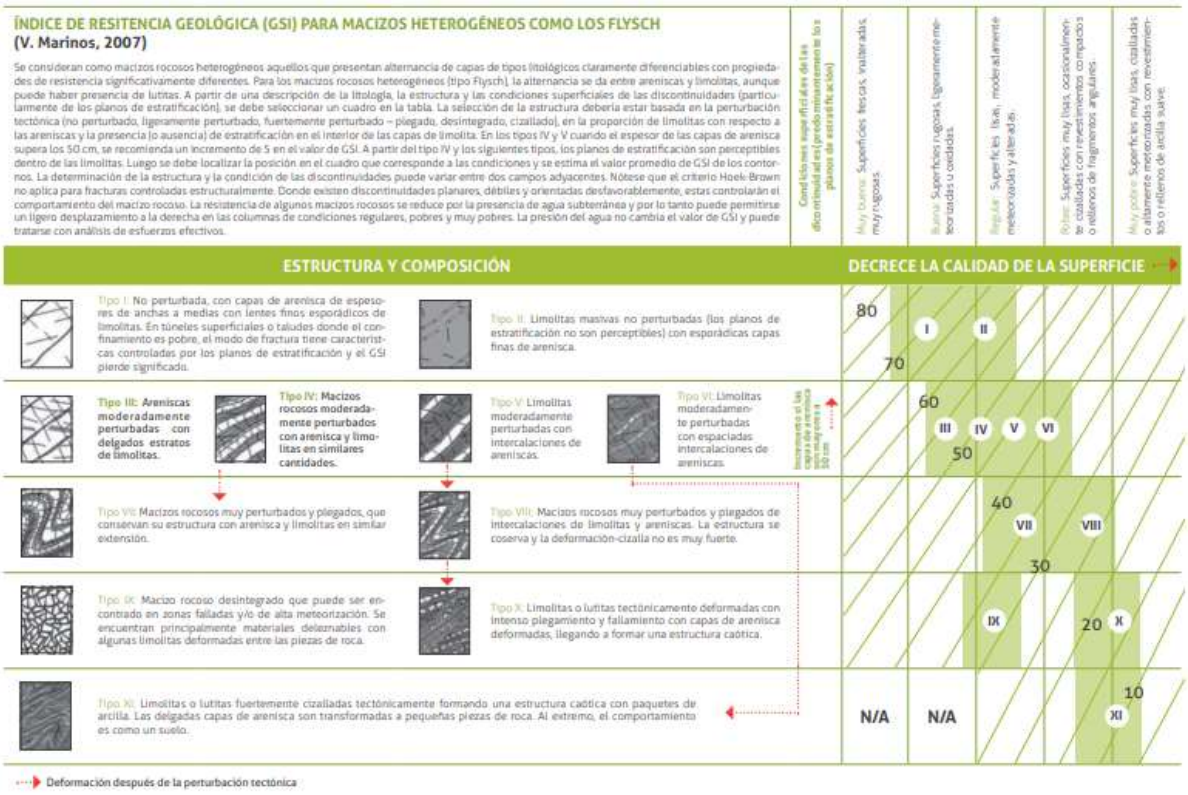
ÍNDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA PARA ROCAS DIACLASADAS
(Hoek y Marinos, 2000)

A partir de la litología, la estructura y las condiciones superficiales de las discontinuidades, se debe estimar el valor promedio de GSI. No intentar ser tan preciso. Considerar un rango de 33 a 37 es más realista que indicar un GSI=35. Nótese que la tabla no aplica para fracturas controladas estructuralmente. Donde existen planos estructurales débiles con una orientación desfavorable con respecto a la superficie de la excavación, estos controlarán el comportamiento de todo el macizo rocoso. La resistencia al corte de superficies en rocas que están propensas a deteriorarse como resultados de cambios de humedad, se reducirá si hay agua presente. Cuando se trabaja con rocas en las categorías regular a muy pobre, puede hacerse un movimiento hacia la derecha para condiciones húmedas. La presión del agua es considerada mediante análisis de esfuerzos efectivos.

	CONDICIONES DE SUPERFICIE DE LAS DISCONTINUIDADES					
	Muy buena: Superficies muy rugosas inalteradas	Buena: Superficies rugosas ligeramente alteradas con manchas de oxidación.	Regular: Superficies suaves, alteradas a moderadamente alteradas	Pobre: Superficies rugosas pulidas, altamente alteradas, con rellenos compactos o fragmentos angulares	Muy pobre: Superficies pulidas, altamente alteradas con rellenos arcillosos blandos.
ESTRUCTURA	**DECRECE LA CALIDAD DE LA SUPERFICIE**				
Masiva o intacta: Muestras de roca intacta o masiva *in situ*, con pocas discontinuidades espaciadas ampliamente.	90 / 80			N/A	N/A
Blocosa: Macizo rocoso sin alterar, bien entrabado que consiste en bloques cúbicos formados por tres familias de discontinuidades intersecadas.		70 / 60			
Muy blocosa: Macizo parcialmente alterado, entrabado, con bloques de varias caras angulares formados por cuatro o más familias de discontinuidades.			50		
Blocosa / Alterada: Plegado, con bloques angulares formados por muchas intersecciones de familias de discontinuidades. Persistencia de planos de estratificación o esquistosidad.			40	30	
Desintegrada: Macizo rocoso muy fracturado, pobremente entrabado, con mezclas de fragmentos de roca angulares y redondeados.				20	
Laminada / Cizallada: Ausencia de bloques debido a espacios cerrados de tenue esquistosidad o planos de cizalla.	N/A	N/A			10

DECRECE EL ENTRABAMIENTO DE BLOQUES DE ROCA

TABLA 28: ESQUEMA GENERAL PARA ESTIMAR EL VALOR DEL GSI, PARA MACIZOS ROCOSOS HETEROGÉNEOS COMO FLYSCH. TOMADO DE MARINOS ET AL. (2007).



El GSI se correlaciona con el índice RMR de Bieniawski en sus versiones de 1976 y 1989 de la siguiente manera:

GSI = RMR, para RMR > 18 (Bieniawski, 1976) o

GSI = RMR – 5, para RMR < 23 (Bieniawski, 1989).

- Clasificación de macizo rocoso- RMR (Rock Mass Rating)

El índice RMR fue desarrollado por Bieniawski (1976) y representa un sistema de clasificación de macizos rocosos que correlaciona la calidad de roca con parámetros de diseño y sostenimiento de túneles. Se basa en resistencia a compresión simple del macizo rocoso GSI, RQD (grado de fracturamiento), espaciamiento entre discontinuidades, condición de las discontinuidades, condiciones hidrogeológicas y orientación de las discontinuidades con respecto a la excavación. En este sistema se califica cada factor mencionado asignándole un valor y al final se realiza una sumatoria, obteniéndose un valor que corresponde a la calidad del macizo rocoso. En la Tabla 29 se resume el método, el cual fue aplicado a los diferentes afloramientos de la zona.

TABLA 29: SISTEMA DE CALIFICACIÓN DEL RMR PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE MACIZOS ROCOSOS DE BIENAWSKI (1976)

RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Mpa)	RQD (CALIDAD)	ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES (mm-m)	CONDICION DE LAS DICONTINUIDADES	AGUA SUBTERRANEA (Lit/Min)	CLASES RMR
1-25 (0-2)	<25 Muy Mala (3)	<60 mm (5)	Relleno blando > 5mm (0)	Flujo (0)	**ROCA MUY POBRE <20**
25-50 (4)	25-50 Mala (8)	60-200 mm (8)	Superficies pulidas, gouge <5mm (10)	Goteo (4)	**ROCA POBRE (21-40)**
50-100 (7)	50-75 Media (13)	200-600 mm (10)	Superficie Lig rugosa altamente meteorizada,separacion <1 mm (20)	Mojado (7)	**REGULAR (41-60)**
100-250 (12)	75-90 Buena (17)	0.6 m-2 m (15)	Superficie Lig rugosa Lig meteorizada,separacion <1 mm (25)	Húmedo (10)	**BUENA (61-80)**
>250 (15)	90-100 Muy Buena (20)	>2 m (20)	Superficie Muy rugosa, no continua, cerradas, No meteorizada (30)	Seco (15)	**MUY BUENA (81-100)**

De acuerdo con la variación en todos los factores considerados anteriormente, se hicieron correlaciones para los diferentes tipos de macizo, número de discontinuidades, Jv, RQD y RMR, **Tabla 30.**

TABLA 30: CORRELACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIFICACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES, UTILIZADOS POR INGEOMINAS PARA CLASIFICAR LA CALIDAD DE LOS MACIZOS ROCOSOS

TIPO DE MACIZO	NUMERO DE FAMILIAS DE DISCONTINUIDADES	DESCRIPCION DEL TAMAÑO DE BLOQUE	GSI (%)	Jv Número Discont/m 3	RQD	RMR	CLASIFICACION UGS-INGEOMINAS
VIII – IX	*Cuatro o mas familias de discontinuidades o Brechificado*	BLOQUES MUY PEQUEÑOS	0-30	>30	<25	<20	ROCA BLANDA
VI – VII	*Tres familias de discontinuidades mas otras ocasionales*	BLOQUES PEQUEÑOS	30-60	10 -- 30	25-50	21-40	ROCA INTERMEDIA
IV – V	*Dos familias de discontinuidades mas otras ocasionales*	BLOQUES MEDIANOS		3 -- 10	50-75	41-60	
II –III	*una familia de discontinuidades mas otras ocasionales*	BLOQUES GRANDES	60-80	1 -- 3	75-90	61-80	ROCA DURA
I	*Masivo, discontinuidades ocasionales*	BLOQUES MUY GRANDES	80-90	< 1	90-100	81-100	ROCA MUY DURA

8.1.5. Geología y Geomorfología de la zona de estudio.

La zona de estudio hace parte de una cuenca sedimentaria antigua, afectada por procesos de origen estructural en los que se combina plegamiento y fallamiento intenso, relacionados con el levantamiento y la evolución de la cordillera Oriental de Colombia, representado en la actualidad, por pliegues sinclinales y anticlinales erosionados y fallados, en la zona de estudio la disposición estructural de las rocas predominan de NW-SE, buzando de manera preferencial hacia el NE con ángulos de inclinación de 45º a 55º, donde se puede apreciar laderas estructurales y de contrapendientes, escarpes de roca, las cuales constituye la zona más prominente, con relieve muy escarpado.

El predio de estudio ocupa una pequeña porción, del piedemonte de los cerros Orientales, donde, los materiales constituidos por rocas sedimentarias del Cretáceo, formando un relieve relativamente suave a ondulado, limitado al E por el río Fucha y laderas y escarpe con pendientes que superan los 65º, al SW por la quebrada la Pichosa que discurre de manera consecuente y en dirección NW, esta zona presenta su máxima cota a los 2808 m.s.n.m en la diagonal 13B sur (quebrada La Pichosa) y 2753 m.s.n.m en el rio Fucha, alcanzando una diferencia de altura de aproximadamente 55 m. Cuya cobertura vegetal predominante consiste en pastos, herbazales y arbustales, además al sector suroriental del

predio se encuentran emplazados algunos eucaliptos, es de anotar que este predio limita al nororiente con los Cerros Orientales.

8.1.5.1 Geología Local de la Zona de Estudio.

La geología para ingeniería se define como la "aplicación de todas las ramas de la ciencia geológica a la solución práctica de problemas de ingeniería". Es el campo disciplinario de aplicación de todos los principios de la geología al estudio de los materiales naturales: rocas y suelos.

La geología aplicada a la ingeniería constituye la herramienta básica más adecuada para recoger, interpretar y presentar la información temática de utilidad en las fases de prefactibilidad, factibilidad, diseño, construcción, operación, y el mantenimiento de obras de ingeniería, así como otros aspectos de los proyectos como: el planeamiento del uso del suelo para el desarrollo urbano, los planes de ordenamiento territorial, el desarrollo minero; así como también en los campos de mitigación, prevención y control de los riesgos geológicos, al igual que en los impactos ambientales resultantes del desarrollo de diferentes proyectos.

En el presente estudio se caracterizaron y cartografiaron Unidades de roca y suelo a escala detallada (1:200), las cuales fueron clasificadas desde el punto de vista ingenieril de acuerdo con las condiciones físico-mecánicas de las rocas y suelos, siguiendo la metodología y nomenclatura del INGEOMINAS (2007). Las unidades ingenieriles se consideran como formaciones correlativas de los procesos morfodinámicos, debido a la acción de agentes exógenos y endógenos que modelan la superficie terrestre y son unidades cartografiables, las cuales se utilizan como herramienta para evaluar el comportamiento mecánico de los terrenos ante diferentes usos, como desarrollo de obras de infraestructura, construcción de instituciones educativas y demás usos.

La caracterización de las Unidades ingenieriles se realizó a partir de la información geológica básica, la cartografía de los materiales de superficie según su origen y litología (composición y textura) y las condiciones de meteorización o alteración, cantidad y estado de las discontinuidades y resistencia geológica, en roca Blanda o Muy Blanda, así como en diferentes tipos de suelos de acuerdo con su origen, en transportados y residuales.

A continuación, se describen los diferentes materiales (roca o suelo) que afloran en el área de estudio, barrio Gran Colombia. En la figura se presenta el mapa de geología de la zona de estudio (**FIGURA 72**)

8.1.5.2 Unidad de roca.

De acuerdo con la variación de los factores considerados anteriormente, se hicieron correlaciones y descripciones en los afloramientos para los diferentes tipos de macizo, número de discontinuidades, Jv, RQD y RMR, obteniéndose una clasificación para cada formación geológica cartografiada, las cuales se describen a continuación.

Esta unidad se caracteriza por la presencia de intercalaciones de arcillolitas limosas de color gris claro, a café cuando esta meteorizada de grano muy a fino a fino, de estructura clástica consolidada, con estratificación plano-paralela, se presentan en láminas gruesas a capas delgadas entre 0,6 – 3,0 cm de espesor, dispuestas entre 50º NE, a favor de la pendiente, **FIGURA 66**.



FIGURA 72. MAPA DE GEOLOGÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO.

FIGURA 73. LEYENDA GEOLÓGICA - MAPA DE GEOLOGÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO.

PERIODO		UNIDAD LITOLÓGICA	ACRÓNIMO	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA
NEOGENO CUATERNARIO		Llenos pavimentos	Qllp	Se trata de una capa constituida por uno o más materiales, dispuestos sobre el terreno natural o nivelado, para aumentar su resistencia; de pendiente no superior al 10%, con un ancho de 6 a 8 m
		Llenos antrópicos	Qra	Son todos aquellos materiales producto de residuos de construcción, residuos y desechos que provienen de las actividades de la población urbana, tales como concreto, basuras, tierra entre otros, que han sido arrojados sobre las laderas, sin contemplar ningún fin
		Llenos de basuras	Qrb	Depósitos de basuras (desechos inorgánicos o industriales sin diferenciar) dispuestos en las laderas o zonas donde se generan quemas
		Depósito de terraza	Qt	Depósito matriz soportado con clastos tamaño bloques, cantos, gravas y arenas gruesas de diferentes composiciones y litologías, en general de compacidad suelta
		Depósito Aluvial	Qal	Depósito matriz soportado con clastos tamaño bloques, cantos, gravas y arenas gruesas de diferentes composiciones y litologías, en general de compacidad suelta
		Depósito Coluvial	**Qdp2**	Depósito matriz soportado, con bloques angulares a subangulares de variado tamaño, embebidos en una matriz de composición arcillosa
		Suelo residual de la Formación Río Siecha	Qsrrs	suelo de textura limo arcillosa a limo arenosa muy fina, dependiente el material parental, de consistencia media (40 – 75 2,5 - 5,0 (kN/m2)
		Formación Río Siecha	Qrs	Deposito matrizsoportado de gravas hasta pequeños bloques redondeados de origen fluvio-glacial con intercalaciones de arenas, arcillas (orgánicas) y paleosuelos negros. Localmente fragmentos de roca hasta bloque subangulares en matriz arcillosa
CRETÁCICO	PALEOGENO	Areniscas de calidad buena Formación Guaduas	**Kpgga**	Arenisca cuarzosas cuarzoarenitas de textura clástica cementada, compuesta por grano fino a medio, de forma angular a subangulares (ROCA DÉBILMENTE METEORIZADA) Y III (IIB ROCA PARCIALMENTE METEORIZADA), El macizo rocoso presenta un índice geológico de resistencia Bueno (GSI: 60 – 80)
		Arcillolitas Formación Formación Guaduas	**Kpggar**	Arcillolitas de textura arcillo limosa de color gris claro, de color violácea a moradas cuando esta meteorizada de grano muy a fino a fino, de estructura clástica consolidada, III (IIB ROCA PARCIALMENTE METEORIZADA) - IV (IA ROCA ALTAMENTE METEORIZADA) del perfil de meteorización de Dearman (1974) y Deere y Patton (1971), con intercalaciones de mantos de carbon con espesor inferior a 1m.

- Arcillolitas de la formación Guaduas (KPggar)

Esta unidad se caracteriza por la presencia de intercalaciones de arcillolitas limosas de color gris claro, a café cuando esta meteorizada de grano muy a fino a fino, de estructura clástica consolidada, con estratificación plano-paralela, se presentan en láminas gruesas a capas delgadas entre 0,6 – 3,0 cm de espesor, dispuestas entre 50º NE, a favor de la pendiente, (**FIGURA 66**).

El macizo rocoso de arcillolitas es equivalente a los grados III (IIB ROCA PARCIALMENTE METEORIZADA) - IV (IA ROCA ALTAMENTE METEORIZADA) del perfil de meteorización de Dearman (1974) y Deere y Patton (1971), es decir, roca parcialmente meteorizada a altamente meteorizada, la roca se presenta altamente decolorada con notable meteorización, en la cual menos del 50% del material rocoso está descompuesto o desintegrado a suelo, material rocoso rompible y excavable con ayuda del martillo y otras herramientas, las discontinuidades pueden estar oxidadas y abiertas, con o sin relleno. Bloques de roca sin entrabamiento.

Estos materiales son de naturaleza blanda (R2) a muy blanda (R1), con un índice resistencia a la compresión simple 1-25MPa (Al golpear con la punta del martillo se producen ligeras marcas, con la navaja se talla con dificultad de acuerdo índices de campo, ISRM, 1981), y con una RCS de 7,8 Mpa determinado con el martillo de Schmidt (tabla 29), con un tamaño de bloque pequeños a muy pequeño , con un Jv 10-30 m3 a > 30 m^3, clasificado como tipo de macizo (Clase IV- V), estos materiales tienden a fracturarse en formas cúbicas, tabular a romboidal que no superan longitudes mayores de 0,25 m de arista, las discontinuidades en general presentan un espaciamiento junto (6 a 20 cm) (Clase III), con aberturas abiertas a moderadamente ancha (0,5 mm – 10 mm) (Clase IV - V), cuya continuidad es (1 – 3) (Clase II), además estas se presentan lisas a rugosas.

TABLA 31: NUMERO DE DISPARO Y VALOR DE R PARA LA DISCONTINUIDAD S (ESTRATIFICACIÓN)

Arcillolita Formación Guaduas		
No disparo	**Valor R**	**N/mm2**
1	17	11,74
2	16	10,45
3	14	7,99
4	14	7,99
5	13	6,81
6	16	10,45
7	13	6,81

8	11	4,56
9	12	5,67
10	11	4,56
11	12	5,67
12	16	10,45
Valor σ promedio MPa		**7,8**

Fuente autores

Este macizo rocoso de acuerdo al número de discontinuidades es clasificado como Tipo VII (3 familias de discontinuidades más otras ocasionales), limitando la generación de bloques de forma cúbica a tabular (Clase II- III), estos se caracterizan por ser bloques con una dimensión menor que las otras dos o Bloques aproximadamente equidimensionales.

No se observan flujos de agua en las discontinuidades, las cuales se presentan secas, sin evidencia de flujo de agua (Clase II), con presencia de patinas de óxido. El macizo rocoso presenta un índice geológico de resistencia Malo (GSI: 20 -40) (Clase VI - VII) (SGC, 2017) (Figura 69), clasificado como desintegrada, Macizo rocoso muy fracturado, pobremente entrabado, con mezclas de fragmentos de roca angulares y redondeados (Marinos & Hoek, 2000).

En esta zona se presentan mantos de carbón con un espesos de 0,5 m, intercalado con arcillolitas de la Formación Guaduas, el cual se exhibe en un talud vertical, estos materiales son suprayacidos por depósitos fluviotorrenciales (**FIGURA 75**).



FIGURA 74. DETALLE DEL MACIZO ROCOSO DE ARCILLOLITAS DE LA FORMACIÓN GUADUAS Y SU COMPARACIÓN DEL GSI (HOEK, 2000)

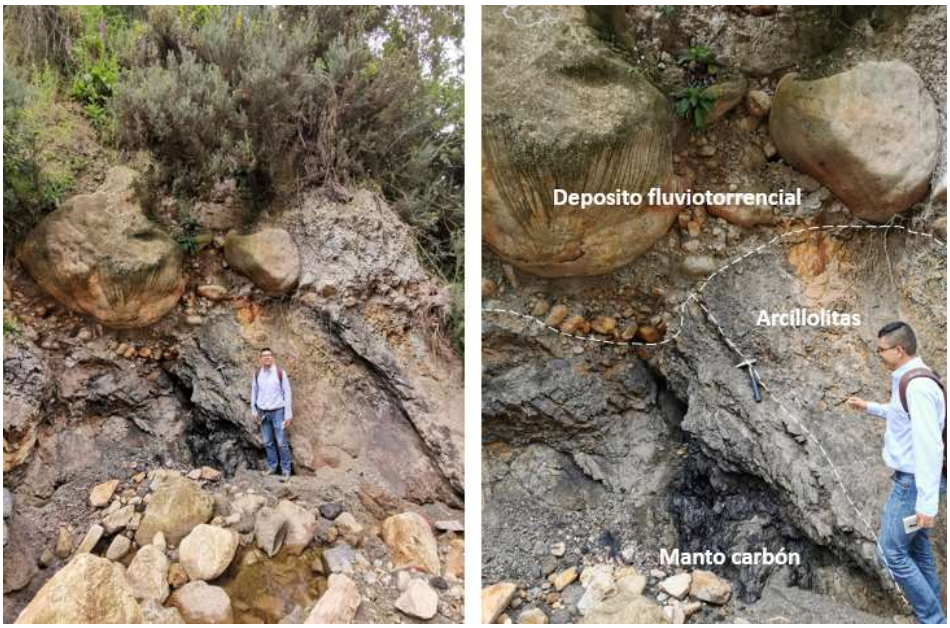


FIGURA 75. INTERCALACIÓN DE MANOS DE CARBÓN Y ARCILLOLITAS, EN EL ESCARPE LOCALIZADO EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO FUCHA.

8.1.5.3 Unidad de Suelo (Q).

Una unidad de suelo en la cartografía geológica para ingeniería se considera como un material granular no cementado (arena, limo, grava y/o bloques), o aquel compuesto por materiales cohesivos como arcillas plásticas, o la combinación de estos dos tipos, los cuales pueden originarse in situ a partir de la alteración de un macizo rocoso, o a partir de la erosión, transporte y deposición de sedimentos. Son considerados como materiales no consolidados con resistencia a la compresión simple menor a 1 MPa.

De acuerdo con Selby (1993) en SGC, 2017, el suelo es un depósito suelto o blando de origen natural formado en la superficie de la Tierra, el cual se debilita o ablanda por inmersión en agua; puede ser el resultado de procesos físicos, químicos y biológicos que actúan para producir un material rico en materia orgánica con horizontes característicos (capas) a poca profundidad.

TABLA 32: CLASIFICACIÓN GENÉTICA DE LAS UNIDADES DE SUELO. TOMADO DE SGC,2017.

TIPO DE MATERIAL	ORIGEN DE LA UGS		TIPO DE UGS
Roca	Roca inalterada		• Roca dura (Calidad de macizo buena y muy buena) • Roca intermedia (Calidad de macizo regular) • Roca blanda (Calidad de macizo mala y muy mala)
Suelo	Derivadas de roca in situ		• Suelo residual: Horizontes IV (saprolito grueso), V (saprolito fino) y VI.
	Suelo transportado	Depósitos volcaniclásticos primarios	• Flujos piroclásticos (ignimbrita), oleada piroclástica, caídas piroclásticas (bombas, bloques y ceniza).
		Depósitos volcaniclásticos secundarios	• Lahar, avalancha de escombros
		Depósitos aluviales	• Aluviones recientes y de cauce activo • Llanura aluvial • Abanicos o conos aluviales • Terrazas aluviales • Depósitos fluviotorrenciales
		Depósitos lacustres y paludales	• Suelos fluviolacustre • Suelos paludales
		Depósitos costeros	• Deltas, Barras, Playas, etc.
		Depósitos eólicos	• Dunas y Médanos • Loess
		Depósitos glaciares	• Morrenas y Tillitas • Suelos Fluvioglaciares
		Depósitos de gravedad y ladera	• Coluvial • Talus, derrubios de pendiente • Flujos (de lodo, tierra y de escombros)
		Depósitos antrópicos	• Llenos de basuras • Llenos de Escombros • Llenos mixtos

En el presente trabajo los suelos se agruparon de acuerdo con su origen en Suelos in situ y Suelos transportados, siendo los primeros aquellos que permanecen en su sitio de formación, esto por efecto de meteorización de las rocas o depósitos, correspondiendo al horizonte grado VI, dentro del perfil de meteorización de Dearman (1974-1991). De otra parte, los suelos transportados son depósitos que se originan por la acumulación de material arrastrado por la acción del viento, agua, hielo, erupciones volcánicas o por efecto de la gravedad (12).

En la nomenclatura del mapa de Unidades Geológicas Superficiales, las unidades de suelo residual, depósitos coluviales y antrópicos se nombran con la Q. A continuación, en Tabla 33 se presenta la nomenclatura utilizada.

TABLA 33: TIPOS DE SUELOS CARTOGRAFIADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO FUENTE: GENERACIÓN PROPIA

Unidad de suelo	Nombre del suelo
Suelos transportados	Depósito Coluvial (Qdp2)
	Depósitos aluviales (Qal)
	Depósitos fluvioglaciares de la Formación Siecha (Qrs)
Suelos Antrópicos	Depósitos de escombros (Qra)
	Suelos llenos de vías o pavimentos (Qllp)
	Depósitos de basuras (Qrb)
Suelos In Situ	Suelo residual (Qsr)

En la clasificación realizada se tuvieron en cuenta características intrínsecas del suelo dependientes de los procesos genéticos, es decir de su origen geológico.

En las descripciones se tienen en cuenta propiedades ingenieriles en función de su comportamiento como composición litológica y mineralógica, color, tamaño y forma de los granos (textura), dureza de los granos, consistencia, densidad relativa, estructuras, resistencia a la penetración (ensayo de campo), humedad y compacidad (suelos gruesos), permeabilidad y porosidad (ensayos de campo), entre otras. En función a lo anterior se obtuvo una clasificación para cada formación geológica cartografiada, en unidad de roca intermedia, blanda y muy blanda (SGC, 2017).

A continuación, se describen las unidades de suelos cartografiadas:

8.1.5.4 Unidad de Suelo Transportado.

Son los materiales resultantes de la acción dinámica de los procesos geomorfológicos y de los agentes naturales, los sismos, los medios de transporte como el agua, el hielo, el viento y con contribución de la gravedad como fuerza direccional selectiva, los cuales son depositados o llevados a los sitios que ocupan actualmente, estos materiales son de carácter granular heterogéneo, no

cohesivo, no consolidado, compuesto de partículas sólidas y que pueden tener materia orgánica.

En el grupo de suelos transportados se hace énfasis en el mecanismo y/o ambiente de transporte, como el origen aluvial, cuyo principal agente de transporte es el agua, depositados en los cauces, llanuras de inundación de la quebrada Fucha que limita el área al NE y la Quebrada La Pichosa, al SW de la zona de estudio, estos drenajes son consecuentes a la estratificación. Los suelos de origen coluvial (Qdp2) que corresponden a los materiales depositados o acumulados en sitios puntuales como resultado principal de la acción de procesos hidrogravitacionales, que generan movimientos en masa antiguos y recientes en los cuales ha habido traslación de detritos.

- Depósitos coluviales (Qdp2)

Corresponden a depósitos coluviales que se generan por desprendimiento de material de zonas topográficas más altas, que se acumula en las laderas y se localizan puntualmente. Estos depósitos se generaron a partir de la meteorización natural, saturación y acción de la gravedad sobre los materiales fracturados o a partir de movimientos en masa antiguos que actualmente se encuentran reactivados. Estos suelos, debido a factores como el sobrepastoreo, las altas e intensas precipitaciones, las pendientes, entre otros aspectos, pueden reactivarse, favorecido por la saturación de los materiales.

Los depósitos que conforman esta unidad, son matrizsoportados, con un contenido de matriz de alrededor del 40%, de textura limo arcillosa, color café oscuro a marrón, a habano, de consistencia blanda, humedad natural alta, con presencia de flujos de agua de carácter continuo y plasticidad media a alta.

Los bloques y gravas que conforman aproximadamente el 60% del depósito, son angulares a subangulares, con tamaños que fluctúan entre 0,50 a 1,0 m; están compuestos por areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, de color pardo amarillento a blanca, arcillolitas grises oscuras, los materiales desplazados son depósitos aluviales y depósitos fluvioglaciares de la formación Siecha El espesor que alcanzan estos depósitos varía entre 2 a 5 metros, los cuales están expuestos en el talud inferior que limita el rio Fucha, **FIGURA 76.** En general la consistencia de estos suelos es baja a moderada y pueden reactivarse si las condiciones de estabilidad varían si aumentan las condiciones de humedad por lluvias o de aceleración por sismos, al igual que por procesos de socavación lateral del rio Fucha, afectando en mayor proporción el talud localizado en su margen derecha.

Generalmente están sueltos y poco consolidados. Son típicamente una masa inestable, casi siempre de material débil. Pueden presentar baja resistencia al corte en su base, incluso en laderas demasiado planas para que se genere el movimiento. Este tipo de suelos ocasiona problemas en la fundación de

terraplenes, en laderas donde se realizan cortes para vías y en excavaciones en general. Es un suelo frecuentemente fino y es muy susceptible a los cambios estacionales del contenido de agua (Fookes, 1997).



FIGURA 76. DEPÓSITOS MATRICES SOPORTADOS DE MOVIMIENTOS EN MASA DE CARÁCTER ACTIVO.

- Depósitos aluviales (Qal)

Material que se genera por la acción del rio Fucha, de bloques hasta de 3,5 m de diámetro, cantos entre 0.1 a 0.2 m y gravas gruesas y finas, sueltos, subangulares, subredondeadas a redondeados, de areniscas cuarzosas, limolitas y arcillolitas. Dependiendo de la época del año esta unidad puede presentar una pequeña variación, debido al entallamiento de la corriente, al igual que la disposición de materiales por el río (FIGURA 77).



FIGURA 77. DEPÓSITOS ALUVIALES (QAL).

- Depósitos fluvioglaciares de la Formación Siecha (Qrs)

Estos suelos se originan por arrastre de material rocoso, debido a la acción erosiva de glaciares que en el pasado cubrieron las partes altas de la zona, a

partir de los cuales se desarrollaron flujos fluvioglaciares y torrenciales, asociados a los periodos de deshielo.

Esta unidad se caracteriza por estar conformada en su mayor parte por depósitos matriz soportados, constituidos por cantos y bloques (40%), moderadamente meteorizados a frescos, hasta de 1 metro de diámetro, angulares a subangulares, algunos subredondeados, de areniscas blancas a habanas cuarzosas, de grano fino, bien cementadas, y presencia esporádica de arcillolitas. Estos bloques y cantos se encuentran embebidos en una matriz limoarcillosa a limoarenosa, con presencia de gravas finas a gruesas (60%), de color blanco, medianamente compacta a suelta, con humedad natural nula a seca. Estos depósitos alcanzan espesores que varían entre 13 a 15 metros, con base en los registros de la perforación P1 y P2 hacia la superficie se presentan bloques angulares a subangulares que sobrepasan algunos los 1 metros de diámetro. Estos materiales en general presentan una morfología variada, desde laderas inclinadas hasta abruptas, en las zonas que limitan el rio Fucha, se desarrollan escarpes verticales.



FIGURA 78. DEPÓSITOS FLUVIOGLACIARES DE LA FORMACIÓN SIECHA (QRS) EN CONTACTO CON DEPÓSITOS ALUVIALES (QAL).

8.1.5.5 **Suelo Antrópicos**.

Corresponden a materiales heterogéneos resultantes de las acciones antrópicas, generalmente dispuestos por el hombre para la adecuación de terrenos en el desarrollo urbanístico y/o con la intención de aprovechar áreas.

- Depósitos de escombros (Qra)

Son todos aquellos materiales producto de residuos de construcción, residuos y desechos que provienen de las actividades de la población urbana, que han sido arrojados sobre las laderas o para rellenar depresiones en el terreno con fines constructivos. Por lo general presentan una baja compactación, con un espesor aproximado de 2 m.



FIGURA 79. DEPÓSITOS LLENOS Y ESCOMBROS (QRA), DONDE SE OBSERVAN RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN.

- Suelos llenos de vías o pavimentos (Qllp)

Se trata de una capa constituida por uno o más materiales, dispuestos sobre el terreno natural o nivelado, para aumentar su resistencia; de pendiente no superior al 10%, con un ancho de 4 a 8m. Los materiales utilizados para la conformación de las vías colectoras y principales del barrio Gran Colombia; se encuentran materiales de base, subbase, pavimento flexible y rígido (FIGURA 80).



FIGURA 80. DEPÓSITOS LLENOS DE LLENOS DE PAVIMIENTOS (QLLP), DONDE SE OBSERVAN GRIETAS DE TRACCIÓN.

8.1.5.6 Suelo In situ.

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.

- Suelo residual de la formación rio Siecha (Qsrrs)

Son formados a partir de la meteorización química y física de los depósitos fluvioglaciares de la Formación Sieha, de textura varia de limo arcillosa a limo arenosa muy fina, de consistencia media (2,5 - 5,0 (kN/m2), prueba de campo (El pulgar penetra con esfuerzo y puede ser moldeado con una presión fuerte de los dedos, Weltman & Head (1983), plasticidad Plástico (Media) a muy plástico (Alta), prueba de campo (Se forma el cordón y se puede doblar en forma de aro; se requiere una fuerza moderadamente fuerte a muy fuerte para deformar la masa de suelo, prueba de campo (ONU (2009), con humedad natural seca, (No hay humedad visible, Varnes (1978), de color gris claro a café, poco permeables, de estructura granular a blocosa (FIGURA 81). Este tipo de suelos pueden encontrarse agrietados y fisurados en superficie, el cual es generado por los procesos de contracción y dilatación (humedecimiento y secado), por la ganancia o pérdida de humedad, estos procesos generan a nivel superficial grietas o canales de flujo abiertos que aumentan la permeabilidad. Además, generan el colapso de bloques.



FIGURA 81. SUELOS RESIDUALES (QRS) DE LA FORMACIÓN SIECHA.

8.1.5.7 **Geología estructural Local**.

Como se observa en el mapa de geología local, en la zona predominan depósitos de carácter fluvioglaciar y fluviotorrencial, los afloramientos de roca solo se limitan en la zona norte del barrio La Gran Colombia, exactamente en el escarpe de la margen izquierda del río Fucha, donde los arcillolitas de la Formación Guaduas, la cual se dispone de N23E/con buzamiento 64º a 48º al NW, en estos materiales dada su grado de meteorización y fracturamiento, no se evidencian indicadores cinemáticos que indiquen la afectación de una falla en estos macizos.

En el sector suroriental de la zona de estudio, se identifica de manera geomorfológica, y por literatura una estructura con tendencia NE, definida por silletas y cambios de pendiente, esta estructura se define como la Falla de Bogotá, la cual es de tipo inverso, presenta una dirección promedio N25°E, y plano de falla con buzamiento al oriente (SGC,2004).

8.1.6. Modelo geológico

Para la generación de este modelo se integra, la interpretación, caracterización y descripción de las unidades en campo, para determinar sus contactos, al igual la diferenciación de las diferentes unidades (suelo y roca), a esta especialización en dos dimensiones, se le integra lo referente a la exploración directa como lo son las perforaciones y apiques y la exploración indirecta, como o es la geofísica, con la cual se definen espesores de las unidades cartografiadas. A continuación, se presenta, un corte generalizado de la zona de estudio el cual incluye una columna estratigráfica generalizada.

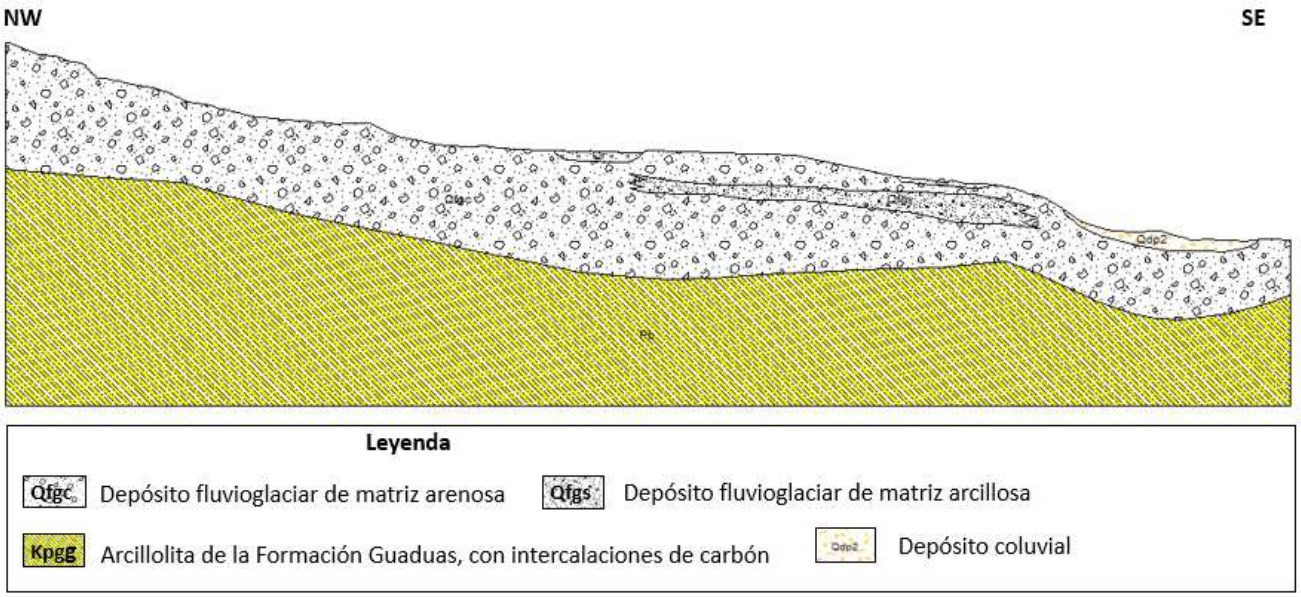


FIGURA 82. MODELO GEOLÓGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO.

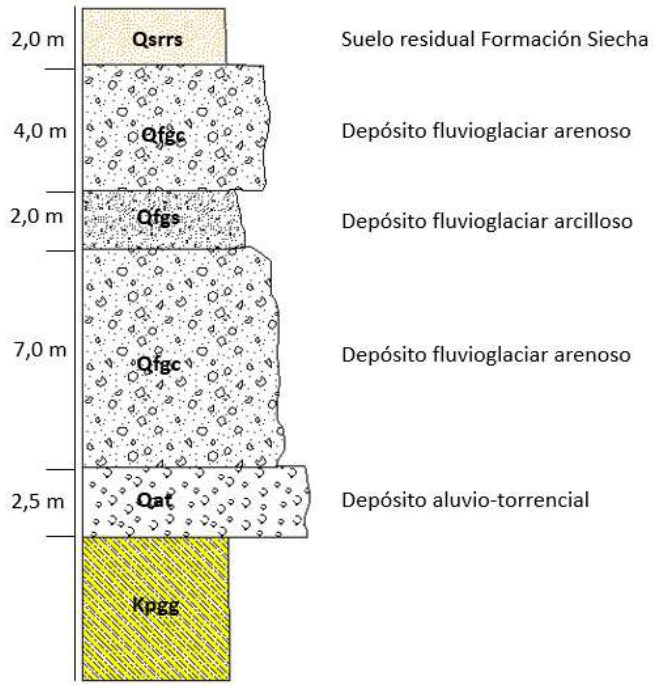


FIGURA 83. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERALIZADA DE LA ZONA DE ESTUDIO.

8.2. GEOMORFOLOGÍA LOCAL

8.2.1. Elementos geomorfológicos de la zona de estudio

La Geomorfología es la ciencia que trata la descripción y el estudio de la génesis, clasificación, procesos y evolución de las formas antiguas y recientes de terreno (tanto terrestres como submarinas) y su relación con las estructuras infrayacentes. Por lo tanto, la geomorfología constituye una herramienta fundamental para evaluar y proyectar el comportamiento de los terrenos y su interrelación con obras de infraestructura, enfocado entre otros, al análisis de las amenazas geológicas.

La geomorfología puede contribuir considerablemente a la planificación exitosa y ejecución de trabajos de ingeniería, aunque el tipo y tamaño de esta contribución varían, con la naturaleza del proyecto que se quiere desarrollar. Se requieren acercamientos diferentes para la localización de carreteras, diseño costero, obras de control de un río, la selección de sitios de presa, evaluación de amenazas por movimientos en masa, etc.

Los principales orígenes geomorfológicos se enumeran en la Tabla 34, de acuerdo con el "Sistema del ITC de Holanda", (Verstappen et. al., 1975, van Westen y van Zuidam et. al., 1979, 1993,1982), el cual presenta orígenes individuales o superpuestos, caso en el cual puede haber un origen estructural pero ampliamente afectado por procesos denudacionales. Por lo tanto, se unen los dos principales orígenes en una clase única: formas de origen estructural/denudacional; así mismo pueden existir superposiciones entre origen denudacional y fluvial tomándose una clase única denudacional/fluvial.

De acuerdo con la escala de trabajo se diferenciaron Elementos Geomorfológicos que corresponden a la unidad de terreno más pequeña que puede ser cartografiada. Las unidades son básicamente uniformes en geoforma, litología, suelo, vegetación y procesos morfodinámicos.

TABLA 34: CLASIFICACIÓN DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS SEGÚN SU ORIGEN. TOMADO DE CARVAJAL 2005.

ORIGEN PRINCIPAL	EJEMPLOS DE GEOFORMAS CON UN ORIGEN ESPECÍFICO
FLUVIAL Erosión Fluvial y Sedimentación.	Geoformas de acumulación y complejas: planicies aluviales, transicionales y erosionales, terrazas, abanicos, conos, cauces activos, etc.
LACUSTRE Erosión lagunar y sedimentación	Geoformas producto de niveles de agua alta (terrazas), fondos de lagos: Llanuras lagunares, mareales, depósitos de evaporitas, etc.
MARINO Erosión Marina y Sedimentación	Geoformas de ambientes de alta energía (materiales de grano grueso); de ambientes de baja energía (materiales de grano fino); y asociadas a complejos levantamientos: abanicos abisales, turbiditas, etc
VOLCÁNICO Actividad Volcánica	Geoformas de conos, cráteres, escarpes volcánicos, flujos de lava y labradas en materiales piroclásticos.
DENUDACIONAL Meteorización, transporte en masa, erosión linear	Geoformas asociadas a desgaste, efectos litológicos no mayores. Geoformas influenciadas por la litología y erosión fluvial linear y asociadas con procesos denudativos específicos: Movimientos de remoción en masa, colinas denudadas y residuales, laderas y escarpes denudados, etc.

ORIGEN PRINCIPAL	EJEMPLOS DE GEOFORMAS CON UN ORIGEN ESPECÍFICO
ESTRUCTURAL Fallamiento	Geoformas asociadas con las capas de roca estratificadas o estructuralmente controladas, relacionadas con plegamientos, fallamiento y levantamiento: escarpes de falla, facetas triangulares, ganchos de falla, cerros aislados, etc.
ESTRUCTURAL-DENUDACIONAL	Asociaciones denudacionales y estructurales: depresión estructural, laderas estructurales, etc.
KARSTICO Solución y redepositación	Geoformas positivas (colinas), negativas (depresiones), estructurales y otras (complejos): cuevas, dolinas, lapietz, etc.
EÓLICO Erosión por el viento y Sedimentación.	Geoformas de acumulación (Activas /No activas) y de deflación: dunas, médanos, etc.
GLACIAL Erosión y Sedimentación.	Geoformas erosionales dominantemente de glaciación continentales, glaciación de montañas y de acumulación: morrenas, kames, eskers, depósitos fluvio glaciares, etc
ANTROPOGÉNICO	Aquellas formas del relieve que son el producto de modificaciones causadas por la intervención del hombre: Ladera terraceada, cima explanada, llenos antrópicos, etc.

Las geoformas en la zona de estudio están relacionadas con procesos morfogenéticos de tipo estructural, fluvioglacial, Antrópico, denudativo y fluvial que son el producto de la compleja evolución geomorfológica y tectónica ocurridos durante el Cretácico y cuaternario, que ha marcado la evolución geomorfológica de la zona de estudio.

En este trabajo se sigue la jerarquización geomorfológica Carvajal (2012), en la cual se utiliza el Elemento o Componente geomorfológico como la unidad cartografíable de mayor detalle, de acuerdo con la escala de trabajo (1:200). En la **FIGURA 84** se presenta el mapa de elementos geomorfológicos del área de estudio (ver anexo).

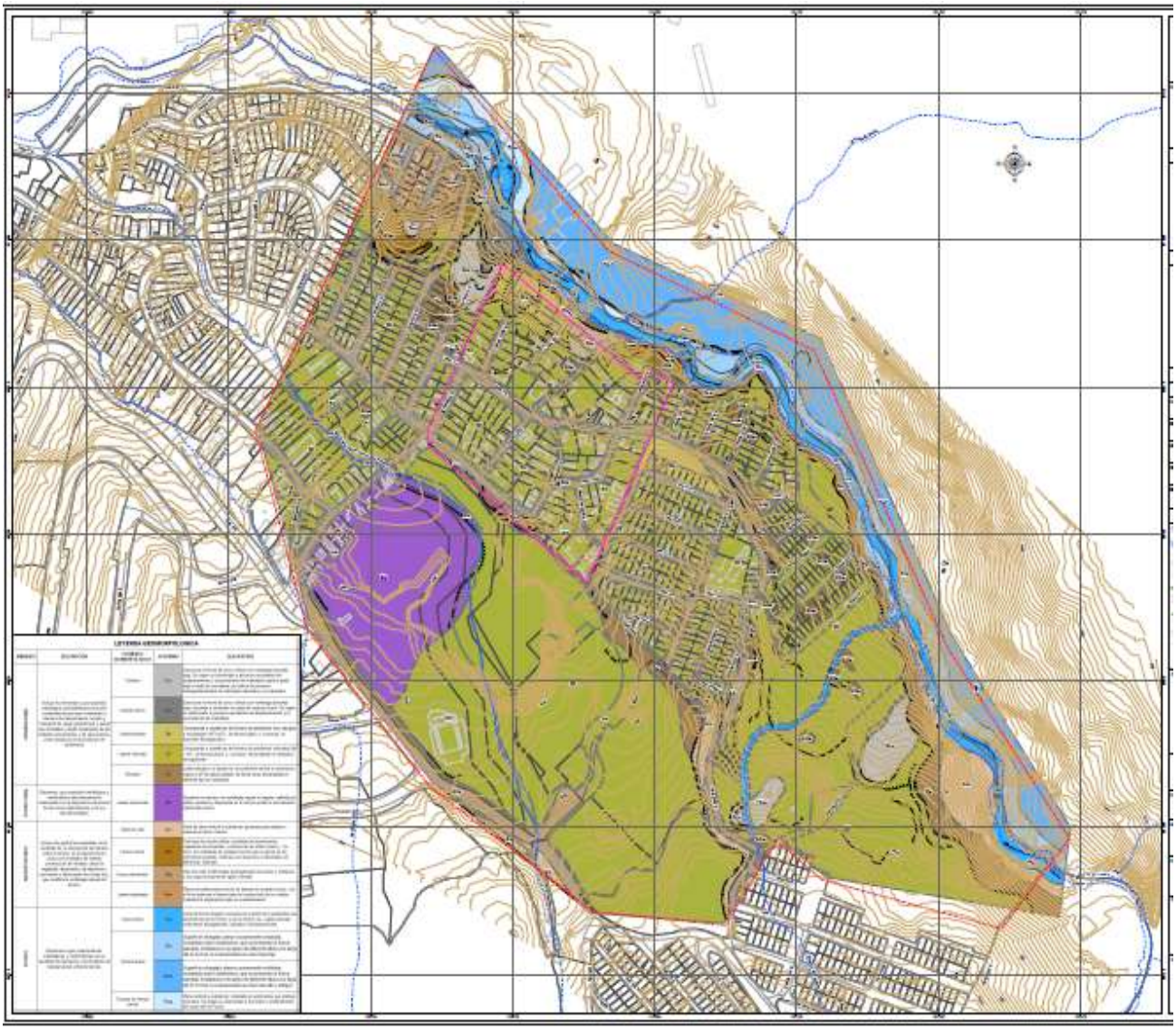


FIGURA 84. MAPA DE ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS DEL ÁREA DE ESTUDIO.

LEYENDA GEOMORFOLÓGICA

AMBIENTE	DESCRIPCIÓN	ELEMENTO GEOMORFOLOGICO	ACRONIMO	DESCRIPCIÓN
DENUDACIONAL	Incluye los elementos 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 remodelan y dejan remanentes de las unidades preexistentes y de igual manera, crean nuevas por la acumulación de sedimentos	Colurión	Dcol	Estructura en forma de cono o túnulo con morfología alomada baja. Su origen es relacionado a procesos resultantes del desplazamiento y la acumulación de materiales sobre la parte baja o media de una ladera, por efecto de procesos hidrogravitacionales en materiales saturados y no saturados
		Coluvión activo	Dca	Estructura en forma de cono o túnulo con morfología alomada baja, asociada a movientos en masa de caracter activo. Su origen es relacionado a procesos resultantes del desplazamiento y la acumulación de materiales
		Ladera abrupta	Dla	Corresponde a superficies del terreno de pendientes muy abruptas a escarpadas (16° a 45°) , de formas plana, a convexas, en depósitos fluvioglaciares
		Ladera inclinada	Dli	Corresponde a superficies del terreno de pendientes inclinadas (8o - 15°) , de formas plana, a convexas, desarrolladas en depósitos fluvioglaciares
		Escarpe	De	Ladera abrupta o a desplome, de pendiente vertical a subvertical s mayor a 45° de altura variable, de forma recta, desarrollada en diferente tipo de materiales.
ESTRUCTURAL	Elementos cuya expresión morfológica y morfométrica está directamente relacionada con la disposición estructural de las rocas sedimentarias y de sus discontinuidades	Ladera estructural	Ele	Superficie en declive, de morfología regular a irregular, definida por planos (estratos), dispuestos en el mismo sentido a la inclinación natural del terreno
ANTROPOGENICO	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.	Talud de corte	Atc	Corte de talud vertical a subvertical, generado para adaptar o adecuar un área o terreno
		Llenos mixtos	Alm	Todo tipo de residuo sólido, resultante de demoliciones, reparación de inmuebles, construcción de obras civiles y , es decir, los sobrantes de cualquier acción que se ejerza en las estructuras urbanas. Ademas con desechos o industriales sin diferenciar. Basuras
		Llenos pavimentos	Allp	Vías han sido conformadas principalmente por bases y subbases y una capa de pavimento rígido o flexible
		Ladera explanada	Ale	Planos de allanamiento hecho en laderas de sustrato rocoso con el fin de adecuar el terreno para la construcción de un mirador, mediante la explanación para su emplazamiento
FLUVIAL	Elementos cuyas características morfológicas y morfométricas son el resultado del transporte y acumulación de material aluvial y fluvotorrencial	Cauce activo	Fca	Canal de forma irregular excavado por erosión de la quebradas que desembocan al río Fucha, y por el mismo, los cuales disectan sedimentos fluvioglaciares, aluviales o fluvotorrenciales
		Terraza aluvial	Fta	Superficie elongada, plana a suavemente ondulada, modelada sobre sedimentos, que se presenta en forma pareada, limitada por escarpes de diferente altura a lo largo del río Fucha, la cual presenta su nivel mas bajo
			Ftal	Superficie elongada, plana a suavemente ondulada, modelada sobre sedimentos, que se presenta en forma pareada, limitada por escarpes de diferente altura a lo largo del río Fucha, la cual presenta su nivel mas alto y antiguo
		Escarpe de terraza aluvial	Ftae	Plano vertical a subvertical, modelado en sedimentos que bordean la terraza. Su origen es relacionado a la incisión y profundización del cauce del río Fucha.

FIGURA 85. MAPA DE ELEMENTOS GEOMORFOLÓGICOS DEL ÁREA DE ESTUDIO

8.2.1.1 Elementos de origen estructural (S).

Son aquellas geoformas desarrolladas a partir de la combinación de procesos endógenos y exógenos, en los cuales las geoformas están relacionadas principalmente con estratificación, fallamiento, diaclasamiento, plegamiento y foliación, pero afectadas por procesos denudacionales tanto antiguos como recientes. Estas geoformas están controladas exclusivamente por rocas sedimentarias de la formación Guaduas, las cuales desarrollan escarpes, laderas de contrapendiente etc.

8.2.1.2 Ladera de contrapendiente (Slcp).

Corresponden a laderas conformadas por rocas cuyos estratos se inclinan en general, en dirección contraria a la pendiente del terreno, las cuales buzan alrededor de 40° al SW, se presentan como fajas estrechas, alargadas de roca con laderas de formas rectas, de longitud extremadamente corta (< 50m) (FIGURA 86). En esta unidad se desarrollan procesos de Reptación de suelos.



FIGURA 86. FOTOGRAFÍA PANORÁMICA DEL ELEMENTO GEOMORFOLÓGICO LADERA ESTRUCTURAL (SLE), CON UN BUZANDO HACIA EL SW FUENTE: AUTORES

8.2.1.3 Elementos de origen Denudacional (D).

Se incluyen las geoformas cuya expresión morfológica está definida por la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización "in situ", erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que han remodelado y dejado remanentes de las geoformas preexistentes y además crean nuevas geoformas por acumulación de sedimentos, los cuales son el resultado del desgaste debido a los agentes erosivos, especialmente de tipo gravitacional y pluvial, se generan sedimentos que son transportados y depositados por diferentes agentes, desarrollándose depósitos, fluviales y de ladera como lo son los coluviones, entre otros.

En esta categoría se distinguen los siguientes elementos.

8.2.1.4 Cono o lóbulo coluvial (Dco).

Geoforma en forma de cono o de lóbulo, de morfología alomada baja. Se origina por procesos de transporte y deposición de materiales sobre las laderas y por efecto de procesos hidrogravitacionales, desarrollados en roca, como (caídas, volcamientos), están constituidos por bloques y fragmentos heterométricos de areniscas y arcillolitas, embebidos en una matriz generalmente arcillosa a areno limo arcilloso, asociados a movimientos en masa. Morfológicamente, esta unidad está delimitada, al SW por un escarpe de roca y NE por una ladera estructural, la cual se dispone en una zona topográfica "deprimida" baja, estos materiales se disponen en laderas estructurales, las cuales se encuentran a favor de la pendiente natural, favoreciendo la generación de proceso de deslizamientos traslacionales de suelo y roca, aumentando la cantidad de material dispuesto y susceptible a la generación o reactivación de procesos de movimientos en masa.



FIGURA 87. PANORÁMICA DE LA UNIDAD COLUVIÓN (DCO). OBSÉRVESE SU MORFOLOGÍA LOBULADA. FUENTE: AUTORES

8.2.1.5 Ladera suavemente inclinada (Dlsi).

Ladera recta con pendientes entre 6°-10° desarrollada en el suelo transportado fluvioglaciar resultante de la dinámica glaciar y periglaciar de la zona de estudio (**FIGURA 88**) Se da lugar gracias a la erosión diferencial entre niveles más o menos matriz-soportados que constituyen la secuencia estratigráfica de la formación Siecha, localizada a lo largo de la zona topográfica largo del río Fucha. Este elemento se observa hacia la margen derecha de la quebrada La Pichosa.



FIGURA 88: PANORÁMICA DE LA UNIDAD LADERA SUAVEMENTE INCLINADA (DLSI), EN CONTRASTE CON LA UNIDAD ESCARPE (DE) QUE LO DELIMITA AL NE.FUENTE: AUTORES

8.2.1.6 Ladera inclinada (Dli).

Ladera ondulada con presencia de escarpes y pendientes abruptas a escarpadas con rangos entre 20°-30° desarrollada en el suelo transportado fluvioglaciar resultante de la dinámica glaciar y periglaciar de la zona de estudio. Esta ladera presenta deformaciones que indican antiguos proceso de movimientos en masa, los cuales se infieren activo debido a la deformación presente en los muros por gravedad gaviones, localizado en la calle 9b sur (**FIGURA 89**).



FIGURA 89: PANORÁMICA DE LA UNIDAD LADERA INCLINADA (DLSI), EN CONTRASTE CON LA UNIDAD ESCARPE (DE) QUE LO DELIMITA AL NE.FUENTE: AUTORES

8.2.1.7 Escarpe (De).

Ladera abrupta o a desplome, de pendiente vertical a subvertical o mayor a 45° de altura variable, de forma recta, desarrollada en diferente tipo de materiales, en especial en los depósitos fluvioglaciares. En planta presenta cierta sinuosidad, y la base se pueden presentar pequeños depósitos generados a partir de proceso de caída de suelos, esta unidad se puede observar en el sector suroccidental, en el talud superior de la calle diagonal 10 sur, al igual que en la margen izquierda del rio Fucha, donde este ha entallado depósitos fluviotorrenciales y fluvioglaciares.



Fotografía 36 PANORÁMICA DE LA UNIDAD ESCARPE (DE). FUENTE: AUTORES

8.2.2. Geoformas de origen Fluvial (F)

Estas geoformas se desarrollan a partir de material erosionado de las laderas aledañas a los cauces y del fondo de sus valles, los cuales son transportados y acumulados, cuando las quebradas pierden su capacidad de arrastre, se incluyen modelados productos de la acción de corrientes de agua, se identificaron Cauces Activos (Fca) y terrazas (Fta). Todas estas geoformas se encuentran asociadas a las quebradas perennes que drenan la zona de estudio, como lo son La Pichosa o Santa Clara y el río Fucha.

8.2.2.1 Cauce o lecho actual activo (Fca).

Canal de forma irregular excavado por corrientes perennes o estacionales, de morfología plana a ligeramente inclinada correspondiente al dominio del cauce actual de las corrientes de agua, incluyendo las vegas más recientes **FOTOGRAFÍA 37**.



Fotografía 37 PANORÁMICA CAUCE ACTIVO DE LA QUEBRADA FUCHA. FUENTE: AUTORES

8.2.2.2 Terraza aluvial (Fta).

Superficie elongada, plana a suavemente inclinada, ondulada, generalmente estrecha y alargada, dispuesta de manera paralela y no pareada lo largo de la márgen del rio Fucha. Su origen está relacionado a la acumulación aluvial reciente y por lo tanto es la terraza más expuesta a procesos erosivos como socavación lateral y posibles eventos de inundación (**FOTOGRAFÍA 38**).

8.2.2.3 Escarpe de Terraza aluvial (Ftae).

Talud vertical a subvertical o escalonado, que bordea o delimita una terraza en su frente o borde exterior. Cuyo origen está relacionado con la incisión y profundización del cauce del rio Fucha, el cual es excavado sobre sedimentos fluvio torrenciales, aluviales y fluvioglaciares. La altura de los escarpes puede alcanzar varios metros de altura (**FOTOGRAFÍA 38**).



Fotografía 38 PANORÁMICA Y DETALLE DE LA TERRAZA ALUVIAL (FTA). FUENTE: AUTORES

8.2.3. Elementos de origen Antropogénico

Corresponden a 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 o construcción de vías. En el mapa geomorfológico se cartografió la geoforma primaria, en esta categoría se distinguen los siguientes elementos de terreno:

8.2.3.1 Llenos de Pavimento (Allp).

Las vías han sido conformadas principalmente por bases y subbases y una capa **FOTOGRAFÍA 39**, las cuales aparecen cartografiadas en el mapa que se anexa.



FOTOGRAFÍA 39 DETALLE LLENO DE PAVIMENTOS (ALLP). FUENTE: AUTORES

8.2.3.2 Llenos mixtos (ALLM).

Son geoformas asociadas a depósitos de materiales de relleno, producto de excavaciones o terraceos, en materiales blandos (suelos o roca blanda), así como de materiales de construcción, los cuales son distribuidos en zonas para acondicionar depresiones del terreno (**FOTOGRAFÍA 40**).



Fotografía 40 DETALLE DEL ELEMENTO DE LLENOS MIXTOS (ALLM). FUENTE: AUTORES.

8.2.3.3 Talud de Corte (Atc).

Escarpe de longitud muy corta (< 10 m), de forma recta y eventualmente escalonado, con pendiente vertical a subvertical (> 85°), originado por procesos de perfilamiento de la ladera, para el proceso de construcción de la diagonal 13b Sur (**FOTOGRAFÍA 41**), esta unidad limita la zona topografía más alta del predio de estudio en el sector SW, limitando la zona de la quebrada La Pichosa.



FOTOGRAFÍA 41 PANORÁMICA Y DETALLE DEL ELEMENTO CORTE DEL TALUD (ATC), DESARROLLADO EN DEPÓSITOS FLUVIOGLACIARES. FUENTE: AUTORES.

8.2.3.4 Ladera explanada (Alex).

Planos de allanamiento hecho en laderas de sustrato rocoso o depósitos fluvioglaciares, con el fin de adecuar el terreno para la construcción de parqueaderos o zona de disposición de materiales de construcción, patio de maniobras, mediante la explanación para su emplazamiento (**FOTOGRAFÍA 42**)



FOTOGRAFÍA 42 PANORÁMICA DEL ELEMENTO LADERA EXPLANADA (ALEX). FUENTE: AUTORES

8.3. Análisis multitemporal y procesos morfodinámicos

En desarrollo de la caracterización geomorfológica y morfodinámica del barrio La Gran Colombia, incluyendo su área indirecta, se realizó con base en ortofotos e imágenes de descarga libre, con resolución entre 0,1 m a 0 ,3 m, y con un rango de tiempo de 22 años, el periodo analizado es del 1998 a 2019 (tiempo actual), además con el MDE de resolución de 0,30m, generado a partir de la ortofoto del 2019, con resolución 0,10 cm. Conjuntamente, se revisan las imágenes de Google Earth, en la **Tabla 35** , se listan las imágenes con las cuales se realiza la interpretación de la zona de estudio.

TABLA 35: ORTOFOTOS E IMÁGENES INTERPRETADAS EN EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA, CON SU ÁREA DE INFLUENCIA.

Ortofoto	Resolución	Fuente	Fecha
Ortofoto	0,1 x 0,1 m	Proyecto La Gran Colombia	10/2019
DigitalGlobe	0,31m x 0,31 m	Digital Globe	1/19/2016
Ortofoto	0,32 x 0,32 m	Distrito de Bogotá D.C	2014
Ortofoto	S.D	Distrito de Bogotá D.C, https://mapas.bogota.gov.co/	2004
Ortofoto	S.D	Distrito de Bogotá D.C, https://mapas.bogota.gov.co/	1998

El análisis multitemporal que se realiza, implica un cruce digital de cinco ortofotos, las cuales son del periodo 1998– 2004-2014, 2016 y 2019 que obligatoriamente guardan similitud en las clases, área, escala y proyección cartográfica utilizadas, de esta forma permite detectar cambios en los procesos de erosivos y movimientos en masa, al igual de manera indirecta los sistemas de producción, cobertura o procesos antrópicos, para determinar si estas coberturas han tenido cambio y cuantificarlo. Para los análisis morfodinámicos, es necesario hacer claridad en algunos conceptos, y definiciones que ayudaran a entender la clasificación de los procesos identificados en la zona de estudio, tales como:

Activo: movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente (SGC, 2017).

Inactivo: estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la masa de suelo o roca actualmente no presenta movimiento, o que no presenta evidencias de movimientos en el último ciclo estacional (SGC, 2017).

Latente: Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (PMA-GCA, 2007).

Retrogresivo: Tipo de actividad de un movimiento en masa, en el cual la superficie de falla se extiende en la dirección opuesta al movimiento del material desplazado (Cruden y Varnes, 199, en (PMA-GCA, 2007).

Ensanchando: Tipo de distribución de actividad en la cual la superficie de falla se está extendiendo en uno o ambos flancos de un movimiento en masa (Cruden y Varnes, 1996, en (PMA-GCA, 2007).

Escarpe principal (e): corresponde a la parte superior vertical o semivertical del plano de falla que queda expuesta en superficie por el movimiento ladera abajo del cuerpo principal (PMA: GCA, 2007).

Cuerpo del movimiento (zona de depósito) (d): parte del material desplazado que yace sobre la superficie de falla (PMA: GCA, 2007).

Áreas proclives a ser afectadas (ace): zonas donde se encuentran evidencias que permiten inferir que, ante la eventual evolución del proceso, el material continuará desplazándose (SGC, 2017).

Revisando de manera detallada las FA de la zona de estudio, se encuentra que las de mayor tiempo son las de 1985, a escala 1 27750, la cual en función de tiempo tiene una temporalidad de 34 años, el cual se toma como el tiempo inicial (Ti), en la cual se interpreta la morfodinámica en el área de influencia indirecta (AII) y área de influencia directa (AID), como se indica en las FIGURA 90 y

FIGURA 91. En la , donde se detalla la morfodinámica del AII, se observa que, una dinámica en lo refrenta a la ocupación del territorio, en este sector se permitió el establecimiento de viviendas. Hacia el sector suroriental y nor-occidental de esta zona, son las más activas en lo referente a los procesos morfodinámicos, en el sector suroccidental, en la época de 1985, no se encontraba construida (

FIGURA 91), pero en esta zona es evidente la actividad de los procesos morfodinámicos de carácter superficial, clasificados como deslizamientos traslacionales. La condición inicial del área de estudio indirecta a la fecha de la fotografía área, se presenta una cantidad considerable de procesos de movimientos en masa de carácter activo, con áreas de afectación que, varían de 4000 m2 a 80 m2 (FIGURA 97), pese a esta condición se realizo es establecimiento de viviendas en esta área. Además, se evidencia que, en la parte baja de la ladera, se generan llenos, sobre los cuales se dan proceso de construcción de viviendas, las cuales, a la fecha, han sido demolidas, además son claros los escarpes de movimientos en masa en esta zona, rasgos indicativos de inestabilidad, estos rasgos persisten a la fecha (2019).

.

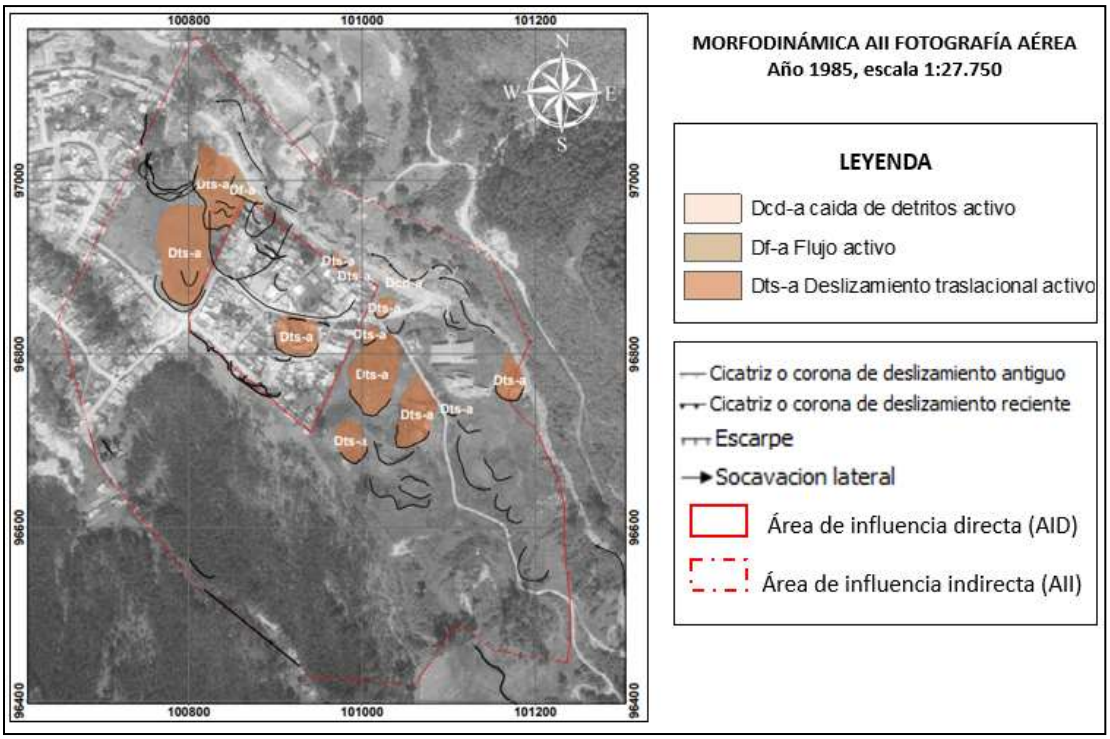


FIGURA 90. PROCESOS MORFODINÁMICOS DEL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII), EN EL TIEMPO 1 (T1) 1985. ESCALA GRÁFICA 1 750

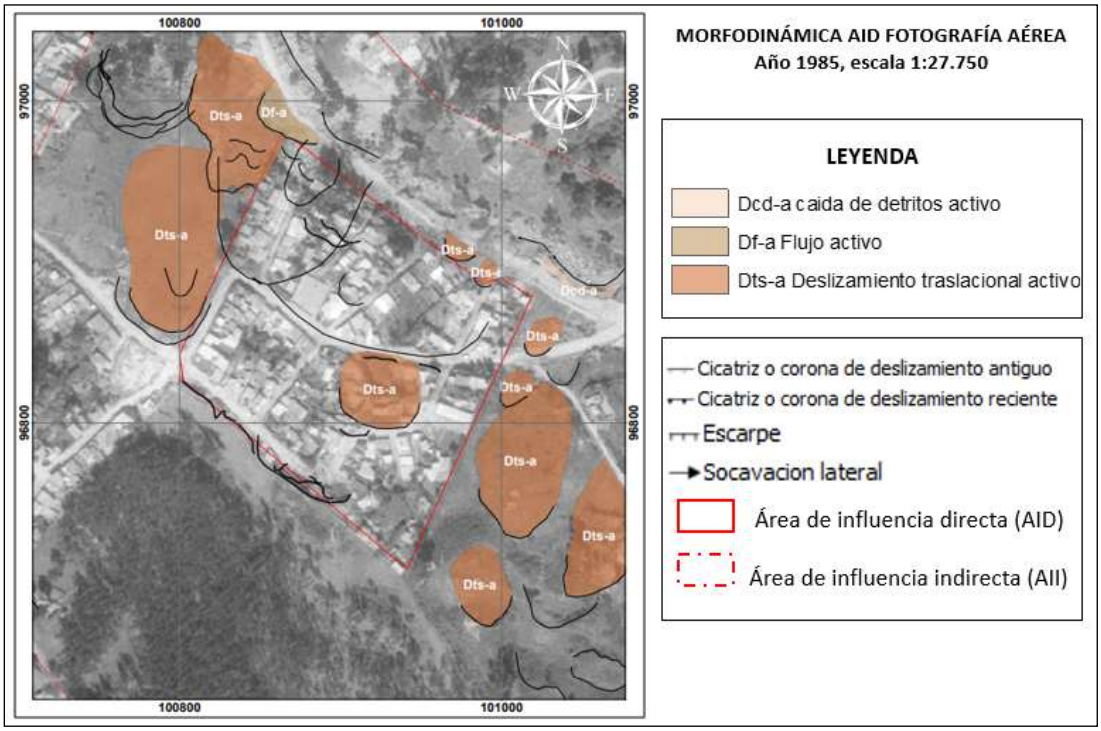


FIGURA 91 PROCESOS MORFODINÁMICOS DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID), EN EL TIEMPO 1 (T1) 1985. ESCALA GRÁFICA 1 300

En lo referente al área de influencia directa (AID), en lo concerniente a su ocupación, en general no ha sufrido cambios, esta ocupación se ha mantenido en el tiempo, lo único que ha cambiado, son las vías (

FIGURA 91), y lo referente a la dinámica de esta zona, la cual, ha presentado desplazamiento y deterioro de algunas estructuras rígidas (pavimentos, escalas y viviendas), sumado a esto agrietamientos y fracturas en los pavimentos, en forma de media luna en planta, que es un indico de desplazamientos. Tal ocupación enmascara rasgos o indicios iniciales de inestabilidad en la zona de estudio, pero es evidente que existen escarpes bien marcados, sumado a lo anterior depósitos de llenos dispuestos de manera aleatoria en la ladera, pero que se concentran en la pata de la ladera en inmediaciones del rio Fucha.

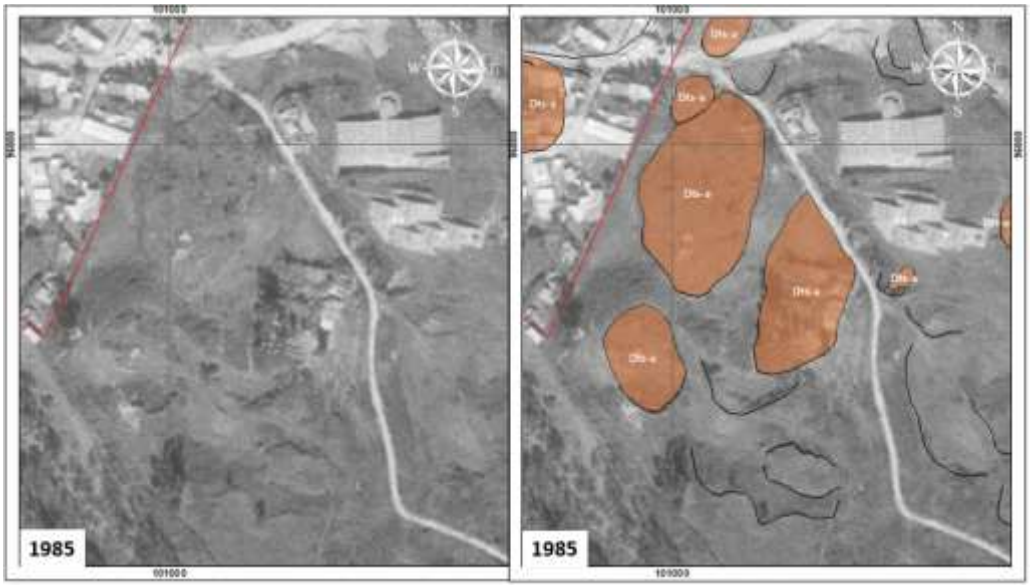


FIGURA 92. COMPARACIÓN DE FOTOGRAFÍAS AÉREAS CON PROCESOS Y SIN PROCESOS

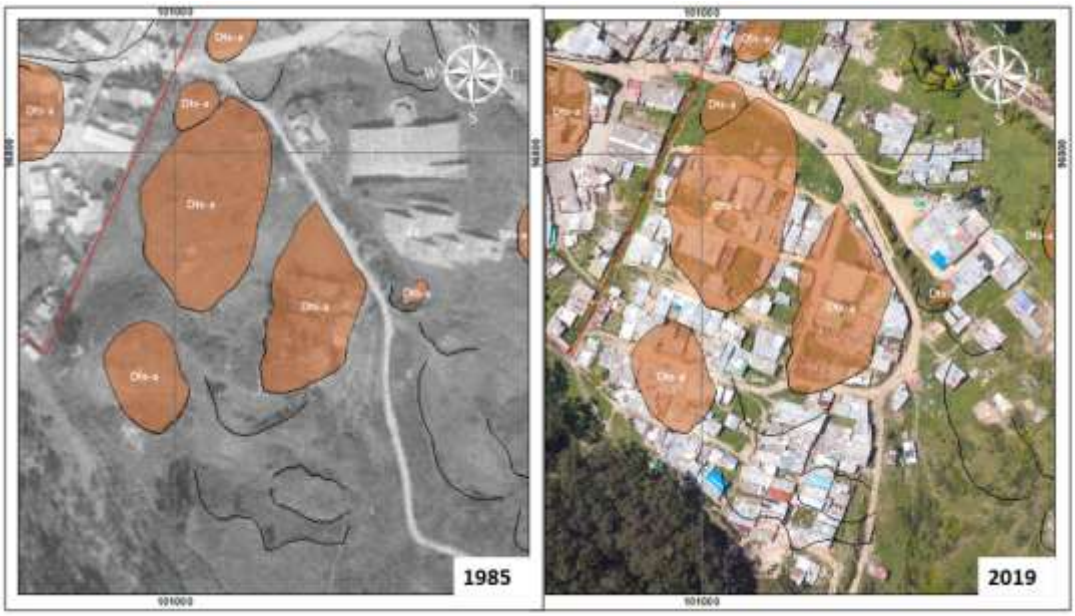


FIGURA 93 COMPARACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA DE 1985 Y ORTOFOTO 2019, DONDE SE OBSERVA CLARAMENTE ESTOS PROCESOS ENSANCHÁNDOSE Y RETROCEDIENDO



FIGURA 94 COMPARACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA DE 1985 Y ORTOFOTO 2019, DONDE SE OBSERVA LA OCUPACIÓN DE ESTA ZONA

En lo concerniente a la dinámica fluvial del río Fucha, es claro los procesos de socavación lateral, sobre todo en el escarpe localizado en la margen izquierda, la cual a favorecido la generación de proceso de movimientos en masa tipo caídas de detritos, detritos que conforman los depósitos fluviales y fluvioglaciares, como se indica en la figura 6, se presenta las dos orillas en el 1985 y 2014, 29 años aproximadamente, en la cual la socavación lateral, ha erosionado alrededor de 11,5 m.



FIGURA 95 COMPARACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA DE 1985 Y ORTOFOTO 2019, DONDE SE OBSERVA LA OCUPACIÓN DE ESTA ZONA

Como se muestra en la FIGURA 96, el sector noroccidental del AID, esta zona ha sido de manera histórica una zona de alta actividad, en lo referente a deslizamientos, en la FA de 1985, se identifican procesos de movimientos en masa, de una gran área de afectación, donde el de mayor área, localiza su escarpe cerca a lo que hoy se conoce como el jardín Infantil, esta zona en 1985, no se encontraba habitada, en el transcurso de los años, fue urbanizada, a la fecha las viviendas de la parte más baja, han sido demolidas, efecto de los proceso de movimientos en masa y de la retrogresión de ellos mismos, los cuales han sido potenciados por los proceso de socavación lateral del rio Fucha, que ha generado la perdida de soporte de estos materiales, que en general son depósitos aluviales, fluvioglaciares y llenos de escombros.

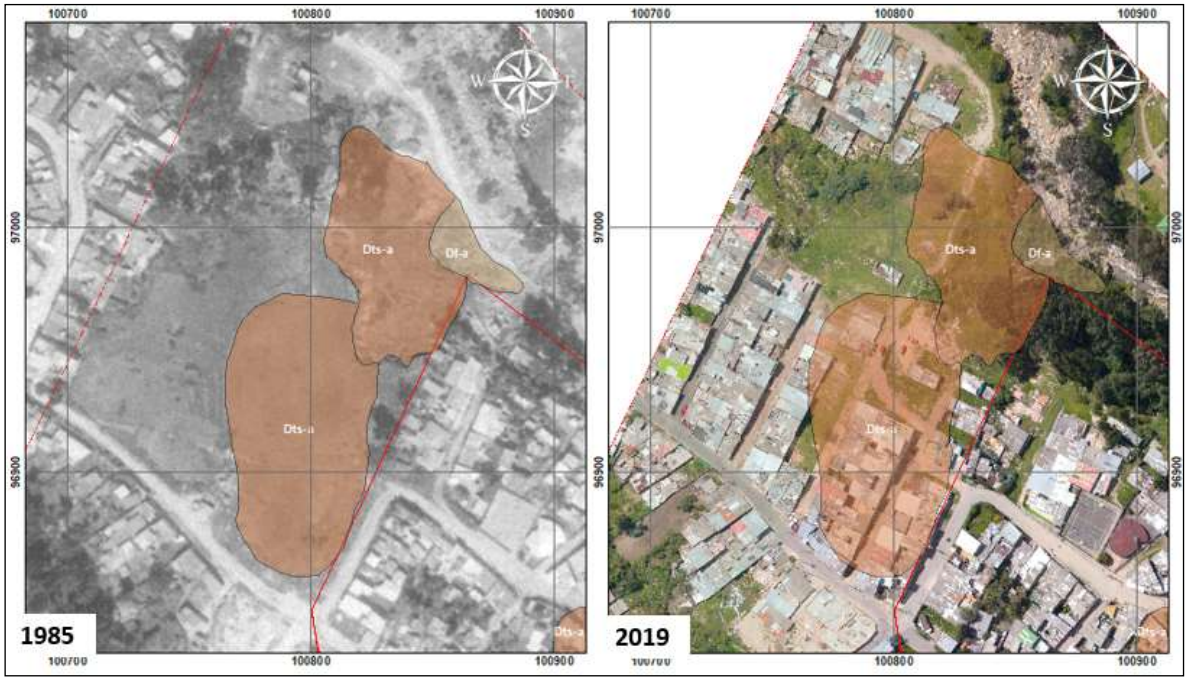


FIGURA 96. COMPARACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA DE 1985 Y ORTOFOTO 2019, DONDE SE OBSERVA LA OCUPACIÓN DE ESTA ZONA, Y LOS PROCESOS MORFODINÁMICOS

Es claro que, por la escala de la fotografía aérea, y por la dinámica de ocupación del barrio La Gran Colombia, no es posible definir de manera clara, la intervención, ocupación o llenos en los causes, que discurren por la zona de estudio, la identificación de la intervención de los mismos, es definida en campo

por sus evidencias y por lo expresado por la comunidad. El mapa de procesos morfodinámicos, no sólo los movimientos en masa, sino también los rasgos geomorfológicos que son indicativos de procesos asociados a inestabilidad del terreno, tanto antiguo, como recientes, como se indica en la **FIGURA 97.**

Con base en las ortofotos analizadas, es concluyente que esta zona morfodinamicamente ha sido muy activa, los procesos cartografiados en general son de tipo traslacional, condicionados por la disposición estructural de la formación Guaduas, además que en el pasado se emplazaron depósitos fluvioglaciares, los cuales rellenaron los valles prexistentes, relativamente profundos, los cuales enmascararon la paleo topografía, dominada por la disposición estructural de las rocas pertenecientes a la Formación Guaduas. En general estos procesos (deslizamientos) han retrocedido en el periodo de tiempo analizado, los cuales en su mayoría se disponen hacia la base de la ladera, en límites con el río Fucha. El río Fucha ha generado procesos de socavación lateral y de fondo, favoreciendo el desconfinamiento del pie de la ladera y del talud y los procesos de socavación de fondo ha generado la disección y el entallamiento de los depósitos, llegando incluso a materiales más duros como lo es la formación Guaduas, este proceso ha favoreciendo la generación de escapes verticales a subvertical en la margen izquierda del río Fucha, que coincide con el límite inferior (NE) de la zona de estudio y que en el exhibe la secuencia estratigráfica como lo es, al techo depósitos fluvioglaciares, suprayaciendo depósitos fluvio-torrenciales y a la base la formación Guaduas. Estos procesos de erosión han facilitado la generación de los deslizamientos traslacionales, los cuales presentan un estilo sucesivo y una distribución retrogresiva y ensanchadose, hacia ambos flancos, como se indica en la **FIGURA 97**

.

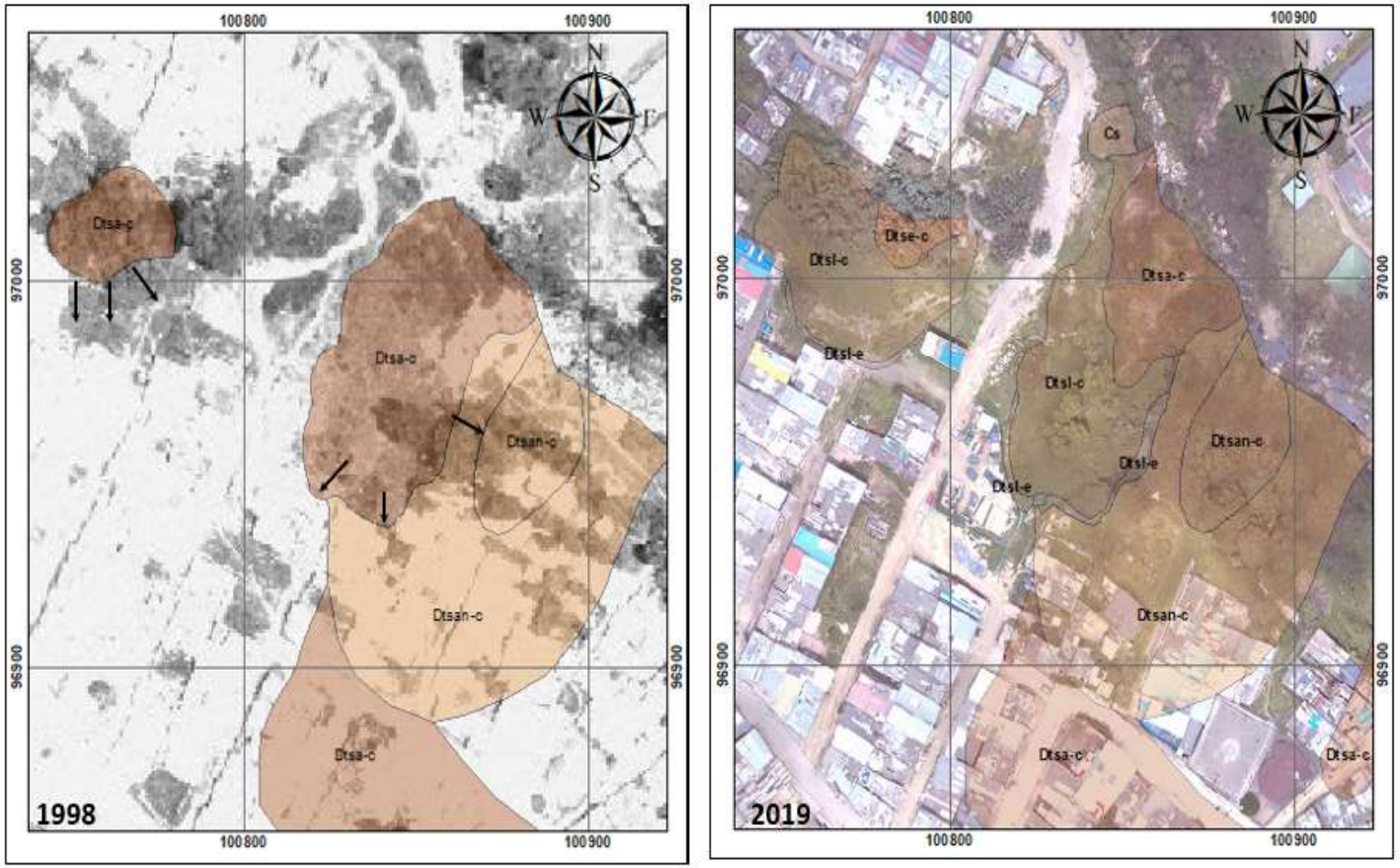


FIGURA 97. COMPARACIÓN DE DOS ORTOFOTOS 1998 Y 2019, DONDE SE OBSERVA CLARAMENTE ESTOS PROCESOS ENSANCHÁNDOSE Y RETROCEDIENDO.

Para el periodo de análisis de los procesos morfodinámicos presentes en el área de estudio, se establecen dos áreas; el área de influencia directa (AID) con un área de 31.171,70 m^2 (3,11 ha) y el área de influencia Indirecta (AII), con un área de 268.153,11 m2 (26,81 ha). Los procesos que dominan en el AID son movimientos en masa tipo traslacional de carácter superficial activo con una ocupación del 22,19% (6916,48 m^2), seguido de Deslizamiento traslacional superficial antiguo cuerpo (Dtsan-c) con el 16,69% (5203,28 m^2) y finalmente el deslizamiento traslacional superficial latente cuerpo (Dtsl-c) con el 0,52% (164,2 m^2), estos procesos ocupan el 39,41% del área total del AID, equivalente a 12.283,78 m^2 de ocupación (**Tabla 36 y FIGURA 98**).

En lo referente al área de influencia indirecta (AII), con un área de 268.153,11 m2 (26,81 ha), no es menos preocupante, los procesos ocupan alrededor del 16,23% (43.514,61 m^2), el proceso de mayor área de cubrimiento es el traslacional superficial antiguo cuerpo (Dtsan-c), con el 8,40% (22.513,92 m^2), seguido Deslizamiento traslacional superficial activo cuerpo (Dtsa-c) ocupa el 5,92% (15.868,67 m^2), Deslizamiento traslacional superficial latente cuerpo (Dtsl-c) ocupa el 1,55% (4.146,34 m^2), es de anotar que esta zona se presentan escarpes desarrollados en suelos y rocas en inmediaciones del río Fucha, donde se generan procesos de caídas de detritos, generados por la socavación lateral principalmente en la margen izquierda, es de anotar que en la margen derecha también se presenta este tipo de procesos, pero no afectan el AID.

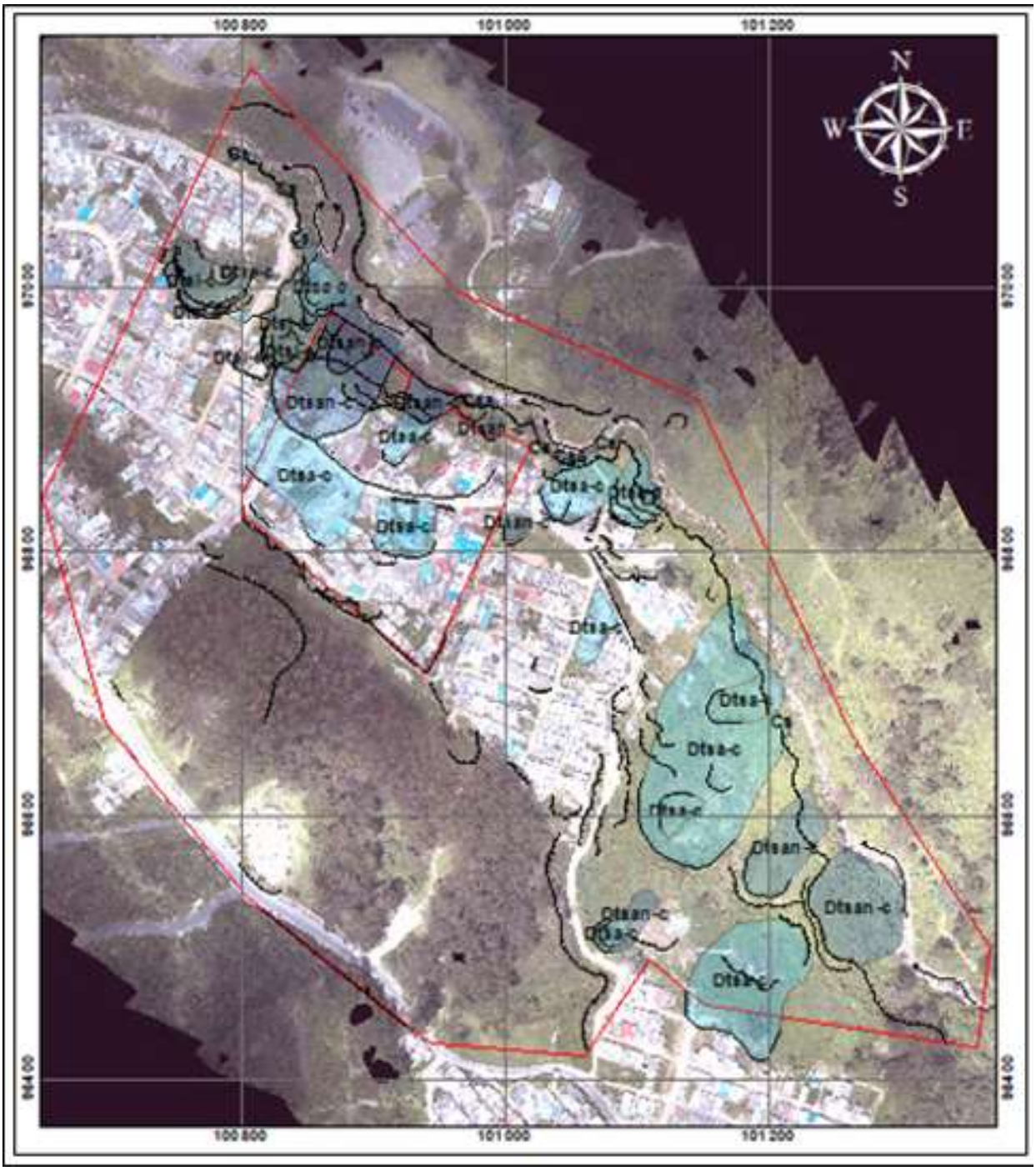


FIGURA 98. MAPA DE PROCESOS MORFODINÁMICOS DEL BARRIO GRAN COLOMBIA, PERIODO 2019.

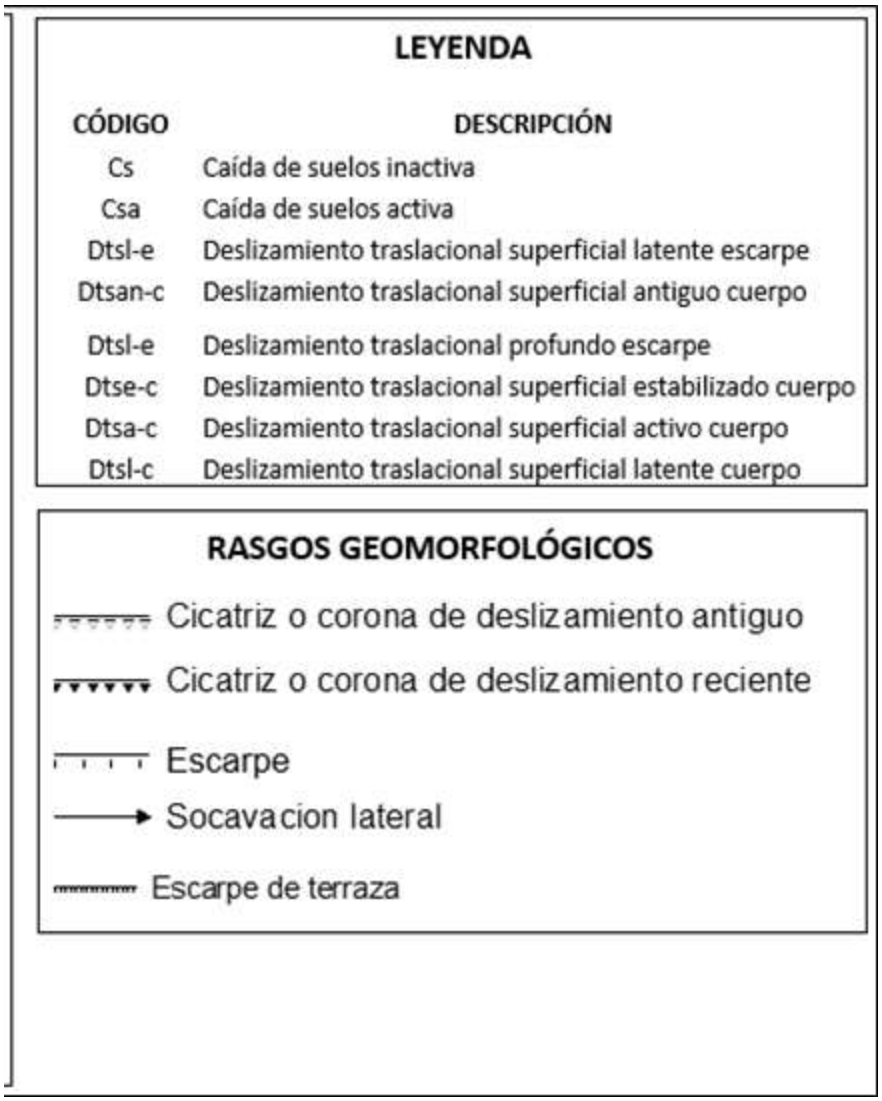


FIGURA 99. LEYENDA - MAPA DE PROCESOS MORFODINÁMICOS DEL BARRIO GRAN COLOMBIA, PERIODO 2019

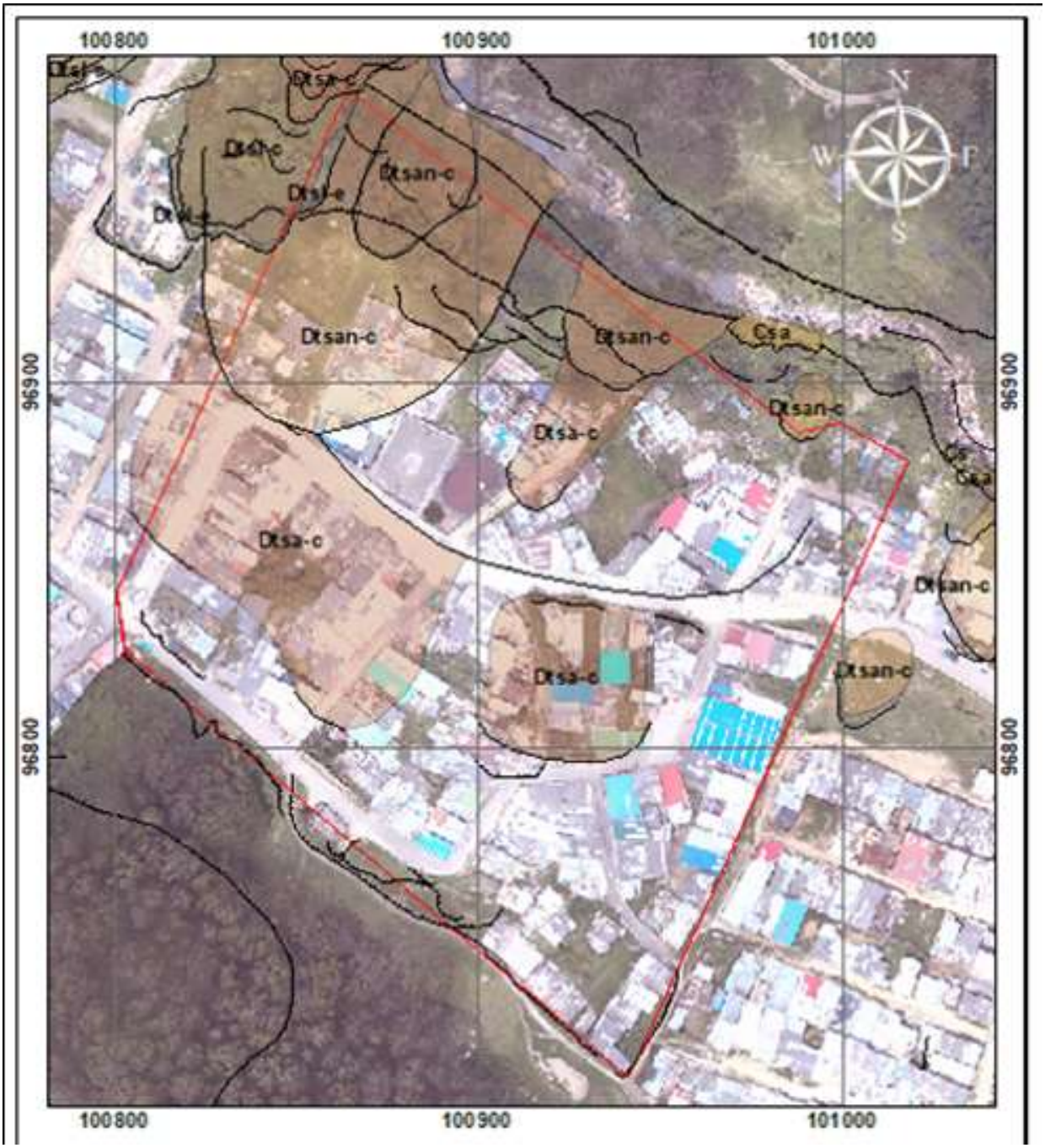


FIGURA 100. MAPA DE PROCESOS MORFODINAMICOS DEL BARRIO GRAN COLOMBIA, PERIODO 2019, EN EL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA

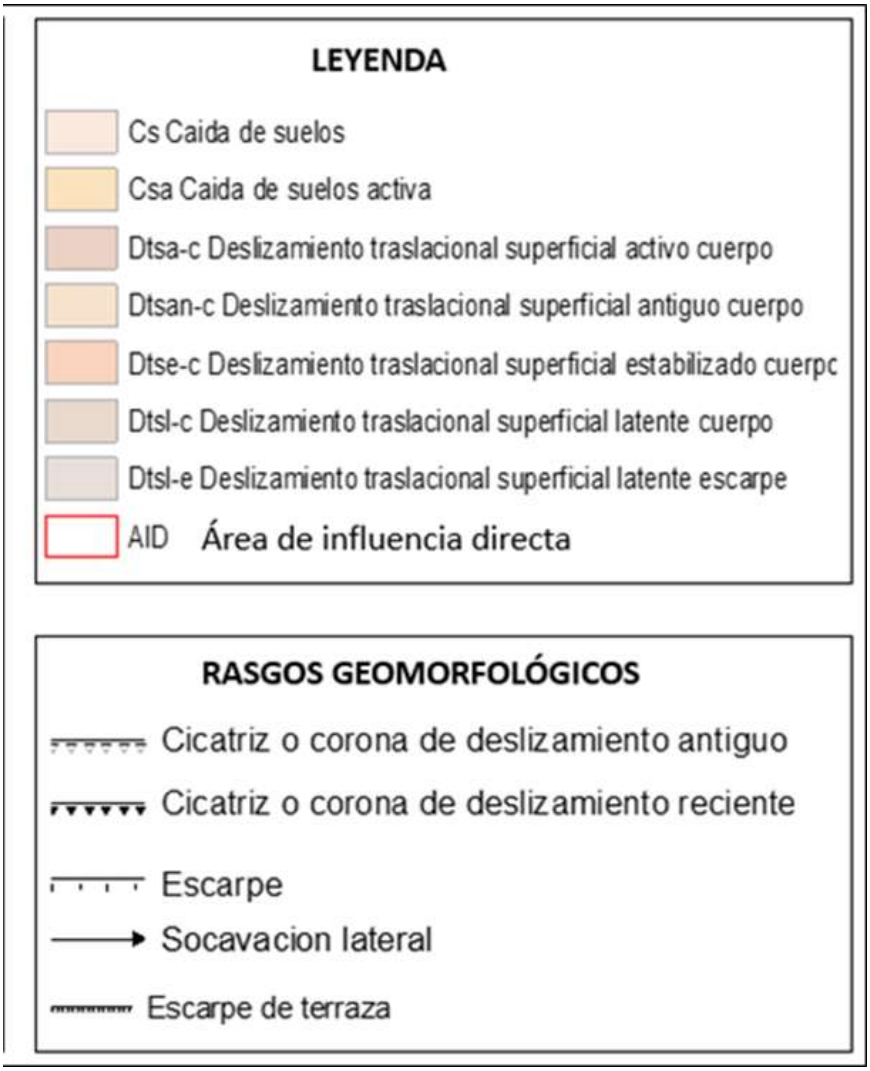


FIGURA 101. LEYENDA Y RESAGOS GEMORFOLOGICOS DEL MAPA DE PROCESOS MORFODINAMICOS DEL BARRIO GRAN COLOMBIA, PERIODO 2019, EN EL AREA DE INFLUENCIA DIRECTA.

TABLA 36: ÁREA Y PORCENTAJE DE OCUPACIÓN DE CADA UNO DE LOS PROCESOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID).

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (M2)	PORCENTAJE DE OCUPACIÓN (AID)
Dtsa-c	Deslizamiento traslacional superficial activo cuerpo	6.916,48	22,19%
Dtsan-c	Deslizamiento traslacional superficial antiguo cuerpo	5.203,28	16,69%
Dtsl-c	Deslizamiento traslacional superficial latente cuerpo	66,16	0,21%
Dtsl-e	Deslizamiento traslacional superficial latente escarpe	97,86	0,31%
ÁREA TOTAL DE ZONAS INESTABLES		**12.283,78**	**39,41%**
ÁREA TOTAL ZONA DE INFLUENCIA DIRECTA		**31.171,71**	

TABLA 37: ÁREA Y PORCENTAJE DE OCUPACIÓN DE CADA UNO DE LOS PROCESOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AID).

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	AREA DE OCUPACIÓN AII	PORCENTAJE OCUPACIÓN AID
Cs	Caída de suelos	424,97	0,16%
Csa	Caída de suelos activa	306,09	0,11%
Dtsa-c	Deslizamiento traslacional superficial activo cuerpo	15.868,67	5,92%
Dtsan-c	Deslizamiento traslacional superficial antiguo cuerpo	22.513,92	8,40%
Dtse-c	Deslizamiento traslacional superficial estabilizado cuerpo	254,61	0,09%
Dtsl-c	Deslizamiento traslacional superficial latente cuerpo	4.146,34	1,55%
Dtsl-e	Deslizamiento traslacional superficial latente escarpe		
ÁREA TOTAL DE ZONAS INESTABLES		**43.514,61**	**16,23%**
ÁREA TOTAL ZONA DE INFLUENCIA INDIRECTA		**268.153,11**	

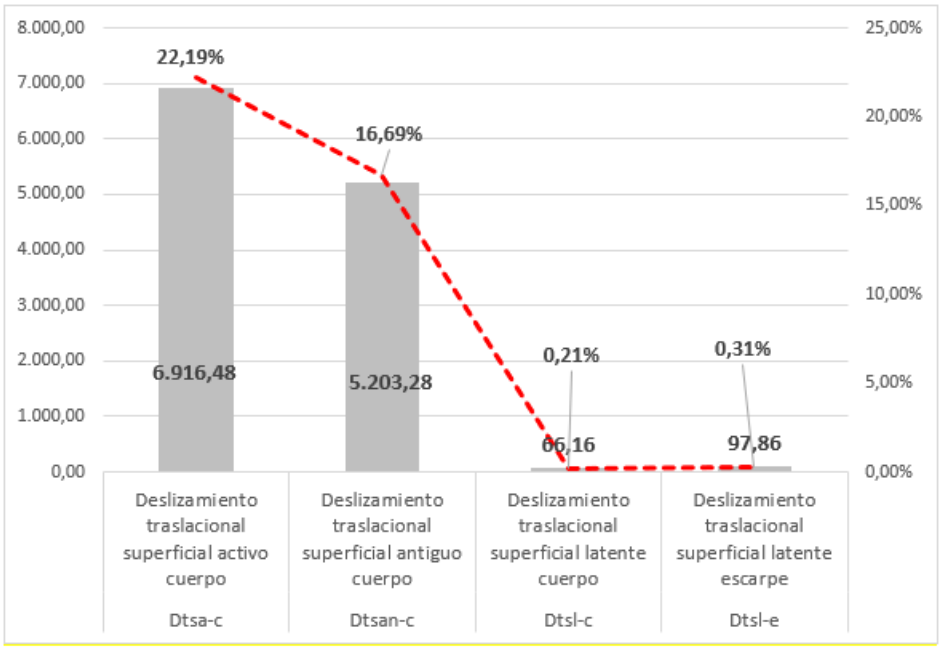


FIGURA 102. DIAGRAMA DE BARRAS DONDE SE PRESENTA EL ÁREA Y PORCENTAJE DE OCUPACIÓN DE LAS ZONAS INESTABLES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID).

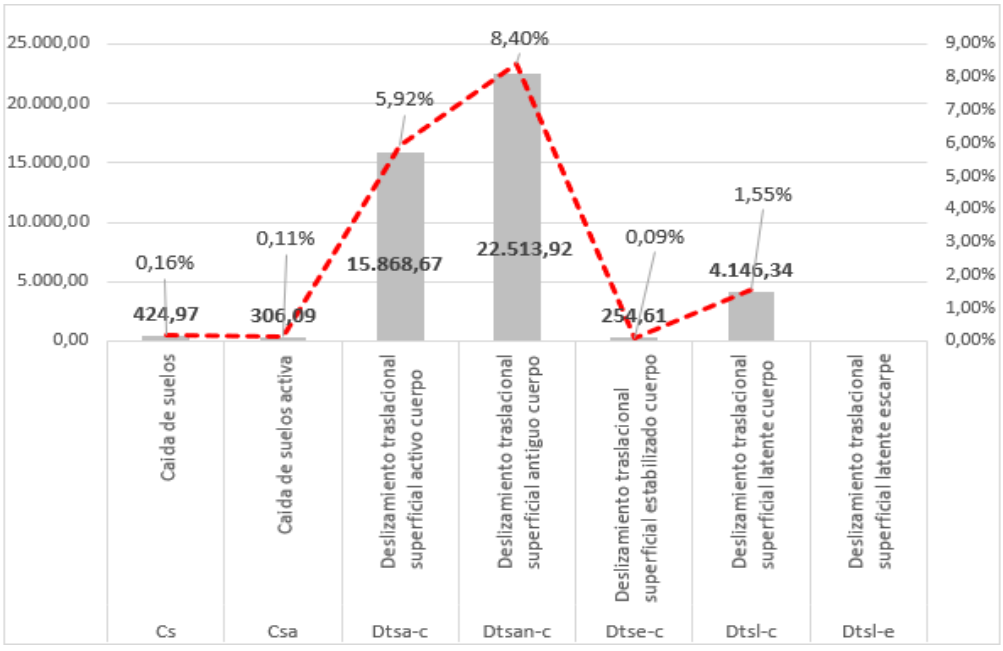


FIGURA 103. DIAGRAMA DE BARRAS DONDE SE PRESENTA EL ÁREA Y PORCENTAJE DE OCUPACIÓN DE LAS ZONAS INESTABLES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AID).

Como se muestra en la **FIGURA 104**, específicamente en las zonas de escarpe y lo asociado al cauce del río Fucha, se observa que en la imagen del 2014, el talud que limita al rio es afectado por procesos de caídas de detritos, los cuales son generados por la socavación lateral que se presenta en este sector. Los materiales dispuestos en el cauce del río, con tamaños que superan los 0,5 m, evidencia la capacidad de carga y arrastre que presenta el río Fucha, para el 2019 se observan procesos de sucesión natural (revegetalización) del escarpe y de la zona de la curva, muestra de manera clara que la dinámica del rio ha disminuido, lo que ha permitido el establecimiento de cobertura vegetal en estas zonas. Además, son notables los procesos de socavación lateral que dominan en esta zona.



FIGURA 104. COMPARACIÓN ENTRE DOS ÉPOCAS 2014 Y 2019.

A continuación, se presenta los mapas morfodinámicos de los periodos 1998, 2004 y 2019, la finalidad es definir de manera más clara la evolución de estos procesos y si estos en el tiempo han aumentado el área de afectación, como se habló con anterioridad la zona desde la parte morfodinámica ha sido muy activa, los desplazamientos han generado el deterioro y destrucción total o parcial a un número importantes de casas, las cuales han tenido que ser desalojadas. Estos procesos presentan características suigéneris, en su descripción y clasificación, se puede afirmar de manera categórica que son proceso de movimiento lento, porque no existen superficies de rotura claras, la actividad de estos se restringe a los indicios de perdida de verticalidad de algunas estructuras, agrietamientos en las estructuras rígidas; especialmente en las viviendas, así como hacia la parte más baja del predio, el volcamiento de árboles en dirección de la pendiente. Son evidentes un número importante de escarpes, indicativos de antiguos procesos, que son más claros en el sector nororiental con límites con el rio Fucha, ya que estos no están enmascarados por los procesos constructivos.

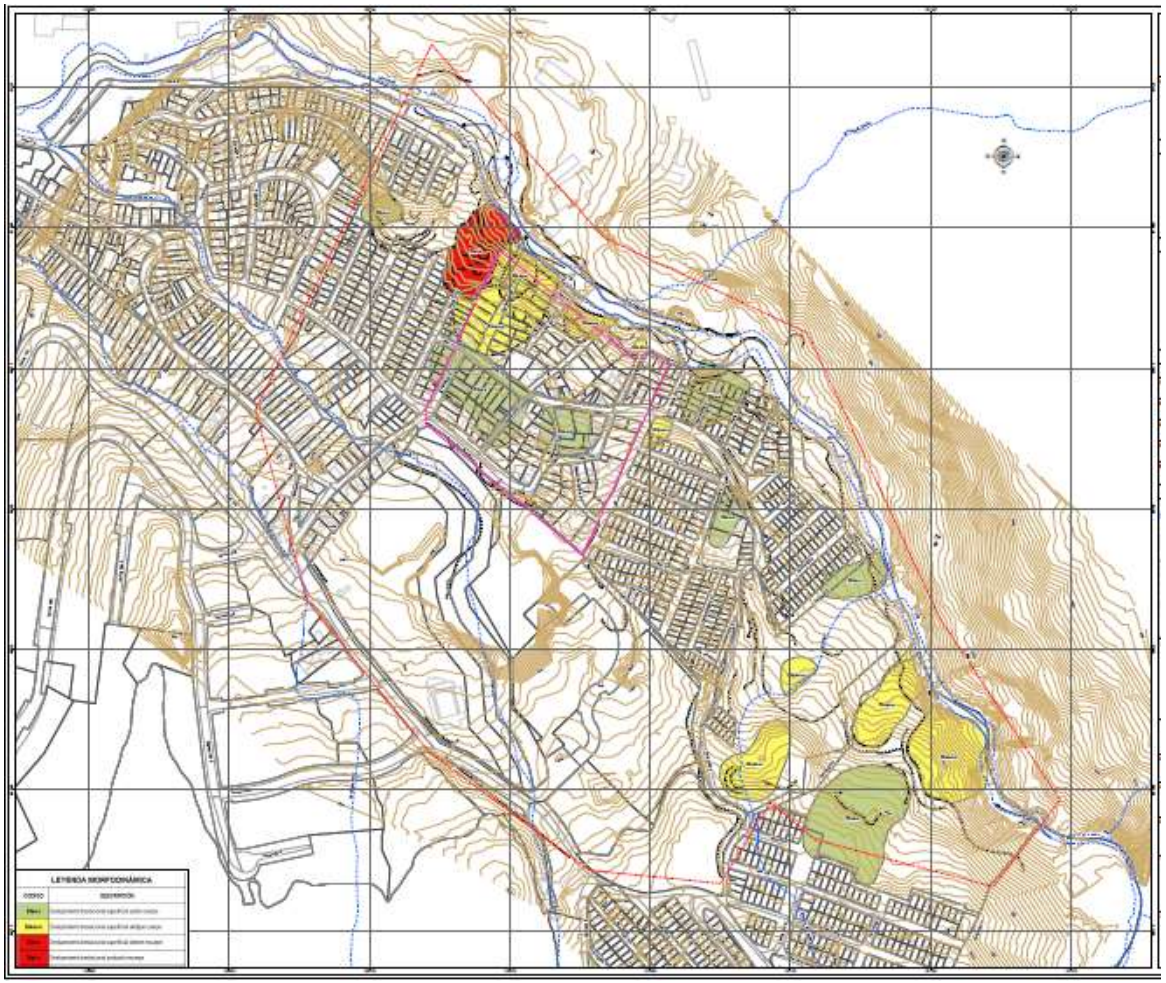


FIGURA 105. MAPA DE PROCESOS MORFODINÁMICOS DEL PERIODO 1998.

LEYENDA MORFODINÁMICA	
CÓDIGO	**DESCRIPCIÓN**
Dtsa-c	Deslizamiento traslacional superficial activo cuerpo
Dtsan-c	Deslizamiento traslacional superficial antiguo cuerpo
Dtsl-e	Deslizamiento traslacional superficial latente escarpe
Dtsl-e	Deslizamiento traslacional profundo escarpe

FIGURA 106. LEYENDA MORFODINÁMICA MAPA DE PROCESOS MORFODINÁMICOS DEL PERIODO 1998.

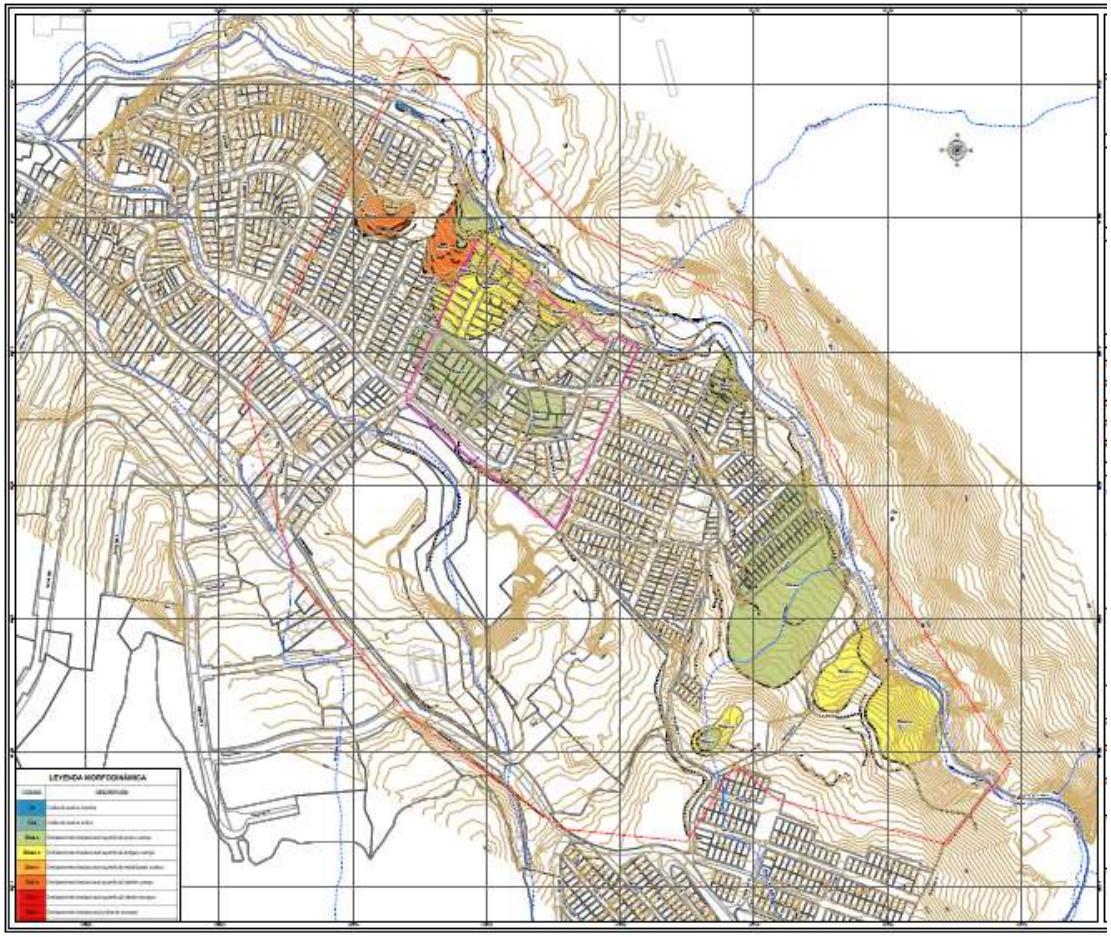


FIGURA 107. MAPA DE PROCESOS MORFODINÁMICOS DEL PERIODO 2004.

LEYENDA MORFODINÁMICA	
CÓDIGO	**DESCRIPCIÓN**
Cs	Caída de suelos inactiva
Csa	Caída de suelos activa
Dtsa-c	Deslizamiento traslacional superficial activo cuerpo
Dtsan-c	Deslizamiento traslacional superficial antiguo cuerpo
Dtse-c	Deslizamiento traslacional superficial estabilizado cuerpo
Dtsl-c	Deslizamiento traslacional superficial latente cuerpo
Dtsl-e	Deslizamiento traslacional superficial latente escarpe
Dtsl-e	Deslizamiento traslacional profundo escarpe

FIGURA 108. LEYENDA MORFODINÁMICA MAPA DE PROCESOS MORFODINÁMICOS DEL PERIODO 2004.

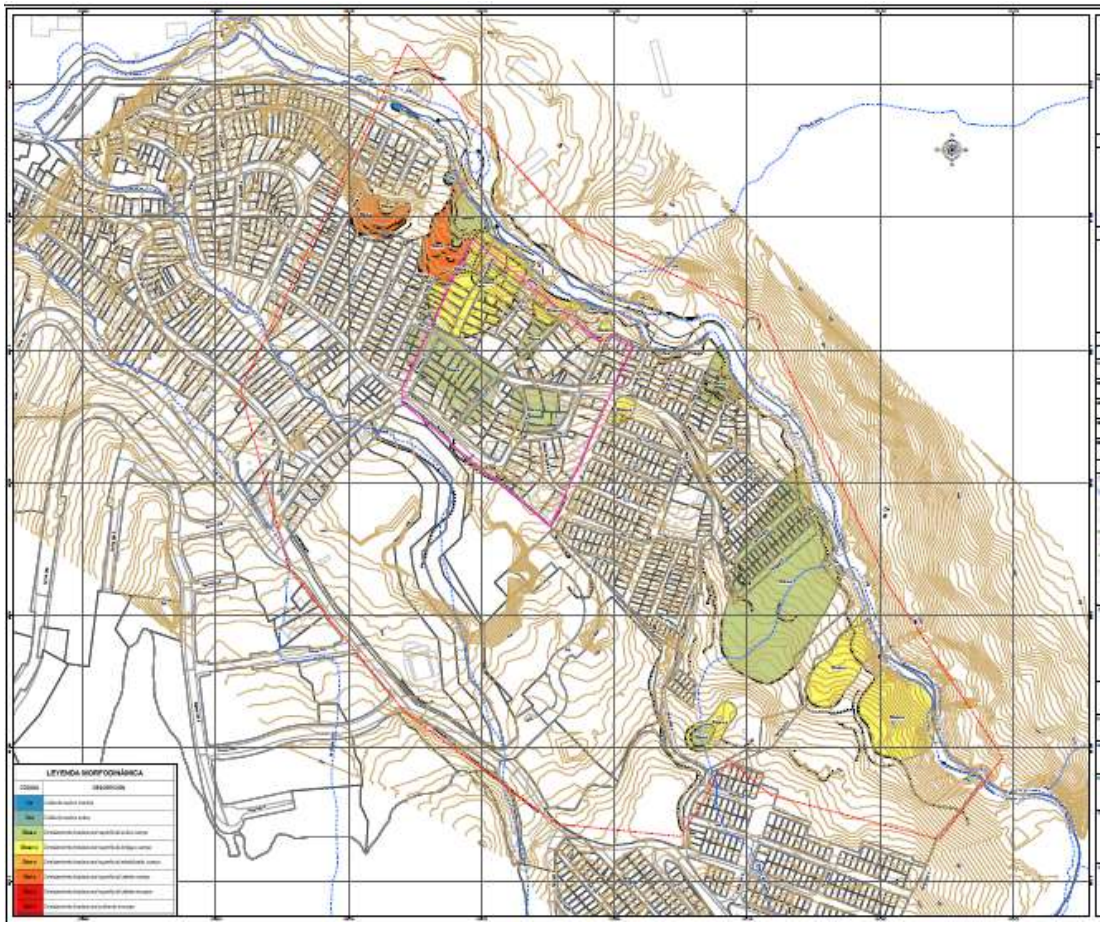


FIGURA 109. MAPA DE PROCESOS MORFODINÁMICOS DEL PERIODO 2019.

LEYENDA MORFODINÁMICA	
CÓDIGO	**DESCRIPCIÓN**
Cs	Caida de suelos inactiva
Csa	Caida de suelos activa
Dtsa-c	Deslizamiento traslacional superficial activo cuerpo
Dtsan-c	Deslizamiento traslacional superficial antiguo cuerpo
Dtse-c	Deslizamiento traslacional superficial estabilizado cuerpo
Dtsl-c	Deslizamiento traslacional superficial latente cuerpo
Dtsl-e	Deslizamiento traslacional superficial latente escarpe
Dtsl-e	Deslizamiento traslacional profundo escarpe

FIGURA 110. LEYENDA MORFODINÁMICA MAPA DE PROCESOS MORFODINÁMICOS DEL PERIODO 2019.

8.3.1. Caracterización morfodinámica

Como se indica en la **FIGURA 111**, en el inferior de la zona de estudio, con coordenadas origen MAGNA SIRGAS Ciudad Bogotá (96939 100820 mN y 100820mE), tomadas en la corona, se identificó un movimiento en masa tipo traslacional de detritos que evoluciona a flujo, de estado activo, de estilo sucesivo, distribución retrogresivo y con posibilidad de ensancharse hacia ambos flancos (**FIGURA 112 y FIGURA 113**). Además, hacia ambos flancos del movimiento se presentan deformaciones moderadas, tipo escalonamiento, y grietas de tracción.

Morfométricamente el deslizamiento se estima que tiene una longitud horizontal aproximada de 80 metros, longitud total de 86 m, la diferencia de altura entre la corona y la punta es de 26 metros, con un ancho de 40 m (figura 90), cuya profundidad de la masa desplazada, no supera los 3 - 4 m, este proceso, dado su carácter retrogresivo, el cual ha afectado 2 viviendas, la dirección del movimiento es de 35°, con una pendiente general del terreno de 40°. A nivel morfológico, el cuerpo, se presenta de manera lobular en planta, limitado, en la parte superior por una corona en media luna y con el escarpe principal casi vertical, con una altura aproximada de 4 m, el cual decrece en altura hacia los flancos, e inclinado suavemente en la parte inferior; con presencia de escarpes bajos hacia los flancos. Este proceso genera estrechamiento en el cauce a invadido una 1 tercera parte de él **(FIGURA 114**).



FIGURA 111. PANORÁMICA DEL PROCESO VISTA DESDE LA CORONA.

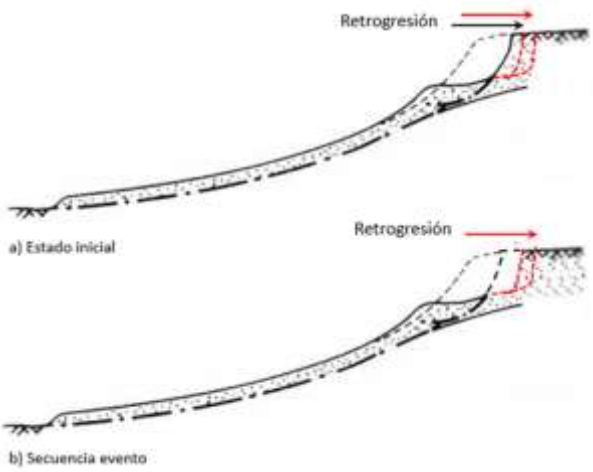


FIGURA 112. INDICATIVA DEL PROCESO DE RETROGRESIÓN EN EL MOVIMIENTO.

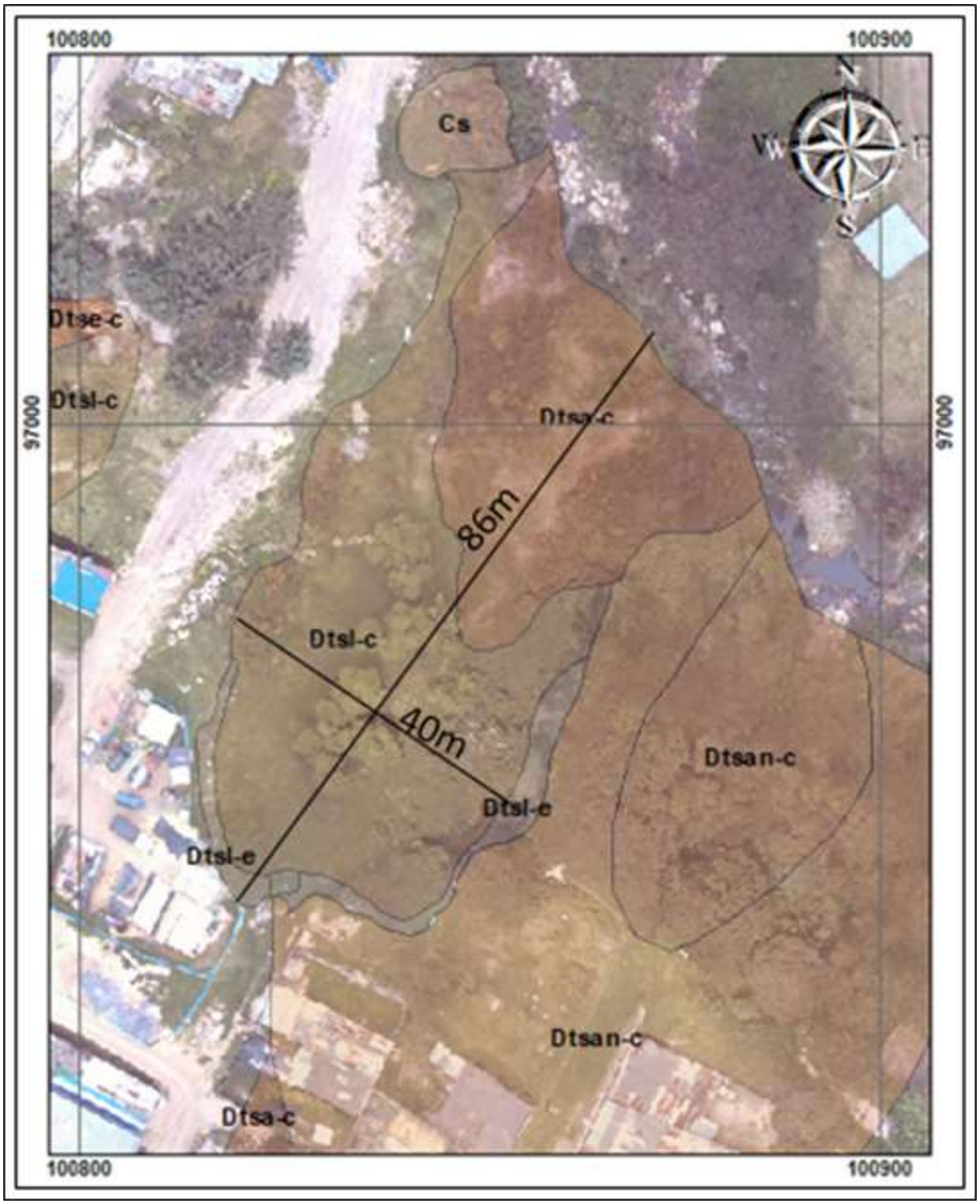


FIGURA 113 MORFOMETRÍA DEL PROCESO.



FIGURA 114 PANORÁMICA DEL PROCESO QUE GENERA ESTRECHAMIENTO DEL CAUCE DEL RIO FUCHA

En la TABLA 38 se presenta el resumen de los procesos de movimientos en masa inventariados en el Área de Influencia Directa (AID), con las características más relevantes de cada uno, la totalidad de la descripción de los procesos se presenta en los formatos de inventario de movimientos en masa del INV-GC-1 hasta el INV-GC-8, estos se presentan como anexos y en la **FIGURA 115**, se presenta el mapa donde se definen los movimientos en masa con un código, para facilitar su localización y descripción. En la **FIGURA 116** se presenta un modelo de formato de inventario.

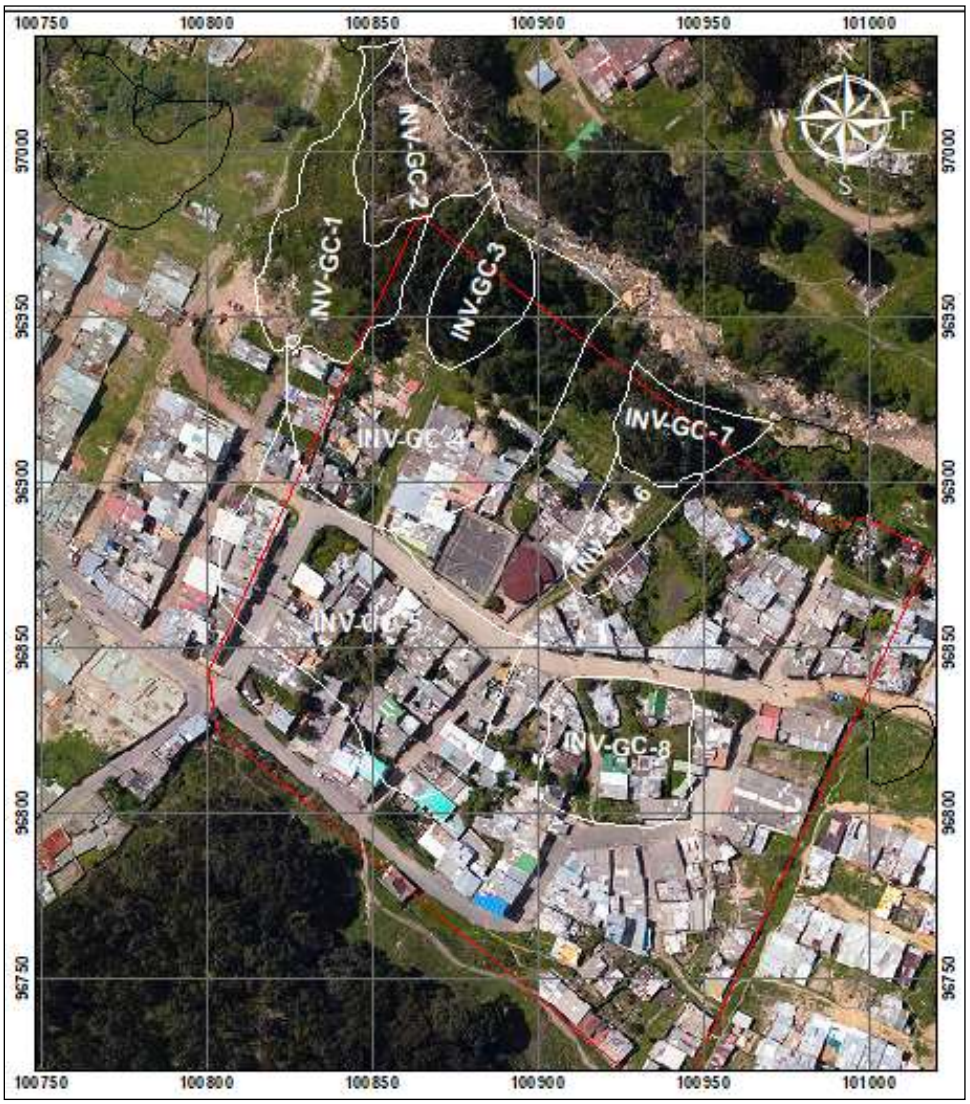


FIGURA 115 INVENTARIO DE PROCESOS

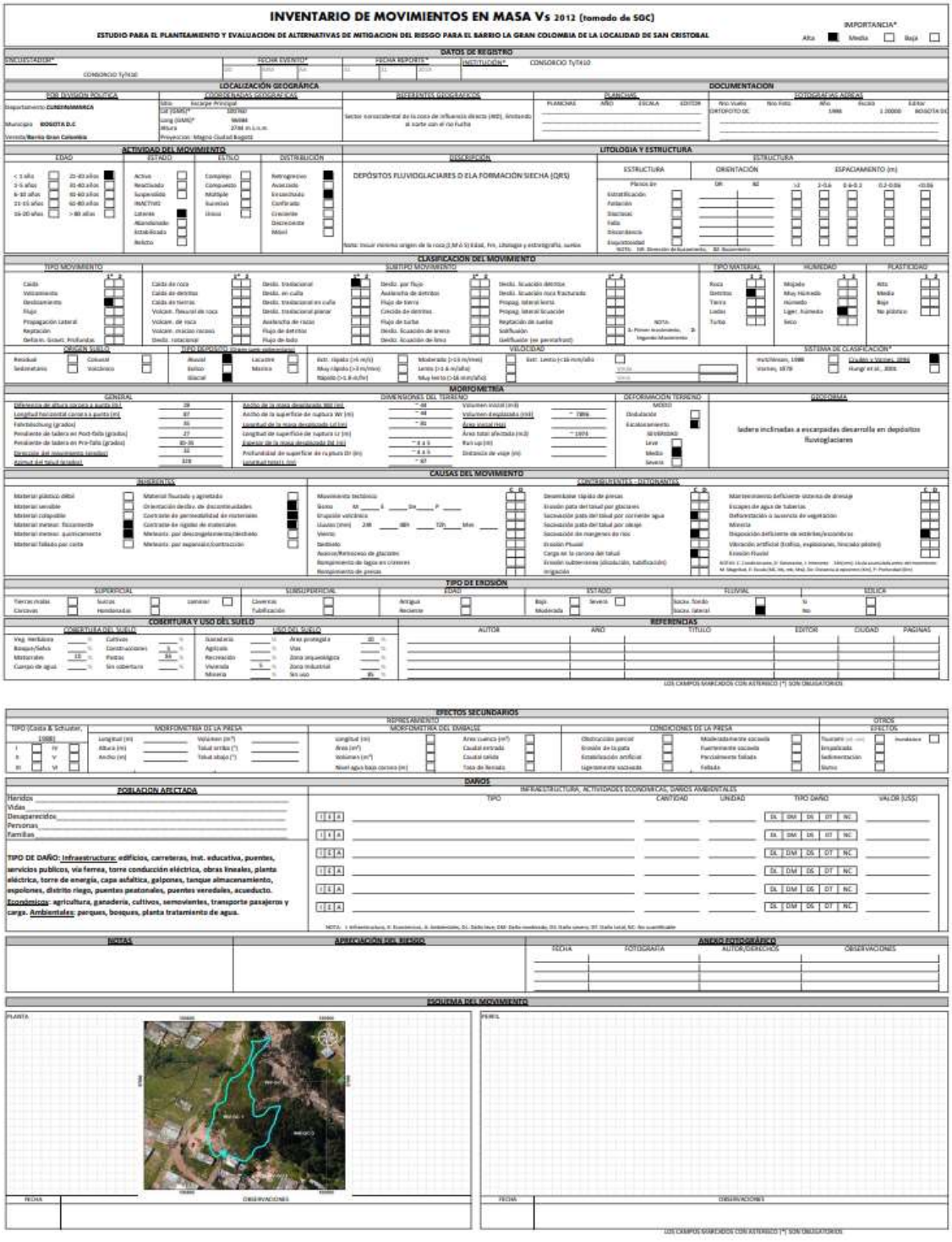


FIGURA 116 FORMATO DE INVENTARIO DE PROCESOS

TABLA 38: RESUMEN DE LOS PROCESOS INVENTARIADOS CON SUS CARACTERÍSTICAS MÁS RELEVANTES

CÓDIGO	LOCALIZACIÓN		MECANISMO	TIPO DE MATERIAL DESPLAZADO	ACTIVIDAD MOVIMIENTO			MORFOMETRIA							
	ESTE	NORTE			ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCIÓN	Wd (m)	Wr (m)	Ld (m)	Dd (m)	Dr (m)	L (m)	Vd (m3)	Ata (m2)
INV-GC-1	100760	96984	Deslizamiento traslacional	Depósitos fluvioglaciares de la formación Siecha (Qrs)	Latente		Retrogresivo y Ensanchado	~ 44	~ 44	~ 81	~ 4 a 5	~ 4 a 5	~ 87	~ 7896	~ 1974
INV-GC-2	100848	96972	Desliz. Traslacional, que evoluciona a flujo	Depósitos fluvioglaciares de la formación Siecha (Qrs) y depósitos fluviotorrenciales	Activo	Sucesivo	Retrogresivo y Ensanchado	~ 38	~ 36	~ 39	~ 2 a 3	~ 2 a 3	~ 43	~ 3270	~ 1308
INV-GC-3	100869	96936	Deslizamiento traslacional	Depósitos fluvioglaciares de la formación Siecha (Qrs) y depósitos fluviotorrenciales	Latente	Único	Retrogresivo y Ensanchado	~ 26	~ 26	~ 43	~ 2 a 3	~ 2 a 3	~ 47	~ 2602	~ 1401
INV-GC-4	100842	96889	Deslizamiento traslacional	Depósitos fluvioglaciares de la formación Siecha (Qrs	Inactivo	Único		~ 78	~ 78	~ 95	~ 2 a 3	~ 2 a 3	~ 99	~ 12095	~ 4838
INV-GC-5	100854	96807	Deslizamiento traslacional	Depósitos fluvioglaciares de la formación Siecha (Qrs), con capa de suelo residual	Activo	Sucesivo	Móvil	~ 100	~ 100	~ 95	~ 2 a 3	~ 2 a 3	~ 99	~ 12880	~ 4912

CÓDIGO	LOCALIZACIÓN		MECANISMO	TIPO DE MATERIAL DESPLAZADO	ACTIVIDAD MOVIMIENTO			MORFOMETRIA							
	ESTE	NORTE			ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCIÓN	Wd (m)	Wr (m)	Ld (m)	Dd (m)	Dr (m)	L (m)	Vd (m3)	Ata (m2)
INV-GC-6	100911	96866	Deslizamiento traslacional	Depósitos fluvioglaciares de la formación Siecha (Qrs), con capa de suelo residual y en algunos sectores depósitos de llenos antrópicos (Qra)	Activo	Único	Móvil	~ 18	~ 18	~33	~ 1 a 2	~ 1 a 2	~36	~ 1134	~ 756
INV-GC-7	100932	96902	Deslizamiento traslacional	Depósitos fluvioglaciares de la formación Siecha (Qrs), y depósitos de llenos antropicos (Qra)	Suspendido	Unico	Con posibilidad de Retrogresivo y Ensanchado	~ 34	~ 34		~ 2 a 3	~ 2 a 3		~ 2332	~ 933
INV-GC-8	100922	96796	Deslizamiento traslacional	Depósitos fluvioglaciares de la formación Siecha (Qrs), con capa de suelo residual	Activo/Reactivado	Sucesivo	Retrogresivo y Ensanchado	~ 43	~ 43		~ 2 a 3	~ 2 a 3	47	~ 4615	~ 1846

CONVENCIONES

ANCHO DE LA MASA DESPLAZADA WD, ANCHO DE LA SUPERFICIE DE RUPTURA WR, ESPESOR DE LA MASA DESPLAZADA DD, PROFUNDIDAD DE SUPERFICIE DE RUPTURA DR, LONGITUD TOTAL L, LONGITUD DE LA MASA DESPLAZADA LD VOLUMEN DESPLAZADO VD, ÁREA TOTAL AFECTADA ATA

8.4. HIDROGEOLOGÍA

Definiendo el componente hidrológico e hidrogeológico como factor esencial en la ocurrencia de los movimientos en masa en el área de estudio, se efectúa en este numeral un análisis del comportamiento hidrológico individual de las diferentes unidades, proponiendo un modelo hidrogeológico simplificado y finalmente, analizando esquemáticamente las actividades de orden antrópico que contribuyen de manera decidida a generar ciertas alteraciones en la estabilidad y equilibrio hidrológico natural de este sitio.

El mecanismo del movimiento se halla relacionado con la evolución de los niveles freáticos. En este sentido, durante la deposición de materiales de relleno en la zona de estudio, en especial, al pie de la ladera, se habrían generado las condiciones necesarias para el inicio de los procesos: nivel freático colgados y posición de una formación "competente" (depósitos clastosoportados) debajo de un material geomecánicamente débil (materiales arcillosos), la formación de grietas, sería consecuencia de las etapas de humedecimiento y secado que sufren estos materiales. Los depósitos fluvioglaciares presentan una variación importante en su textura, que varían de arenosos a arcillosos, los cuales presentan una circulación de tipo freático, debido a que su matriz arenosa limosa a limo arcillosa le confiere una significativa porosidad y permeabilidad, normalmente, estos depósitos están saturados en agua o por su permeabilidad fluyendo de manera continua flujos de agua (favoreciendo fenómenos de inestabilidad), cuyo límite superior fluctúa con el régimen de precipitaciones, y en algunos casos pueden tener algún grado de almacenamiento hídrico. En la **FIGURA 117**, se esquematiza la distribución de las unidades hidrogeológicas de la zona de estudio, al igual la posible circulación de los flujos de agua, esto con el ánimo de entender de manera detallada los flujos a nivel local.

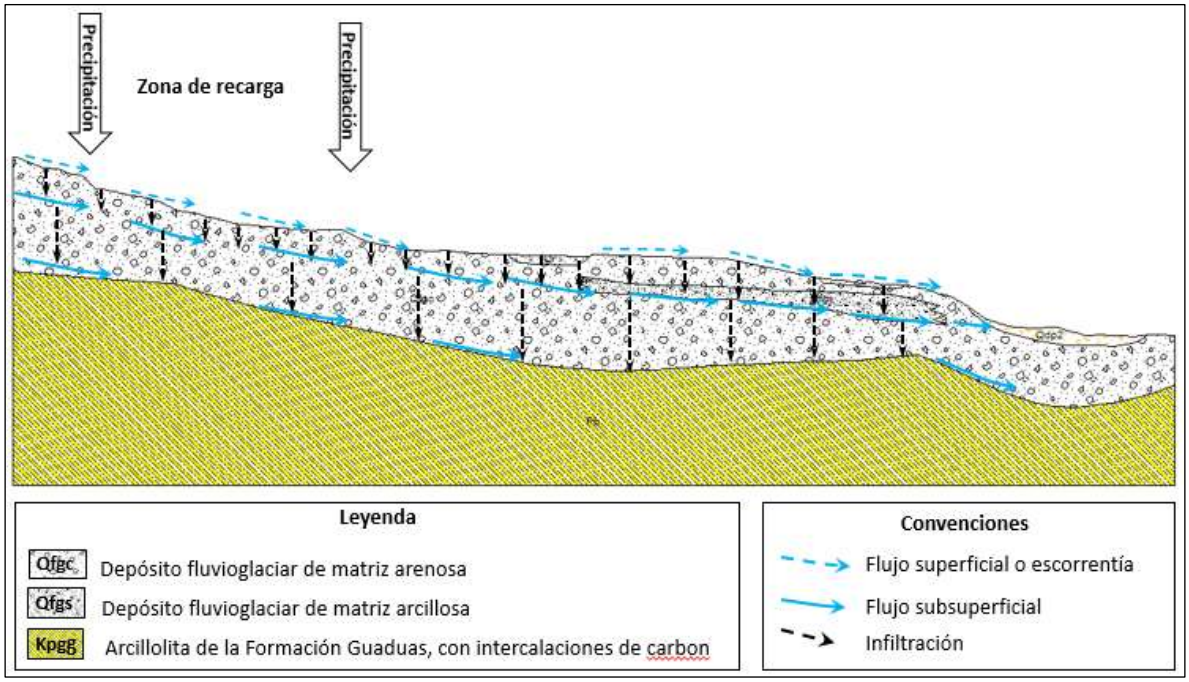


FIGURA 117 ESQUEMA REGIONAL HIDROGEOLÓGICO Y LA DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES

8.4.1. Caracterización Hidrogeológica de las Unidades

SUELO RESIDUAL DE DEPÓSITOS FLUVIOGLACIARES. La unidad poco consolidada de material limo arcilloso, presenta en términos generales permeabilidad media a alta y porosidad primaria, lo que sin duda alguna favorece los procesos de infiltración, que va disminuyendo dependiendo su grado de consolidación (base secuencia), esta posee una permeabilidad primaria radicalmente inferior, aunque una permeabilidad secundaria notablemente superior, derivada de la existencia de grietas y fisuras en el interior del suelo, las cuales son generadas a través de los procesos de humedeciendo y secado. En este orden de ideas, vale la pena recordar que la cobertura vegetal (pastos) en la ladera superior se caracteriza por su alta capacidad de retención de agua y por conservar grados de saturación bastante elevados, aún en épocas de verano, pero en los primeros centímetros del perfil del horizonte.

DEPÓSITOS FLUVIOGLACIARES. Estos depósitos poseen un comportamiento hidrológico complejo. Litológicamente y existen estratos con cierta porosidad y

permeabilidad primarias que fácilmente permiten la acumulación y circulación subsuperficial horizontal del agua. Por el contrario, se encuentran estratos conglomeráticos, poco alterados, que bien pueden considerarse hidráulicamente como capas "sellantes" que permiten un acceso y circulación completamente restringidos del agua en sentido vertical; cuyos taludes permanecen secos la mayor parte del año, registrándose afloramientos esporádicos y resurgencias importantes de agua por flujo continuo o ("goteo").

La permeabilidad tiene una estrecha dependencia de la estructura y textura del suelo, estos depósitos, presentan unas tasas de infiltración de agua del orden de 1,2 x 10-4 cm/s, por lo que se considera que son poco permeables.

FORMACIÓN GUADUAS. Está conformada principalmente por estratos arcillosos que, en general, no ofrecen buenas posibilidades como depósito de agua subterránea. Los niveles arenosos intercalados pueden producir pequeños flujos de agua; en algunos lugares estos han sido explotados con pozos, con muy bajos caudales y de carácter intermitente. En general las arcillolitas y lutitas tienen alta porosidad la cual varia de 5.2-21.1% (Modificado de Hudak, 2000), pero baja permeabilidad por lo que generalmente constituyen barreras para la circulación del agua subterránea. Estas rocas de grano muy fino sirven como grandes capas de confinamiento y direccionan los flujos de agua. La gran cantidad de poros que puede haber en una roca de grano fino puede almacenar grandes cantidades de agua. Sin embargo, la porosidad disminuye con la profundidad y la edad de la roca debido a la compactación de ella, las capas de arcillolitas constituyen las unidades semipermeables, donde los procesos de infiltración son mínimos por la naturaleza litológica de las rocas, lo que limita o condiciona los flujos a ser superficiales.

Las fracturas y aberturas a lo largo de los planos de estratificación crean apreciable permeabilidad secundaria. Es importante destacar que, por las características de los materiales arcillosos de esta formación, son de carácter impermeable, las cuales funcionan como acuitardo en esta área.

8.4.2. Aspectos Hidrodinámicos, Recarga y Descarga

Debido a las particularidades lito-estructurales de las rocas y sedimentos que conforman esta cuenca, en la escala regional se considera que todas las unidades hidrogeológicas están relacionadas y forman una unidad hidráulicamente conectada. Dentro de la cuenca hidrogeológica se establecen dos zonas de interés (Interior y Exterior) donde la recarga y la descarga de las aguas subterráneas está determinadas por procesos y mecanismos distintos. La zona Interior corresponde a la superficie de la cobertura de la cuenca. Dentro de esta

zona los acuíferos neógeno-cuaternarios y del paleógeno reciben recarga por la infiltración de las aguas lluvias en áreas muy limitadas ubicadas hacia los bordes internos de la cuenca, donde afloran depósitos más permeables. En el resto del área la recarga por precipitación se dificulta debido a los niveles arcillosos aflorantes, aunque ésta puede tener importancia para los acuíferos superficiales de carácter local. Otra fuente de recarga en la zona Interior proviene de las corrientes superficiales durante los períodos húmedos. La relación hidráulica entre los principales acuíferos y los ríos también se limita a las partes altas de los valles internos, dado que en la parte plana sus cauces por ser poco profundos generalmente se encuentran colgados en medio de los sedimentos arcillosos. La descarga en esta zona se produce básicamente en forma de flujo base o mediante los manantiales en la **TABLA 39**, se presentan las principales características hidrogeológicas de las unidades que hacen parte de los cerros orientales, límite suroriental de la zona de estudio, y que son las unidades topográficamente más altas.

FORMACION	LITOLOGIA PREDOMINANTE	Profund. de los pozos (m)	Caudal (l/seg)	Transmisividad (m2/dia)	Conductividad hidraulica (m/dia)	Capacidad especifica (l/seg/m)
Complejo Acuifero de los Depositos Inconsolidados Neogeno – Cuaternario						
Depósitos Aluviales (Qal)	Arenas, limos y gravas.	< 30	0.1 - 2	-	-	< 0.1
Terraza Alta (Qta)	Arcillas. Limos, arenas y gravas.	30 - 300	1 - 8	5 - 100	0.1 - 5	0.1 – 0.5
Tilatá (NgQt)	Gravas con matriz arenosa, arenas cuarzosas, limos, arcilla y turba.	200 - 600	10 - 50	5 - 940	< 9	0.5 – 7
Complejo Acuitardo del Paleogeno						
Usme (Pgu)	Limolitas y arcillolitas con intercalaciones de areniscas de diferente tamaño.	< 100	< 1	< 3	-	-
Regadera (Pgr)	Areniscas cuarzosas de diferente tamaño, con matriz arcillosa intercaladas con arcillolitas y limolitas.	< 100	< 1	< 3	-	-
Bogotá (Pgb)	[illegible] areniscas en la parte inferior.	30 – 150	0.3 – 1.5	< 3	-	< 0.03
Cacho (Pgc)	Areniscas cuarzosas de grano medio a conglomerático con capas delgadas de arcillolitas.	45 – 160	0.2 – 6	9 – 500	0.3 - 2	0.1 - 0.6
Guaduas (KPgg)	Arcillolitas con estratos de areniscas y mantos de carbón.	50 – 150	0.3 – 2	< 5	-	< 0.03
Complejo Acuifero Guadalupe						
Labor y Tierna (Klt)	Areniscas de grano fino a grueso interestratificadas con arcillolitas y limolitas.	60 - 600	2 - 60	15 - 600	0.3 - 15	0.1 - 6
Plaeners (Kp)	Arcillolitas, limolitas y liditas.	100 - 600	1 - 4	5 - 10	0.1 – 0.3	~ 0.1
Arenisca Dura (Kad)	Areniscas cuarzosas finas con cementación silicea, interestratificadas con limolitas y arcillolitas.	100 - 600	4 - 30	5 - 350	0.5 - 8	0.1 - 2
Unidad Confinante						
Formación Chipaque (Kch)	Lutitas intercaladas con calizas y areniscas.	< 150	~ 2	~ 5	-	< 0.05

TABLA 39**:** CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS. TOMADO DE VELANDIA, F (2011).

8.4.3. Modelo hidrogeológico simplificado

Con base en lo anteriormente expuesto, puede plantearse el siguiente modelo hidrogeológico simplificado de la zona de estudio (FIGURA 117), en el que claramente se diferencian tres zonas:

ZONAS DE RECARGA. En el área de estudio, se relacionan fundamentalmente con los sitios donde predominan como unidades superficiales los materiales de, depósitos fluvioglaciares y suelos residuales de este material, que por sus características de permeabilidad facilitan la infiltración de las aguas lluvias. Desde este punto de vista, las áreas de recarga de mayor importancia, corresponden a los terrenos de topografía alta localizados en los sitios altos aledaños al área de estudio, sumado a lo anterior la quebrada. La Pichosa, puede aportar un flujo de agua considerable a este sector. No se descarta, sin embargo, que existan áreas de recarga de importancia hidrológica significativa en sitios geográficamente distantes del área, responsables hipotéticamente de alimentar estos niveles de agua.

ZONAS DE CIRCULACIÓN. El agua infiltrada, circula subsuperficialmente en sentido horizontal y vertical, dependiendo de la topografía, la vegetación y la variación de la permeabilidad primaria y secundaria de las unidades suelo. En este sentido, en la zona de estudio, las aguas subsuperficiales circulan preponderantemente a través de los depósitos fluvioglaciares de carácter granular, con alta permeabilidad y porosidad.

Como se describió anteriormente estos depósitos no consolidados de material fluvioglaciar están compuestos por partículas tamaño bloques, gravas gruesas y arena de grano medio a grueso, y niveles conglomeráticos y en menor proporción presencia de partículas tamaño limo y arcilla, lo que nos determina una porosidad media a alta. Dadas las características granulométricas, se deja entrever que es una unidad geológica en la cual su infiltración tiene valores importantes. De acuerdo con lo anterior, desde el punto de vista hidrogeológico se presentan las condiciones para el almacenamiento y trasmisión de agua, lo cual esta unidad se puede inferir que se estima a esta unidad como un acuífero.

ZONAS DE DESCARGA. Con base en la circulación de los flujos, se infiere que las zonas de descarga se localizan a la base de la ladera y en inmediaciones del río Fucha, en el sector más inestable, es observable un flujo continuo de agua a este nivel, el cual es definido por un cambio de rigidez en los materiales, hacia el sector del deslizamiento este nivel se ve que disminuye, donde los depósitos aluviales y fluvioglaciares están en contacto con la formación Guaduas. Las áreas

de descarga se asocian con los contactos entre los materiales de diferente granulometría.

RÉGIMEN DE AGUA DE LA LADERA. El régimen de agua en esta ladera muestra un comportamiento de flujos sub superficiales y de escorrentía, que favorece los procesos de infiltración, controlado por la textura arcillosa de los suelos residuales, producto de los procesos de meteorización de los depósitos fluvioglaciares. Las aguas de infiltración son trasmitidas como un flujo subsuperficial a través de la unidad de suelo residual, al igual que del estrato de depósitos fluvioglaciares, estos flujos son controlados y direccionados por la interfase suelo y depósito, y depósitos arenosos y depósitos arcillosos que se convierte en una discontinuidad de carácter hidráulico. Es de resaltar que la ocupación del territorio dio lugar a una mayor trasformación con la pérdida de la vegetación natural de bosques que caracterizaba gran parte de la zona, por el cambio a pastos y arbustales, al igual que con la intervención antrópica (construcciones y llenos). A partir de esta condición, se genera un cambio en el régimen hidrológico superficial y sub superficial de las laderas, con un incremento notable de la humedad de los suelos, que era regulada por el proceso de evapotranspiración. Además, la condición hidrogeológica regional generada por los planos de discontinuidades (estratificación y diaclasas) que orientan los flujos en dirección de la ladera y al rio Fucha.

8.4.4. Determinación de Factores RU

A partir de la información hidrológica presentada en el Capítulo 9 de este informe se extractaron las características de la cuenca del sitio de estudio, para la determinación de caudales por infiltración se utilizó la curva IDF de la estación Vitelma, también se utilizó los parámetros de permeabilidad determinados mediante los ensayos de permeabilidad en laboratorio y los encontrados a partir de los ensayos de consolidación unidimensional.

De otra parte, a partir de las propiedades de cada uno de los materiales determinadas a partir de ensayos de laboratorio básicos como humedad natural, peso unitario y gravedad específica, mediante relaciones de fase se determinó la saturación de los materiales.

Para el periodo de retorno de 50 años, la duración de la precipitación es de 16.8 minutos con una intensidad de 109.1 mm/hora, lo cual indica que la precipitación es de 31 mm.

En el Anexo 5 se presenta la memoria de cálculo del modelo hidrogeológico, de donde se obtuvo los valores de Ru en condición normal y extrema para cada uno de los materiales y el resumen se muestra en la tabla siguiente.

Material	Qr	Qfgc	Qfgs	Qat	
Precipitación	**54.30**	**54.30**	**54.30**	**54.30**	mm
No. De curva	**87.50**	**87.50**	**87.50**	**87.50**	mm
Abstracción	36.29	36.29	36.29	36.29	mm
Escorrentía	26.56	26.56	26.56	26.56	mm
Infiltración	27.74	27.74	27.74	27.74	mm
Altura de agua	1.01	2.63	1.09	0.83	m
Parámetro Ru (normal)	0.24	0.21	0.04	0.02	
Parámetro Ru (Extrema)	0.55	0.50	0.50	0.49	

9. HIDROLOGÍA

El agua es el elemento más abundante de la tierra y es una fuerza exógena que modifica constantemente la corteza terrestre. Además, es el principal constituyente de todos los seres vivos al ser un factor en la climatización de nuestro planeta facilitando la existencia humana y la influencia en el progreso de la civilización.

La ciencia que trata las aguas sobre la tierra es la hidrología, esta estudia su ocurrencia, circulación, distribución, propiedades físicas y químicas y su reacción y relación con el medio ambiente, dando así una guía para la planeación y manejo de los recursos hidráulicos; para la elaboración obras de diseño, operación de estructuras hidráulicas, abastecimiento de agua, tratamiento y disposición de aguas residuales, irrigación, drenajes, generación hidroeléctrica, control de inundaciones, navegación, erosión y control de sedimentos, entre otras.

La característica principal de las cuencas urbanas se encuentra representada por el incremento de la impermeabilización y la reducción de infiltración debido al revestimiento del suelo como consecuencia de la construcción de predios, pavimentación de cascos urbanos y vías principales; generando una pérdida de la cobertura vegetal, lo que facilita la ocurrencia de los procesos de erosión ocasionados por escorrentías instantáneas, lo anterior aumenta la susceptibilidad a eventos naturales y de manera implícita el riesgo a desastres socio naturales.

Este capítulo pretende estudiar la dinámica hidrológica de las unidades hidrográficas que afectan de manera directa el área de interés a través de la caracterización geomorfológica, morfométrica y topográfica. Para cumplir esta finalidad en principio se definen las microcuencas objeto de estudio.

Las unidades hidrográficas presentes en el perímetro del área de estudio se presentan en la **FIGURA 118**, en donde se presentan dos fuentes hídricas con afectación directa, el Río Fucha y la Quebrada Aguas Claras o La Pichosa (nombre popular), dentro de la cartografía se registra una tercera fuente hídrica de la cual no se su evidencia en terreno, ni su continuación aguas arriba según los planos antiguos de los drenajes en la zona de estudio.

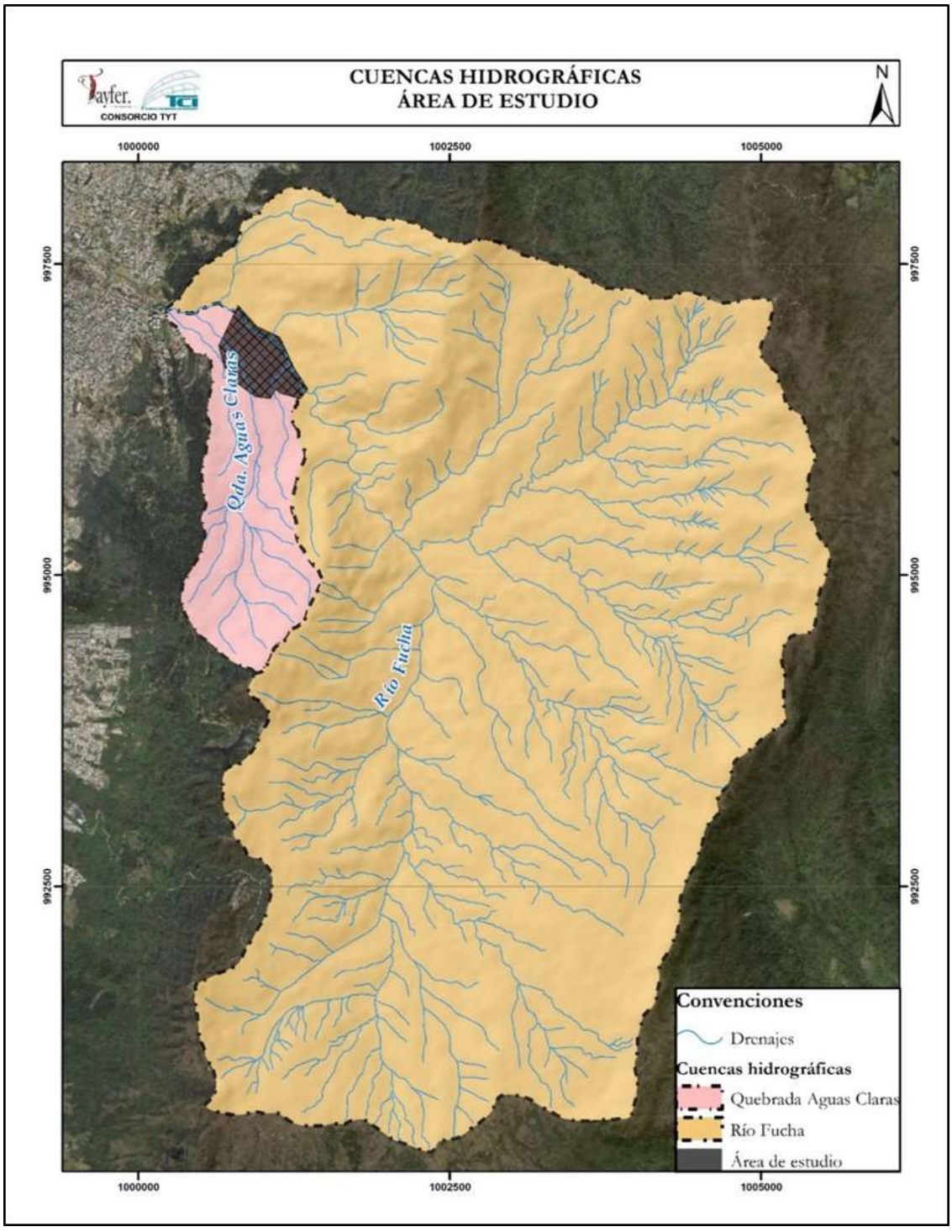


FIGURA 118 UNIDAD HIDROGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

9.1. RECOPILACIÓN DE REGISTROS E INFORMACIÓN.

A continuación, se presentan los aspectos hidrológicos e hidrogeológicos en el presente proyecto, que tendrá en cuenta la información hidrometeoro lógica de instituciones disponibles tales como IDEAM, CAR, IGAC, entre otras.

Para hacer el análisis hidrológico de la zona de estudio correspondiente al barrio La Gran Colombia se utiliza como insumo los documentos del contrato de: "consultoría para la actualización del plan maestro de abastecimiento y la elaboración y formulación del plan maestro de alcantarillado para Bogotá y sus municipios vecinos", el cual fue realizado por la firma INGETEC S.A para la empresa de acueducto de Bogotá[1].

Este estudio se realizó en el año 2015, bajo el esquema de actualización al informe de caracterización de tormentas realizado para empresa de acueducto de Bogotá en el marco del contrato 1-02-25500-1318-2013 ejecutado por la firma ingetec s.a. En la realización de este producto se presenta una herramienta que estima los parámetros necesarios para estimar la curva IDF más acertada según el área de estudio. Es de este modo que se utilizan las 69 estaciones, sin embargo, la información utilizada para el presente proyecto corresponde a la estación la más cercana que para el barrio la gran Colombia es la estación de Vitelma, como se explica más adelante

El documento base que será tomado como referencia es el informe de "caracterización de tormentas y actualización de las curvas de Intensidad duración y frecuencia IDF". Este informe se presenta en el Anexo 3

A continuación, se presenta **FIGURA 119**, en la cual se indican las estaciones objeto de análisis en el presente estudio.

[1] 2005

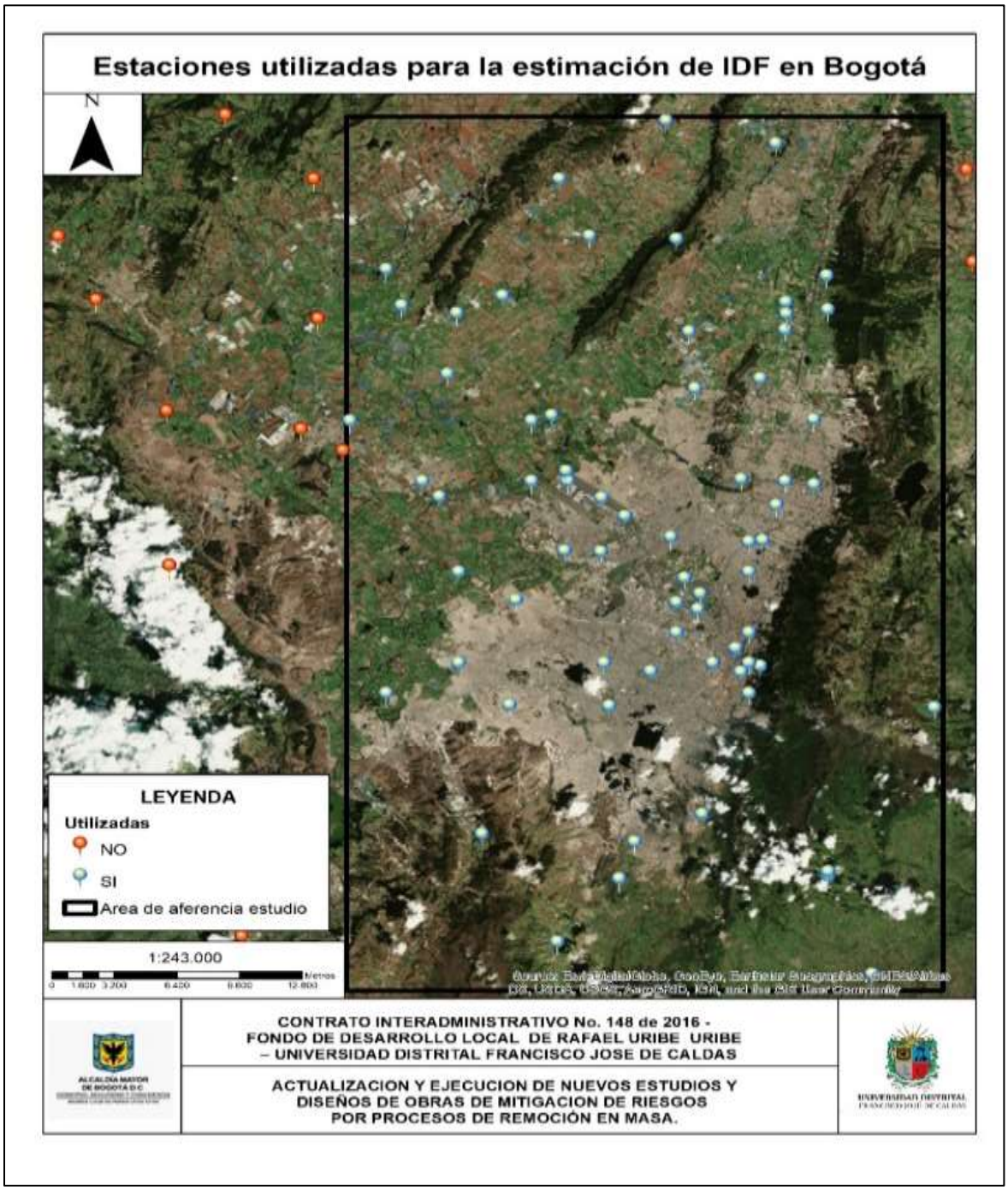


FIGURA 119 ESTACIONES UTILIZADAS PARA LA ESTIMACIÓN DE IDF EN BOGOTÁ, FUENTE ESTUDIO PARA ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE TORMENTAS EN LA SABANA DE BOGOTÁ

Para el desarrollo del estudio se utilizó la información de 69 estaciones. El estudio de las curvas IDF se compuso de los registros de las 50 estaciones que siguen en funcionamiento y de seis adicionales, para un total de 56 estaciones, que tienen una distribución administrativa de: 12 estaciones operadas por la CAR, 12 operadas por el IDEAM y 32 por la EAAB - ESP; respecto a la última entidad mencionada se incluyeron 26 el estudio de IRH Ltda y seis corresponden a las estaciones adicionales.

Para el análisis espacial de tormentas se analizaron los registros de las 56 estaciones consideradas en el estudio de las curvas IDF, y adicionalmente12 suspendidas, esto para un total de 68 estaciones incorporadas en el estudio.

TABLA 40: CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS. TOMADO DE VELANDIA, F (2011).

CÓDIGO	NOMBRE	TIPO	Y	X	ELEVACIÓN	CORRIENTE
2120051	Apostólica	PVG	989800	981200	2 618	Rep Muña
2120060	Guaraní	PVG	981300	982000	2 800	Río Bogotá
2120085	El Bosque	PVG	986500	1000000	2 880	Río Tunjuelo
2120103	Santa Teresa	PVG	1017500	1016400	3 080	Río Teusacá
2120115	Ed, M, Mejía	PVG	1000925	1000295	2 580	Río San Franc,
2120156	La Picota	PVG	994720	995620	2 580	Río Tunjuelito
2120166	El Fute	PVG	1000150	977500	2 607	Río Bogotá
2120172	San Jorge	PVG	990900	986660	2 890	Río Soacha
2120188	Tabio	PVG	1034500	997500	2 750	Río Tince
2120516	La Ramada	CO	1012980	988640	2 545	Río Bogotá
2120559	Guaymaral	CP	1024100	1000725	2 560	Río Bogotá
2120561	Represa Muña	CP	994560	980700	2 565	Río Bogotá
2120630	Doña Juana	CP	993000	994000	2 700	Río Tunjuelo

P-01	Cerros de Suba	PVG	1013541	999137	2 691	Río Bogotá
P-02	Lab. La Hormona	PVG	1009880	1001620	2 592	Río Salitre
P-03	La Cabaña	PVG	1019700	1013600	2 580	Río Bogotá
P-04	Salitre Casa de Bombas	PVG	1009950	999770	2 580	Río Bogotá
P-05	San Rafael	PVG	1012900	1011100	2 750	Río Teusacá
P-08	Tibitoc	PVG	1041862	1011746	2 698	Río Bogotá
P-09	Usaquén - Santa Ana	PVG	1010242	1005804	2 647	Río Bogotá
P-11	Contador	PVG	1012560	1005068	2 597	Río Bogotá
P-29	Arrayan San Fco-Salitre K-9	PVG	999200	1004500	3 047	Río San Fco
P-30	Camavieja	CO	1003580	998480	2 680	Río Bogotá
P-31	Casablanca	ME	998377	990428	2 665	Río Balsillas
P-33	Chipaque	PVM	983000	1003700	2 481	Río Negro
P-34	Choachi - El Uval	PVG	992400	1016850	1 950	Río Negro
P-35	El Delirio	PVG	994730	1002120	3 000	Río Fucha
P-36	El Granizo	PVG	1002200	1002830	3 125	Río Arzobispo
P-37	El Verjón	PVG	998000	1005994	3 250	Río Teusacá
P-38	La Vieja	PVG	1005710	1003822	2 720	Q, La Vieja
P-40	San Diego	PVG	1001500	1001390	2 700	Río Arzobispo
P-41	San Luis	PVG	1005380	1004130	2 300	Río Teusacá

P-42	Santa Lucía	PVG	997550	995080	2 630	Río Fucha
P-44	Techo	CO	1005120	991300	2 550	Río Bogotá
P-45	Tanque Jalisco	PVG	996900	991500	2 599	Río Bogotá
P-46	Une	PVG	979000	1005800	2 430	Cáqueza
P-47	**Vitelma**	**CO**	**997682**	**1000642**	**2 800**	**Río San Cristo**
P-48	Fontibón	CO	1007180	992500	2 518	Río Bogotá
P-49	Guadalupe	PVG	999430	1002520	3 316	Río Bogotá
P-51	Bosa Barreno 2	PVG	1001915	988072	2 550	Río Bosa
P-52	El Hato	PVG	976829	988920	3 150	Chisaca
P-54	La Regadera	PVG	978751	992782	3 050	Río Tunjuelo
P-61	Los Tunjos	PVG	967955	985648	3 780	Chisaca
P-74	Socha	PVG	1007100	1012850	2 750	Río Bogotá
P-76	Planta Wiesner	CO	1010265	1009002	2 795	Río Teusacá
P-77	La María	PVG	991750	1002050	3 100	Río Bogotá
P-78	Serrezuela	PVG	1018613	1007000	2 800	Río Bogotá
P-79	La Caro	CO	1028994	1005739	2 560	Río Bogotá
P-80	La Meseta	PVG	991750	984200	2 718	Río Bogotá
P-81	Juan Rey	PVG	991780	999260	2 985	Río Bogotá
P-90	Quiba	PVG	992305	989998	3 000	Río Bogotá
P-91	Olarte	PVG	983000	993850	3 000	Río Tunjuelo
P-92	Las Huertas	PVG	999100	981400	2 572	Río Bogotá
P-94	Saucedal II	PM	1006400	992000	2 900	Río Fucha
P-95	La Conejera	PVG	1019644	1000578	2 500	Río Bogotá

2120160	Edificio Himat	PVG	1000191	1001162	2 685	Río Bogotá
2120523	Obs, Meteorológico Nal	CP	1003791	997882	2 556	Río Bogotá
2120542	Tibaitatá	AM	1010394	984966	2 543	Río Balsillas
2120558	Venado de Oro	CO	999924	1002148	2 725	Río Bogotá
2120571	Jardín Botánico	CO	1007468	997972	2 552	Río Bogotá
2120572	Granja San Jorge	CO	989683	987973	2 900	Río Soacha
2120577	Base aérea Madrid	CO	1014674	978365	2 550	Río Bogotá
2120579	Aeropuerto El Dorado	SP	1010773	993176	2 547	Río Bogotá
2120598	Granja Providencia	CO	1021071	987066	2 560	Río Bogotá
2120605	Esc, Col, de Ingeniería	CP	1020729	1003513	2 650	Río Bogotá
2120613	Radio Sonda	RS	1011164	992335	2 546	Río Bogotá
2120622	Universidad Nacional	CP	1004316	999093	2 556	Río Bogotá
3502505	Llano Largo	CO	987148	1005595	2 980	Q, Idaza
3502506	La Bolsa	CO	997387	1011041	3 195	Río Negro

- Evaluando la zona de estudio se aprecia que las estaciones más cercanas en la zona de estudio corresponden a la estación de Vitelma y El delirio.

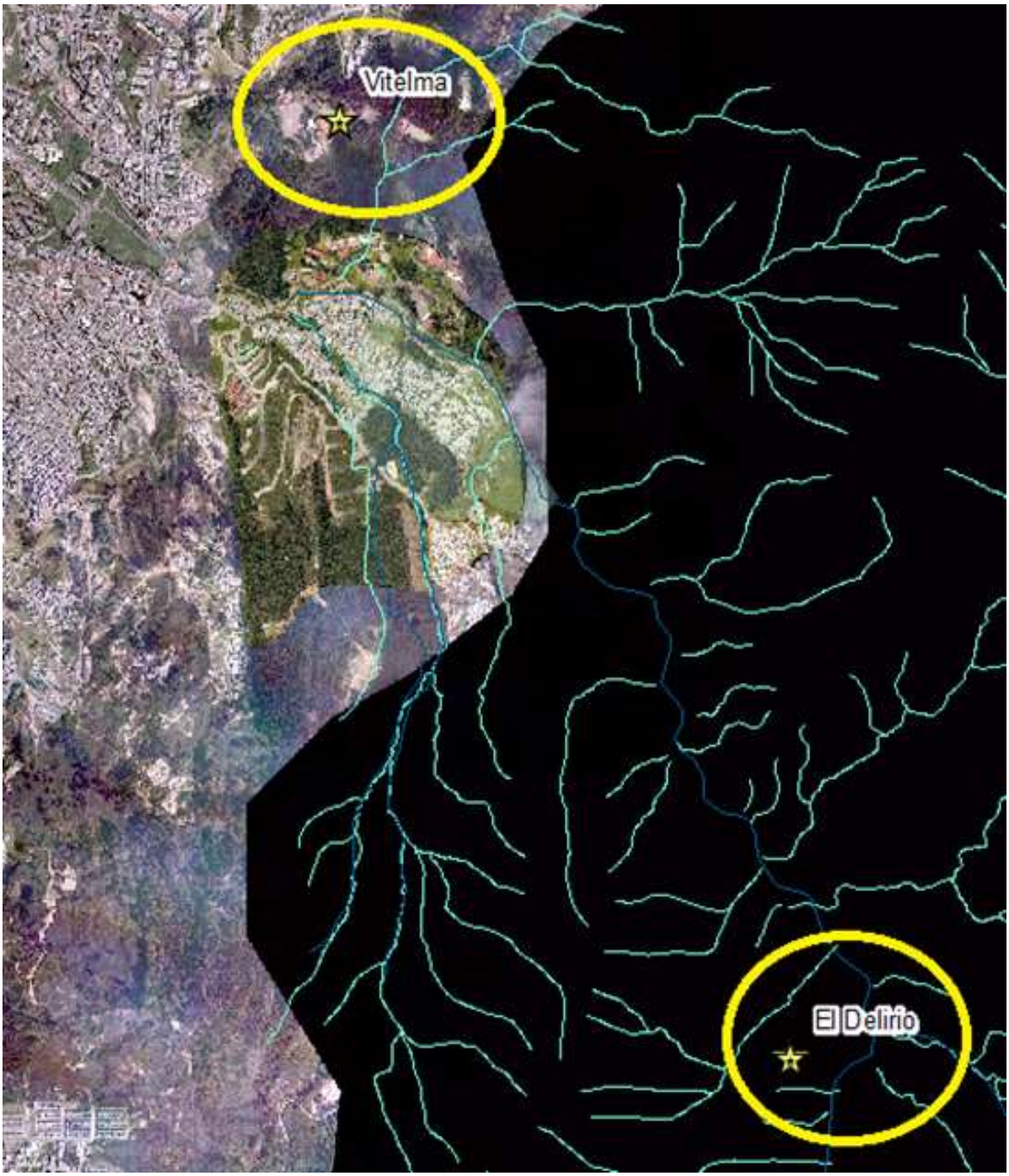


FIGURA 120 ESTACIONES ESTACIONES HIDROCLIMATICAS CERCANAS. FUENTE: PROPIADIO PARA ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE TORMENTAS EN LA SABANA DE BOGOTÁ

En las siguientes gráficas se especifican las características hidrológicas de la estación Vitelma.

Debido a que la zona de estudio se ubica en la parte alta de la montaña, la precipitación de orden orográfica propenso a lluvias constantes, así mismo el barrio de la gran Colombia tiene un clima de páramo de tendencia monomodal siendo el mes de julio el más lluvioso.

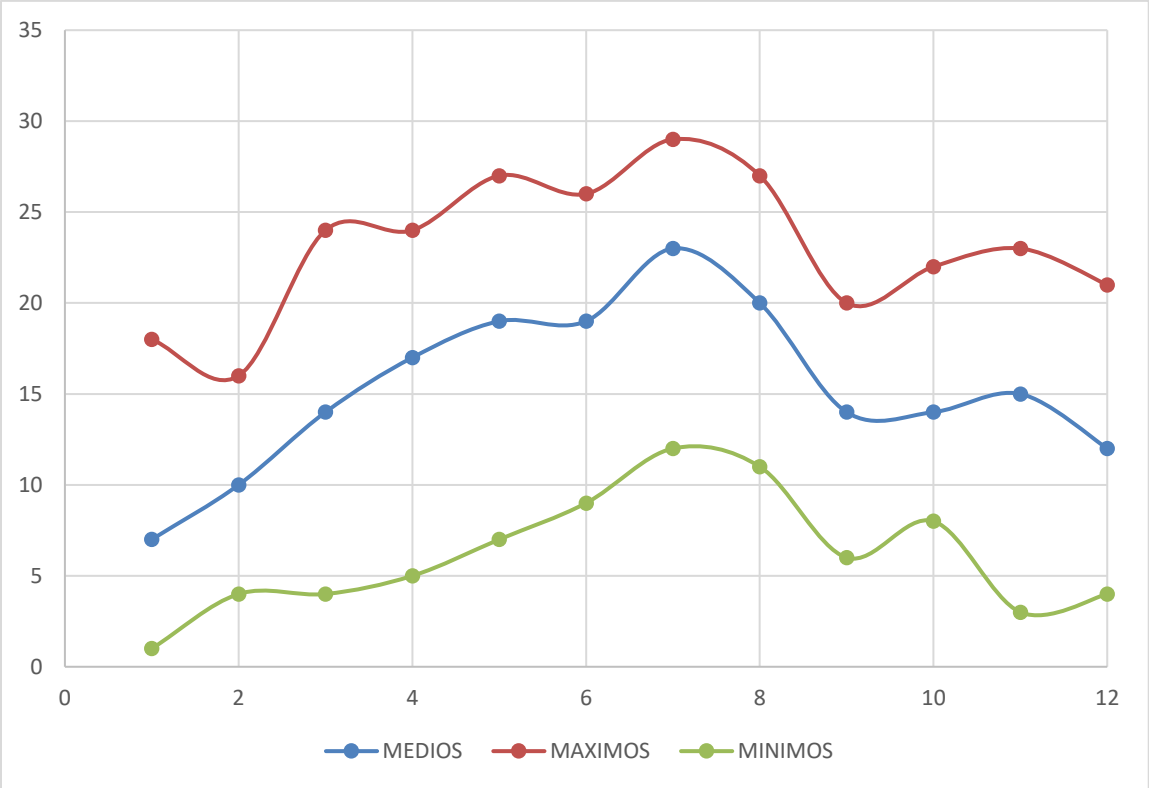


FIGURA 121. DÍAS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN. FUENTE: PROPIA

De acuerdo con la siguiente gráfica la temperatura máxima se ubica en marzo, mayo y octubre

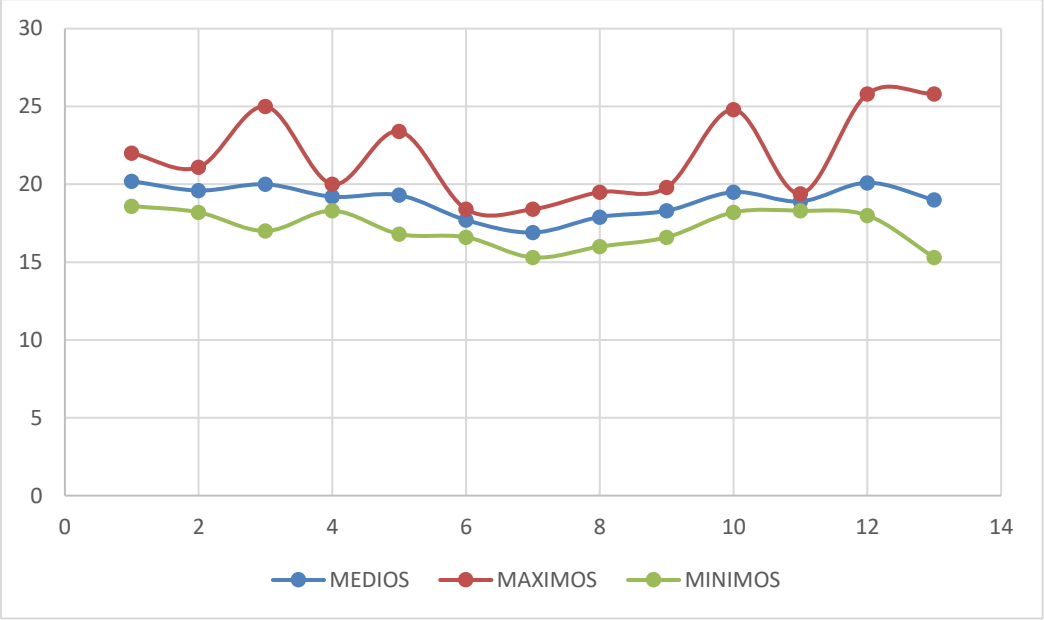


FIGURA 122. VALORES MÁXIMOS DE TERPERATURA. FUENTE: PROPIA.

Con respecto a las lluvias máximas, se puede apreciar que se presentan en el mes de octubre.

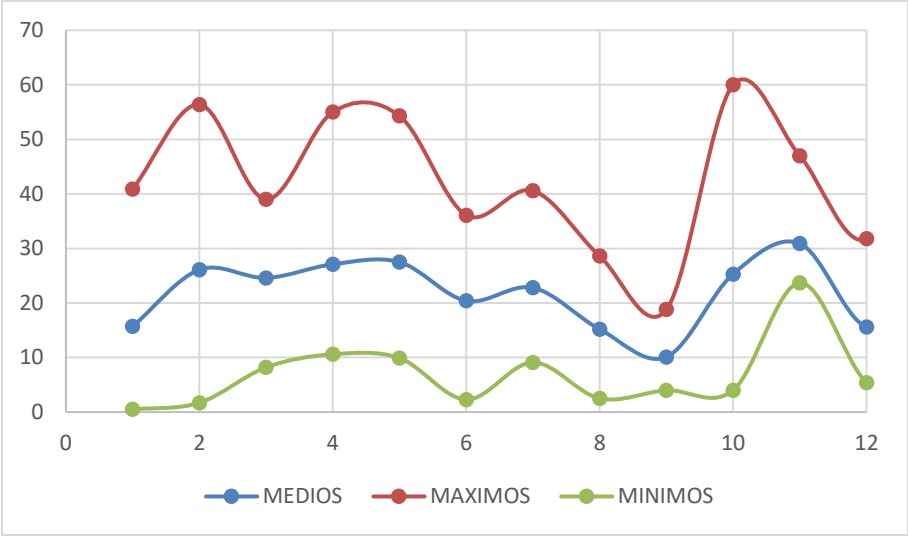


FIGURA 123. VALORES MÁXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (MM) 24 HORAS. FUENTE: PROPIA

La temperatura promedio de la zona oscila alrededor de los 12° centígrados.

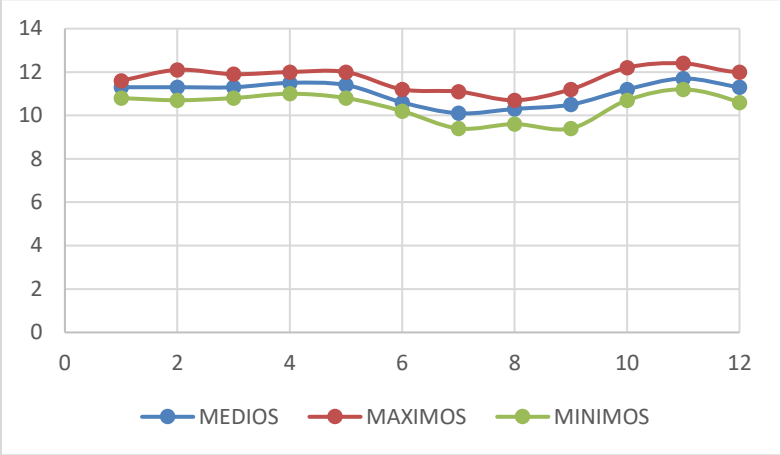


FIGURA 124. VALORES MEDIOS DE TERMPERATURA. FUENTE: PROPIA

En relación con las precipitaciones y el cambio climático, se establece que: La intensidad de las precipitaciones aumentará, particularmente en áreas tropicales y de latitudes altas que experimentan aumentos en la precipitación media. Según las actuales proyecciones, se encuentra que la intensidad y la variabilidad de la precipitación agravarán el riesgo de inundaciones y sequias en el siglo XXI. La frecuencia de episodios de precipitación intensa aumentará, repercutiendo así en el riesgo de inundaciones provocadas por lluvias, donde para el caso colombiano algunos de estos episodios de lluvias intensas actualmente se han relacionado directamente con la fase fría "La Niña" del fenómeno oceánico-atmosférico de El Niño-Oscilación del Sur. Es de destacar que, en igualdad de condiciones meteorológicas, los efectos de las inundaciones pueden ser muy variados dependiendo de los factores morfológicos de la cuenca.

- Para evaluar los efectos de la precipitación se deben establecer sus características medibles, las cuales son determinadas mediante los parámetros previamente mencionados y adicionalmente será de interés conocer la distribución espacial y temporal de la lluvia. A continuación, se describen los tres análisis que se proponen para caracterizar las lluvias en la cuenca de aplicación, siendo estos, los principales insumos para llevar a cabo la modelación hidráulica.

9.2. PARÁMETRO GEOMORFOLÓGICOS

Definida la divisoria de la cuenca hidrográfica, su área de drenaje (A) corresponde al área plana o en proyección horizontal, delimitada por dicha divisoria. Este parámetro hidrológico es uno de los más importantes, pues existe

una relación directa entre la magnitud del área y de los volúmenes generados (caudales) por la precipitación dentro de ésta, especialmente para la estimación de los caudales ya que mantiene una relación directamente proporcional a este parámetro, el cual también es requisito para establecer los modelos hidrológicos de la superficie de la cuenca, la pendiente media y densidad de drenaje.

TABLA 41: RANGO APROXIMADO DE ÁREAS.

RANGOS DE ÁREAS (Km)	TAMAÑO
<25	Muy pequeña
25 – 250	Pequeña
250 - 500	Intermedia - Pequeña
500 – 2.500	Intermedia - Grande
2.500 – 5.000	Grande
>5.000	Muy grande

Fuente: CORTOLIMA, 2009.

9.2.1. Perímetro de la cuenca

El Perímetro (P) corresponde con la longitud del polígono que define los límites de la cuenca y depende de la superficie y forma de esta.

9.2.2. Longitud de Cauce Principal

La longitud de la cuenca (L) queda definida como la distancia horizontal, medida a lo largo del cauce principal, siendo la distancia equivalente que recorre el drenaje entre el punto de desagüe de la cuenca (aguas abajo) y el límite definido para la cuenca. Este parámetro influye en la concentración de aguas lluvias, es decir que es determinante para el cálculo de los índices morfométricos de la unidad hidrográfica.

TABLA 42: CATEGORIZACIÓN LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL.

RANGOS DE LONGITUD (Km)	CATEGORÍA
1.69 – 4.17	Corto
4.18 – 6.65	Mediano
6.66 – 9.13	Largo

Fuente: CORTOLIMA, 2009

9.2.3. Ancho de la Cuenca

El ancho de la unidad hidrográfica se encuentra definido por la relación entre el área de la cuenca y la longitud del cauce principal. Se expresa mediante la siguiente ecuación:

W = A/L

Donde A equivale a la superficie de la cuenca (Km2) y L corresponde a la longitud del cauce principal (Km).

9.2.4. Desnivel altitudinal

Es la diferencia entre la cota más alta de la cuenca y la más baja. Este parámetro es de gran importancia en el comportamiento hidrológico dado que define la topografía de la cuenca y su potencial hidráulico, ya que los altos gradientes topográficos condicionan los procesos de erosión hídrica, los cuales son favorecidos por la velocidad que pueda adquirir el flujo y la carga de sedimentos, lo que condiciona el comportamiento torrencial y la generación de crecidas en las unidades hidrográficas.

$$DA = (Hmax - Hmin)$$

Donde $Hmax$ equivale a la altura máxima de la cuenca y Hmin equivale a la altura mínima de la cuenca, ambos valores se expresan en metros sobre el nivel del mar (msnm).

TABLA 43: CATEGORIZACIÓN DESNIVEL ALTITUDINAL.

RANGOS DE ALTITUDES (m.s.n.m)	CATEGORÍA
0 - 599	Muy bajo
600 – 1220	Bajo
1221 - 1841	Medio
1842 - 2462	Alto

Fuente: CORTOLIMA, 2009

9.3. PARÁMETRO MORFOLÓGICOS

Se define como la relación entre el perímetro (P) y el de una circunferencia de área equivalente a la superficie de la cuenca hidrográfica, es decir; estima la relación entre el ancho promedio del área de captación y la longitud de la cuenca. No obstante, este parámetro define la forma de la unidad hidrográfica e influye

en la magnitud de escorrentía y la marcha del hidrograma generados por una precipitación (López & Mintegui, 1987).

De otra manera, este índice se basa en la comparación con una cuenca ideal de forma circular con sus cauces dispuestos radialmente y que desembocan en el punto central. Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$$

Donde P es el perímetro Km y A es el área de la cuenca (Km^2); cuando K_c es cercano a 1.0, se asume que la forma de la cuenca es próxima a una circunferencia. De esta manera, si se asocia este índice con el tiempo de concentración de la cuenca se tendrá que a mayor K_C habrá mayor capacidad de concentración, entendiéndose que la magnitud de la escorrentía generada por una precipitación será menor en aquella cuenca que posee el menor coeficiente de compacidad. Es decir, cuando el valor sea cercano a 1 se incrementa la probabilidad de ocurrencia de eventos torrenciales, dado que sus tiempos de concentración en diferentes zonas serán iguales. Este valor es adimensional.

La categorización de este parámetro se realiza de acuerdo con la siguiente clasificación:

TABLA 44: RANGOS APROXIMADOS DEL FACTOR DE FORMA.

VALORES DE Kc	**FORMA**
1.00 – 1.25	Casi Redonda a oval redonda
1.25 – 1.50	De oval redonda a oval oblonga
>1.50	De oval oblonga a rectangular oblonga

Fuente: Universidad San Carlos, 2012.

9.3.1. Factor de Forma.

Este factor evidencia la elongación y forma de una cuenca, ésta última interviene en las características del hidrograma de descarga, principalmente en eventos de

avenidas máximas. Se expresa como la relación entre el área de la cuenca y el cuadrado de la longitud de la misma. El parámetro está definido por la siguiente expresión:

Kf= A/L^2

Donde A es el área de la cuenca ($Km2$) y $L2$ es la longitud del cauce Km y; cuando Kf presenta valores menores a 1 indica una tendencia al alargamiento de las cuencas, estas zonas son menos susceptibles a eventos de inundación y torrencialidad, mientras que un valor de Kf superior a 1 proporciona el grado de achatamiento de la unidad hidrográfica o de un cauce, es decir que la cuenca va a presentar una tendencia a concentrar las aguas lluvia aumentando la probabilidad de ocurrencia de eventos torrenciales (Horton, 1932).

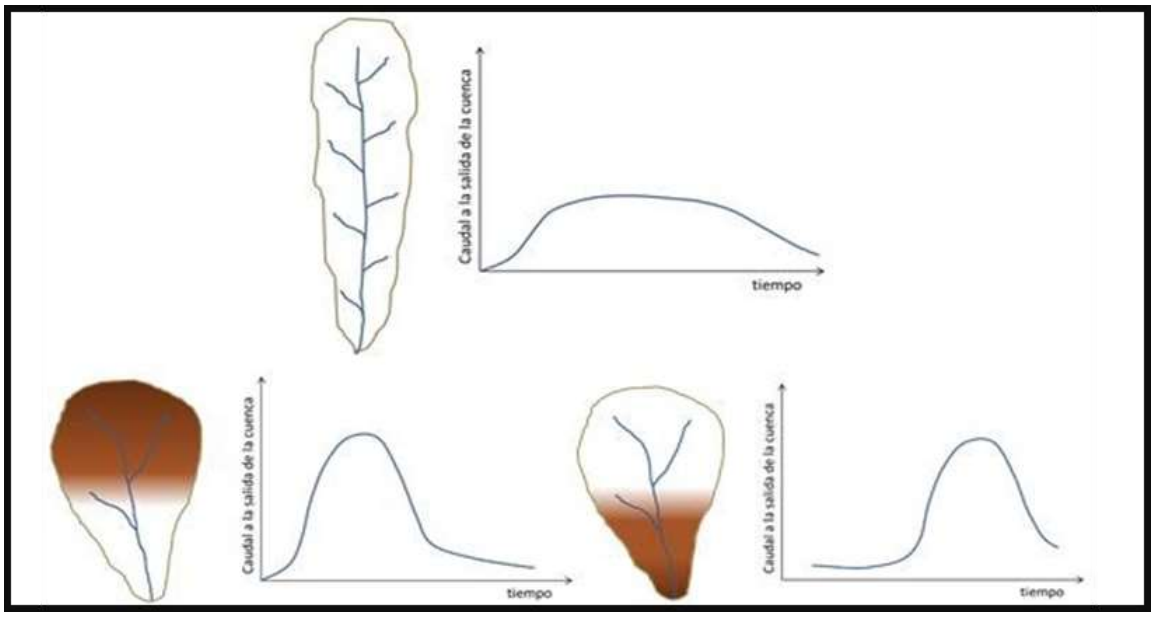


ILUSTRACIÓN 2. TIPOS DE HIDROGRAMA EN FUNCIÓN DE LA CUENCA.
Fuente: Pérez, 1979

La **Tabla 45** muestra la categorización de cuencas según rangos aproximados del Factor de Forma:

TABLA 45: RANGOS APROXIMADOS DEL FACTOR DE FORMA.

FACTOR DE FORMA	FORMA DE LA CUENCA
<0.22	Muy alargada
0.22 a 0.30	Alargada
0.30 a 0.37	Ligeramente alargada
0.37 a 0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45 a 0.60	Ligeramente ensanchada
0.60 a 0.80	Ensanchada
0.80 a 1.20	Muy ensanchada
>1.20	Rodeando el desagüe

Fuente: Pérez, 1979

9.3.2. Rectángulo equivalente.

Se define el rectángulo equivalente como aquel que tiene el mismo perímetro y superficie que la cuenca; Roche supone que si se presentan las mismas condiciones climatológicas la magnitud de escorrentía debe ser cercano o el mismo en un rectángulo que presenta la misma área (Roche, 1963) por lo que su comportamiento hidrológico es similar. Es decir, tiene el mismo índice de compacidad e igual repartición hipsométrica, en este parámetro las curvas de nivel se convierten en rectas paralelas al lado menor.

Los lados del rectángulo equivalente se definen por la siguiente expresión:

$$L = \frac{Kc\sqrt{A}}{1.12}\left(1+\sqrt{1+\left(\frac{1.12}{Kc}\right)^2}\right)$$

Donde L y l son el lado mayor y menor del rectángulo (respectivamente) en Km, Kc corresponde al coeficiente de Gravelious y A al área de ésta en Km2.

9.3.3. Razón de circularidad

Se relaciona con el área de la cuenca y de un círculo, el cual debe tener el mismo perímetro de la unidad hidrográfica (Miller, 1993). Su expresión es la siguiente:

$$R = \frac{4\pi * A}{P^2}$$

Donde A es el área de la cuenca (Km^2) y P^2 el perímetro; este parámetro indica una aproximación de la tendencia del hidrograma y del caudal máximo.

Coeficiente de torrencialidad

Define una relación entre el número de cauces de orden uno dentro de una cuenca y el área de la misma. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C_t = \frac{\#\ Cauces\ orden\ 1}{A}$$

Donde A es el área de la cuenca ($Km2$). Es un indicador del grado de erodabilidad de la zona al tener una relación directa con la capacidad de descarga de una unidad hidrográfica debido a que los cursos de primer orden son de génesis erosiva (erosión en surcos y cárcavas), altos valores indican bajos tiempo de concentración, fuertes pendientes y una alta susceptibilidad a los procesos de erosión. Por lo anterior, estos cursos presentan una gran importancia en los procesos de torrencialidad.

9.4. PARÁMETROS RELATIVOS DE RELIEVE

9.4.1. Altitud media de la cuenca

Elevación promedia referida al nivel de la estación de aforo de la boca de la cuenca. La variación altitudinal de la unidad hidrográfica tiene una relación directa con la climatología de la región incidiendo directamente en la magnitud de escorrentía que se presente en la cuenca. Este parámetro se obtiene mediante la curva hipsométrica o el histograma de frecuencias altimétricas.

$$Hmed = \frac{\sum hi * Si}{A}$$

Donde $Hmed$ corresponde a la altitud de la cuenca en msnm, hi es la altitud de cada tramo de área contenido entre curvas de nivel (Km), Si el área contenida entre curvas de nivel (Km^2) y A es el área total de la cuenca en Km^2.

9.4.2. Curva Hipsométrica

Representa gráficamente el relieve medio de la cuenca, relacionando el valor de la cota del terreno en función de la superficie de la unidad hidrográfica, adicionalmente indica el área drenada variando con la altura de la cuenca (Strahler, 1964). Dependiendo de la forma de la cuerva hipsométrica se puede conocer el tipo de cuenca, si es de meseta o valle aluvial, adicionalmente permite determinar el ciclo erosivo y la etapa evolutiva de la cuenca.

La **FIGURA 125** evidencia las curvas de cuencas con potenciales evolutivos distintos, es decir, la curva roja corresponde a una cuenca con gran potencial erosivo, la curva azul es característica de una cuenca en equilibrio y la cuenca verde representa una cuenca sedimentaria.

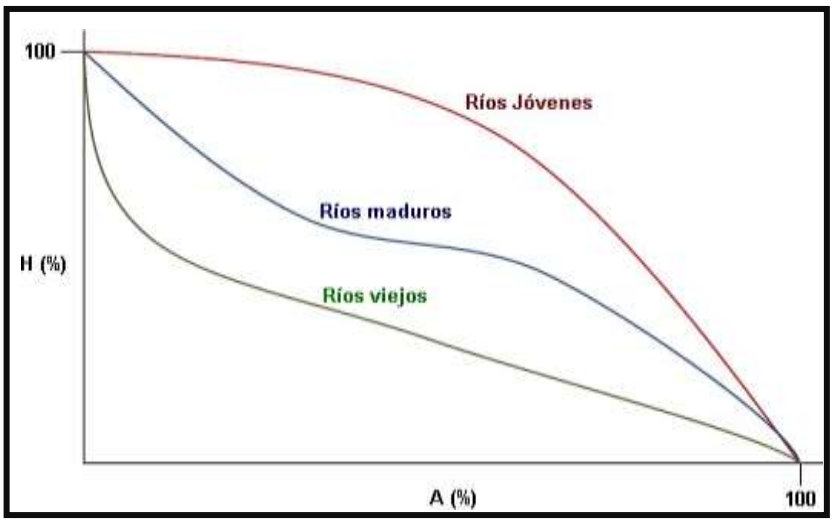


FIGURA 125 MODELO DE CURVAS HIPSOMÉTRICAS DEL CICLO DE EROSIÓN.
FUENTE: SENCIALES, 1992

9.4.3. Pendiente media de la cuenca

Este factor indica la inclinación promedio de los drenajes de toda la zona, tanto del cauce principal como los menores. La incidencia de este factor es la de mayor peso en el parámetro drenaje, debido a que a mayor pendiente las condiciones de estabilidad de terreno serán menores. Esta variable tiene influencia

significativa en el cambio de un caudal en un periodo de tiempo corto; ya que controla en buena parte la velocidad con que se da la escorrentía superficial y afecta, por lo tanto, el tiempo que requiere el agua de la lluvia para concentrarse en los lechos fluviales que constituyen la red de drenaje de las cuencas. La pendiente media de la cuenca se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$Pend_{med-cuenca} = \frac{\sum D * L}{A}$$

Donde:

D: Valor de altura (en metros) de la curva de nivel que interseca a la cuenca.

L: Longitud total (en metros) de las curvas de nivel dentro de la cuenca.

A: Área de la cuenca en Km^2

En la siguiente tabla se relaciona la topografía adaptada por una cuenca con los rangos aproximados de la pendiente media.

TABLA 46. RANGOS APROXIMADOS DE LA PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA

PENDIENTE MEDIA (%)	TERRENOS
0 - 2	Llano
2 - 5	Suave
5 - 10	Accidentado medio
10 - 15	Accidentado
15 - 25	Fuertemente Accidentado
25 - 50	Escarpado
>50	Muy Escarpado

Fuente: (Pérez, 1979).

9.4.4. Pendiente media del cauce principal

La influencia de la configuración topográfica en el proceso de erosión de una cuenca y en la formación de descargas altas, se presenta de acuerdo con los mayores y menores grados de pendiente (López, 1998).

$$S = \frac{H_{MAX} - H_{MAX}}{1.\ L}$$

Donde H_{max} y H_{min} son altura máxima y mínima del cauce principal y L es longitud expresadas en Km.

La siguiente tabla corresponde a la categorización de cauce principal según rangos aproximados de la pendiente media:

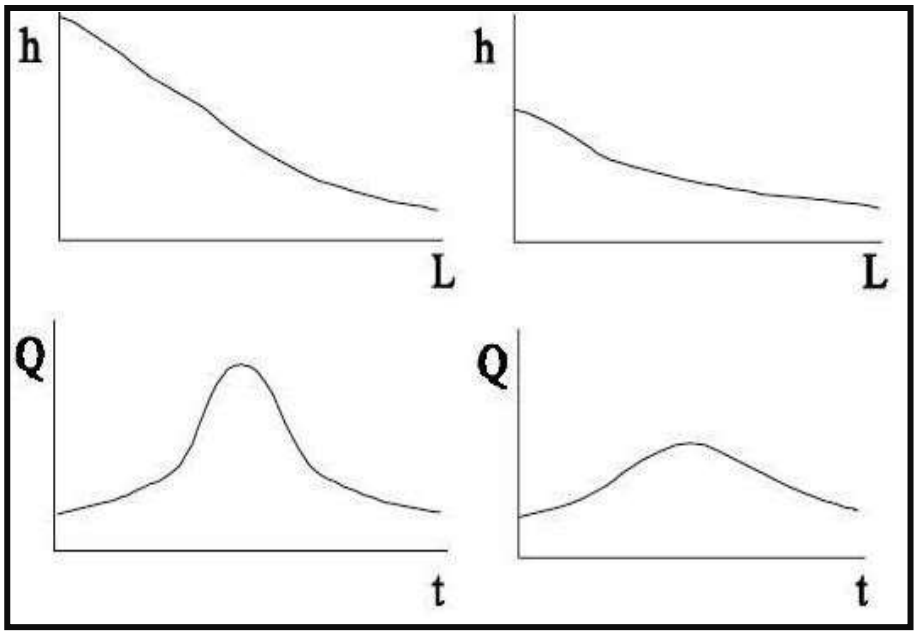
TABLA 47. RANGOS APROXIMADOS DE LA PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE PRINCIPAL.

PENDIENTE MEDIA (%)	TERRENOS
0 – 2	Plano o casi a nivel
2 – 4	Ligeramente inclinado
4 - 8	Moderadamente inclinado
8 – 15	Fuertemente inclinado
15 - 25	Moderadamente empinado
25 – 50	Empinado
25 -75	Muy empinado
>75	Extremadamente empinado

Fuente: PERUANO, 2009.

9.4.5. Perfil altimétrico del cauce principal

Representa una altura en función de la longitud al largo del eje principal del cauce. Este parámetro infiere rasgos generales del comportamiento hidrológico de la cuenca, es decir, la variabilidad del caudal en cortos periodos de tiempo. Se implementa con el fin de identificar las cuencas que producen crecida con sedimentos y las zonas que presentan una mayor susceptibilidad a eventos torrenciales; ya que esta es directamente proporcional a la velocidad media de escorrentía y por ende su poder de arrastre generado por los procesos de erosión.



.

FIGURA 126 HIDROGRAMAS EN RELACIÓN PERFIL ALTIMÉTRICO CAUCE PRINCIPAL
FUENTE: PÉREZ, 1979

9.5. CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE DRENAJES -DENSIDAD

9.5.1. Densidad de drenajes

Este índice relaciona la longitud de la red de drenaje y el área de la cuenca sobre la cual drenan las corrientes hídricas, adicionalmente, expresa la capacidad de desalojar un volumen de agua dado. Se enuncia mediante la siguiente ecuación:

$$D_d = \frac{\sum LC_i}{A}$$

Donde ∑ Lci indica la longitud total de los cauces de agua y se expresa en Km, y A hace alusión al área que abarca la cuenca expresada en $Km2$; este índice permite identificar la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca, dado que es representativo respecto a la topografía de la unidad hidrográfica. Este factor se implementa con el fin de catalogar una red como bien o mal drenada, para tal fin se considera que valores de densidad de

drenajes inferiores a 1 son redes bien drenadas. La densidad de drenaje es un parámetro que indica además el grado de cobertura existente en la cuenca, es decir, valores altos de drenaje representan zonas con poca cobertura vegetal, suelos fácilmente erosionables e impermeables, por el contrario, valores bajos indican suelos duros, poco erosionables o muy permeables y coberturas vegetales densas (Villón M., 2002).

9.5.2. Curva número

Es un método que estima la magnitud de escorrentía a partir de la precipitación, dado que descuenta de la lluvia caída dentro de una cuenca las pérdidas que se deben a factores tales como la infiltración, la evapotranspiración, la intercepción y el almacenamiento superficial (Gaspari, 2007). Este procedimiento fue desarrollado por el Soil Conservation Service (SCS, National Engineering Handbook, 1972) de Estados Unidos; y puede adaptarse a cualquier región para estimar la escorrentía a partir de la precipitación neta (Pn).

Para la obtención de curva número (CN), se debe calcular el umbral de escorrentía mediante el cruce de las unidades geológicas del suelo (UGS) y las coberturas vegetales; dado que las UGS permiten identificar el grupo de suelo hidrológico el cual se categoriza de la A hasta la D a partir de la identificación de la composición y textura, donde A presenta una magnitud mínima de escorrentía y D corresponde a potencial alto de concentración de aguas lluvia. Mientras el tipo de cobertura permite no solo identificar los procesos de escorrentía sino también de evapotranspiración de acuerdo con el uso y el estado de esta.

Una vez calculada el área de cada polígono que se obtiene al interceptar las UGS y Coberturas, se realiza un promedio ponderado de la CN para cada unidad hidrográfica mediante la siguiente ecuación.

$$CN_{CH} = \frac{\Sigma CN_i * A_{CNi}}{A_{CH}}$$

Donde CNi es el valor del número de un polígono asociado a un suelo hidrológico y cobertura específica, $ACNi$ es el área de dicho polígono y ACH es el área de la unidad hidrográfica. CN se representa mediante un número adimensional que varía entre 0 – 100; donde en una zona con una curva número (CN) correspondiente a 0, no presenta una magnitud de escorrentía significativa ya que, el agua lluvia se infiltra, por lo contrario, valores altos o cercanos a 100

representan áreas con suelos impermeables con una mayor capacidad de concentración de aguas lluvias.

TABLA 48. CLASIFICACIÓN TEXTURAL DEL SUELO.

GRUPO DEL SUELO	TEXTURA USDA
A	Arenosa Arenosa-franco
B	Franco-arenosa
C	Arcillo-arenosa Franca Franco-arcillosa Franco-arcillo-arenosa Franco-arcillo-limosa Franco-limosa
D	Arcillosa Limosa Arcillo-limosa

Fuente: SCS, 1964.

TABLA 49. CURVA NÚMERO DE ESCORRENTÍA PARA ÁREAS URBANAS.

DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA	A	B	C	D
Prado y parques (áreas abiertas, césped, cementerios)				
- Óptimas condiciones (pasto <75%)	39	61	74	80
- Condiciones aceptables (pastos de 50 al 70%)	49	69	79	84
- Condiciones pobres (pastos <50%)	68	79	86	89

DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA	A	B	C	D
Vegas de ríos	30	58	71	78
Parqueaderos pavimentados, estacionamientos, techos, accesos	98	98	98	98

DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA	A	B	C	D
Calles y carreteras				
- Pavimentados	98	98	98	98
- Grava	76	85	89	91
- Tierra	72	82	87	89
Distritos urbanos				
- Comerciales	89	92	94	95
- Industriales	81	88	91	93
Residenciales				
- Sitios 500m^2 o menor	77	85	90	92
- Sitios 1000m^2	61	75	83	87
- Sitios 2000m^2	54	70	80	85
- Sitios 5000m^2	51	68	79	84
- Sitios 10000m^2	46	65	77	82
Bosques				
- Troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas	45	66	77	83
- Cubierta buena	25	55	70	77
Pastizales				
- Condiciones optimas	39	61	74	90
- Condiciones pobres	68	79	86	89
Tierra cultivada				
- Sin tratamiento de conservación	72	81	88	91
- Con tratamiento de conservación	62	71	78	81

Fuente: SCS, 1964.

TABLA 50. CORRELACIÓN DE LAS COBERTURAS CORINE LAND COVER CON LA S.C.S

CORINE Land Cover	S.C.S
Vegetación secundaria	Bosques - cubierta buena
Tierras desnudas	Calles y carreteras – tierra
Tejido urbano discontinuo	Residenciales - 500m^2 o menor
Tejido urbano continuo	Residenciales - 10000m^2
Red vial	Calles y carreteras – pavimentadas
Plátano y banano	Tierra cultivada – sin tratamiento de conservación
Pastos y árboles plantados	Áreas abiertas – condición optima
Pastos limpios	Pastizales – condiciones pobres
Pastos enmalezados	Pastizales – condiciones optimas

Pastos arbolados	Pastizales – condiciones optimas
Parques urbanos	Áreas abiertas – según sea el caso
Otras zonas verdes urbanas	Césped – óptimas condiciones
Mosaico de cultivos, pastos	Tierra cultivada – con tratamiento
Mosaico cultivos con espacios naturales	Tierra cultivada – con tratamiento
Herbazal abierto	Bosques – cubierta pobre
Cultivos y árboles plantados	Tierra cultivada – con tratamiento
Cultivo permanente arbustivo	Tierra cultivada – con tratamiento
Bosque fragmentado	Bosque – tronco delgado
Bosque fragmentado por vegetación secundaria	Bosque – tronco delgado
Bosque de galería	Bosque – tronco delgado
Bosque abierto bajo	Bosque – tronco delgado
Áreas deportivas	Áreas abiertas – según caso
Arbustal abierto	Bosque – tronco delgado
Hortalizas	Tierra cultivada – sin tratamiento
Bosque denso	Bosque – cubierta buena
Plantación forestal	Bosque – tronco delgado
Zonas pantanosas	Calles y carreteras – tierra
Canales artificiales	Vegas de ríos
Cunetas artificiales	Vegas de ríos
Cultivos confinados	Tierra cultivada – con tratamiento
Otros cultivos transitorios	Tierra cultivada – sin tratamiento
Estanques para cultivos	Vegas de ríos

Fuente: SCS, 1964.

9.5.3. Rio Fucha y Quebradas Aguas Claras (La Pichosa)

Para la obtención de la Curva número, se consideraron las clases textuales de suelo señaladas en las **Tabla 48,** considerándose la clase textual franco arcillo limosa para el área de estudio. En adición, para el desarrollo de la CN se emplearon las coberturas de la tierra suministradas (por la Alcaldía de Bogotá) para la cual se promediando los valores indicados en la tabla, ya que la cuenca cuenta con diferentes coberturas en su extensión, se considera su extensión con base en el área de las cuencas que abarca el área de estudio.

Finalmente, se obtienen haciendo uso de la Formula 1 valores ponderados de curva número para cada una de las áreas que albergan distintas coberturas al

interior de las cuencas del río Fucha (77) y la Quebrada (79), arrojando como valor (el valor) para la CN en el área de estudio.

9.5.4. Coeficiente de Manning (n)

Es un factor usado en las fórmulas de Chezy, Darcy-Weisbach, Hazen-Williams, Kutter, Manning, con el fin de calcular la velocidad promedio con la que el agua fluye en un conducto o canal. Dado que es un parámetro que determina el grado de resistencia que ofrecen las paredes y fondo del canal al flujo del fluido, éste representa el efecto de la rugosidad del material confinante en las pérdidas de energía del agua es decir que, mientras más áspera o rugosa sean las paredes y fondo del canal, más dificultad tendrá el agua para desplazarse.

Debido que este parámetro ha sido muy estudiado por diferentes investigaciones, se presenta a continuación una tabla que representa solo la guía, ya que los canales no siempre funcionan en las mismas condiciones para las que fueron deducidos los valores de n. En el presente trabajo se tuvo en cuenta el criterio del especialista con el fin de relacionar las coberturas (corine land cover) con los valores de n, para el cual se tuvierón en cuenta los valores medios.

TABLA 51. VALORACIÓN DEL COEFICIENTE DE MANNING (N).

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
A. Conductos cerrados que fluyen con superficie libre			
1. Metales			
a) Latón liso	0.009	0.010	0.013
b) Acero			
1. Soldado	0.010	0.012	0.014
2. Remachado	0.013	0.016	0.017
c) Hierro fundido			
a. Pintado	0.010	0.013	0.014
b. Normal	0.011	0.014	0.016
d) Hierro			
3. forjado	0.012	0.014	0.015
a. Negro	0.013	0.016	0.017
b. Galvanizado			
e) Metal corrugado	0.017	0.019	0.021
a. Drenaje	0.021	0.024	0.030
b. Drenaje pluvial			
2. No metales			
a) Lucita	0.008	0.009	0.010
b) Vidrio	0.009	0.010	0.013
c) Cemento	0.010	0.011	0.013

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
1. Liso 2. Mortero	0.011	0.013	0.015
d) Concreto			
1. Alcantarillado recto y libre de escombros	0.010	0.011	0.013
2. Alcantarillado con curvas, conexiones y algunos escombros	0.011 0.011 0.013	0.013 0.012 0.015	0.014 0.014 0.017
3. Acabados	0.012	0.013	0.014
4. Drenajes rectos con ventanas de inspección, entradas, etc.	0.012	0.014	0.016
5. No acabados, en cimbra de acero	0.015	0.017	0.020
6. No acabados, en cimbra de madera lisa	0.010	0.012	0.014
7. No acabados, en cimbra de madera bruta	0.015 0.011	0.017 0.013	0.020 0.017
e) Madera	0.011	0.014	0.017
1. Duela 2. Laminada tratada	0.013	0.015	0.017
f) Arcilla			
1. Tubos de barro cocido común	0.014	0.016	0.018
2. Tubos de albañal vitrificado	0.011	0.013	0.015
3. Tubos de albañal vitrificado con ventanas de inspección			
4. Tubo vitrificado para drenes con juntas abiertas	0.012	0.015	0.017
g) Mampostería	0.012	0.013	0.016
1. Barnizada o lacada	0.016	0.019	0.020
1. Acabados con mortero de cemento	0.016	0.019	0.020
2. Drenajes sanitarios cubiertos de lama con curvas y conexiones			
i) Drenaje con fondo liso	0.018	0.025	0.030
j) Acabados de cemento rugoso o mampostería de piedra, cementada			

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
B. Canales revestidos			
1. Metales			

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
a) Superficies de acero lisas			
1. No pintadas	0.011	0.012	0.014
2. Pintadas	0.012	0.013	0.017
b) Corrugadas	0.021	0.025	0.030
2. No metales			
a) Cemento			
1. Superficie lisa	0.010	0.011	0.013
2. En mortero	0.011	0.013	0.015
b) Madera			
1. Cepillada, plana, no tratada	0.010	0.012	0.014
2. Cepillada, plana, creosotada	0.011	0.012	0.015
3. Sin cepillar	0.011	0.013	0.015
4. Tablones y tejamanil	0.012	0.015	0.018
5. Forrada con papel impermeabilizante	0.010	0.014	0.017
c) Concreto			
1. Acabado con llana metálica	0.011	0.013	0.015
2. Acabado con llana de madera	0.013	0.015	0.016
3. Acabado con grava en el fondo	0.015	0.017	0.020
4. Sin pulir	0.014	0.017	0.020
5. Lanzado (guniteado), buena sección	0.016	0.019	0.023
6. Lanzado (guniteado), sección ondular	0.018	0.022	0.025
7. Sobre roca bien excavada	0.017	0.020	
8. Sobre roca excavado irregular	0.022	0.027	
d) Fondo de concreto acabado con llana de madera y con taludes de:			
1. Mampostería cuidada, sobre mortero	0.015	0.017	0.020
2. Mampostería burda, sobre mortero	0.017	0.020	0.024
3. Mampostería junteada y recubierta con mortero	0.016	0.020	0.024
4. Mampostería junteada con mortero	0.020	0.025	0.030
5. Piedra suelta a volteo	0.020	0.030	0.035
e) Fondo de grava con lados de:	0.017	0.020	0.025
1. Concreto cimbrado	0.020	0.023	0.026
2. Mampostería sobre mortero	0.023	0.033	0.036
3. Piedra suelta a volteo	0.011	0.013	0.015
f) Ladrillo			
1. Barnizado o lacado	0.012	0.015	0.018
2. Con mortero de cemento			
g) Mampostería	0.017	0.025	0.030
1. Junteada con mortero	0.023	0.032	0.035
2. Piedra suelta			
h) Piedra labrada			
	0.013	0.015	0.017
	0.013	0.013	
i) Asfalto			
1. Liso			
	0.016	0.016	

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
2. Rugoso			0.500
j) Cubierta vegetal	0.030	…..	
C. Canales excavados o dragados			
a) En tierra, recto y uniforme			
1. Limpio, recientemente terminado	0.016	0.018	0.020
2. Limpio, después de intemperizado	0.018	0.022	0.025
3. Con grava, sección uniforme y limpia	0.022	0.025	0.030
4. Con pastos cortos y alguna maleza	0.022	0.027	0.033
b) En tierra, con curvas y régimen lento			
1. Sin vegetación	0.023	0.025	0.030
2. Pasto y algo de hierba	0.025	0.030	0.033
3. Maleza densa o plantas acuáticas en canales profundos	0.030	0.035	0.040
4. Fondo de tierra y mampostería o piedra en los lados	0.028	0.030	0.035
5. Fondo pedregoso y maleza en los bordos	0.025	0.035	0.040.
6. Fondos con cantos rodados y lados limpios	0.030	0.040	0.050
c) Excavado o dragado en línea recta	0.025	0.028	0.033
1. Sin vegetación	0.035	0.050	0.060
2. Pocos arbustos en los bordos	0.025	0.035	0.040
d) Cortes en roca	0.035	0.040	0.050
1. Lisos y uniformes			
2. Afilados e irregulares			
e) Canales sin mantenimiento, malezas y matorrales sin cortar	0.050	0.080	0.120
1. Maleza densa, tan alta como la profundidad del flujo	0.040	0.050	0.080
2. Fondo limpio, matorrales en los lados	0.045	0.070	0.110
3. Igual al anterior, nivel máximo de flujo	0.080	0.100	0.140
4. Matorrales densos, altos niveles de escurrimiento			
D. Corrientes naturales			
Corrientes menores (ancho de la superficie libre del agua en nivel de creciente < 30m)			
a) Corrientes en planicies			
1. Limpias, rectas, máximo nivel, sin montículos ni pozos profundos	0.025	0.030	0.033
2. Igual al anterior, pero con más piedras y malezas	0.030	0.035	0.040
3. Limpio, serpenteante, algunos pozos y bancos de	0.033	0.040	0.045
	0.035	0.045	0.050
	0.040	0.048	0.055

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
arena 4. Igual al anterior, pero con algunos matorrales y piedras 5. Igual al anterior, niveles bajos, pendiente secciones más eficientes	0.045	0.050	0.060
6. Igual al 4, pero con más piedras, tramos lentos, con malezas y pozos profundos	0.050	0.070	0.080
7. Tramos con muchas malezas, pozos profundos o canales de crecientes con muchos árboles con matorrales bajos	0.075	0.100	0.150
b. Corrientes montañosas, sin vegetación en el canal, bancas usualmente empinadas, árboles y matorrales a lo largo de las bancas sumergidas en niveles altos			
1. Fondo: gravas, cantos rodados y algunas rocas	0.030	0.040	0.050
2. Fondo: cantos rodados con rocas grandes	0.040	0.050	0.070
D.2 Planicies de inundación			
a) Pastizales, sin matorrales	0.025	0.030	0.035
1. Pasto corto	0.030	0.035	0.050
2. Pasto alto	0.020	0.030	0.040
b) Áreas cultivadas	0.025	0.035	0.045
1. Sin cultivo	0.030	0.040	0.050
2. Cosecha en tierra labrada y pradera	0.035	0.050	0.070
3. Campos de cultivo maduros	0.035	0.050	0.060
c) Matorrales	0.040	0.060	0.080
1. Matorrales dispersos, mucha maleza	0.045	0.070	0.110
2. Pocos matorrales y árboles, en invierno	0.070	0.100	0.160
3. Pocos matorrales y árboles, en verano	0.110	0.150	0.200
4. Mediana a densa población de matorrales, en invierno	0.030	0.040	0.050
5. Mediana a densa población de matorrales, en verano	0.050	0.060	0.080
d) Árboles			
1. Población densa de sauces, en verano, rectos			
2. Terrenos talados con troncos sin retoños			

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
3. Igual al anterior, pero con troncos con una gran cantidad de retoños	0.080	0.100	0.120
4. Gran cantidad de árboles, algunos troncos caídos, con poco crecimiento de matorrales, nivel del agua por debajo de las ramas	0.100	0.120	0.160
5. Igual al anterior, pero con nivel de creciente por encima de las ramas			
D:3 Corrientes mayores (ancho de la superficie libre del agua en nivel de creciente > 30m) *			
a) Sección regular, sin cantos rodados ni matorrales	0.025	.....	0.060
b) Sección irregular y rugosa	0.035	.....	0.100

Fuente: Ajustado de Chow V. T., Hidrología Aplicada, 1994.

9.6. CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA PARA LAS UNIDADES HIDROGRÁFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

TABLA 52. PARÁMETROS MORFO MÉTRICOS PARA LAS CUENCAS DEL ÁREA EN ESTUDIO.

Parámetros		Unidades	Cuenca Q. Aguas Claras	Cuenca Río Fucha
Geomorfológicos	Area	Km²	2,16	27,34
	Perímetro	Km	7,64	25,19
	Longitud de cauce	Km	3,22	9,19
	Ancho	Km	0,67	2,98
	Altura Máxima	m.s.n.m	3.383	3.547
	Altura Mínima	m.s.n.m	2.695	2.695
	Desnivel altitudinal	Km	688	852

Morfométricos	Índice de Gravelious		Adimensional	1,47	1,36
	Factor de Forma de Horton		Adimensional	0,21	0,32
	Rectángulo Equivalente	Lado Mayor	Km	4,35	14,57
		Lado Menor	Km	0,68	2,75
	Razón de circularidad		Adimensional	0,47	0,54
	Coeficiente de Torrencialidad		Adimensional	6,48	12,18
Relativos del relieve	Altitud media de la cuenca		m.s.n.m	3.013,68	3.260,88
	Pendiente media de la cuenca		%	17,81	17,40
	Pendiente media del cauce principal		%	20,87	9,10
Caracterización de la red de drenajes	Densidad de drenaje		Km	5,46	5,72
Curva Número			Adimensional	79	77

Fuente: Elaboración propia.

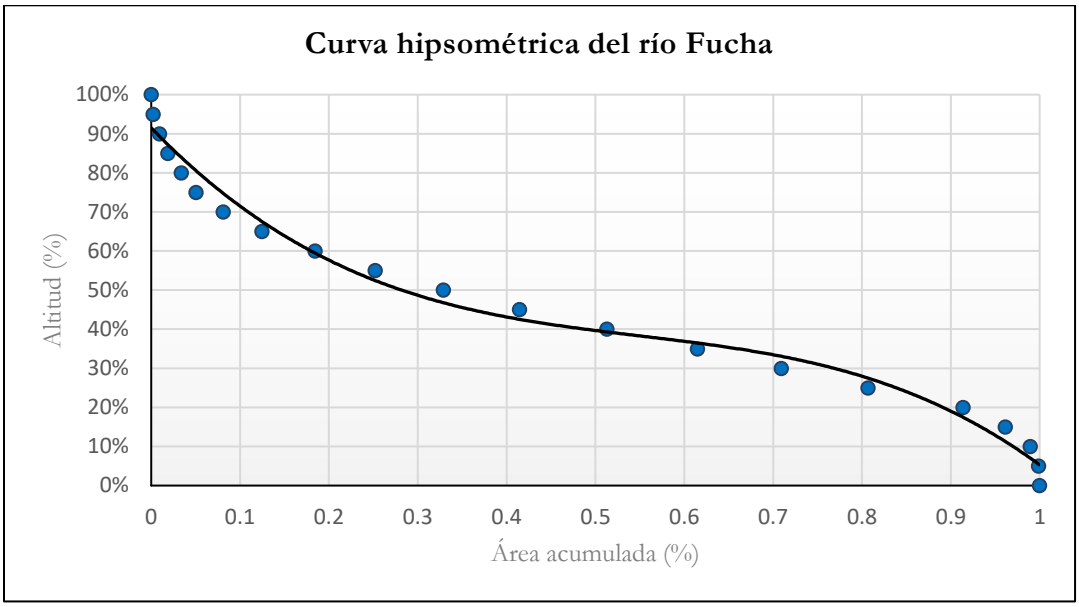


FIGURA 127 CURVA HIPSOMÉTRICA DE LA CUENCA DEL RÍO FUCHA

Fuente: Elaboración propia.

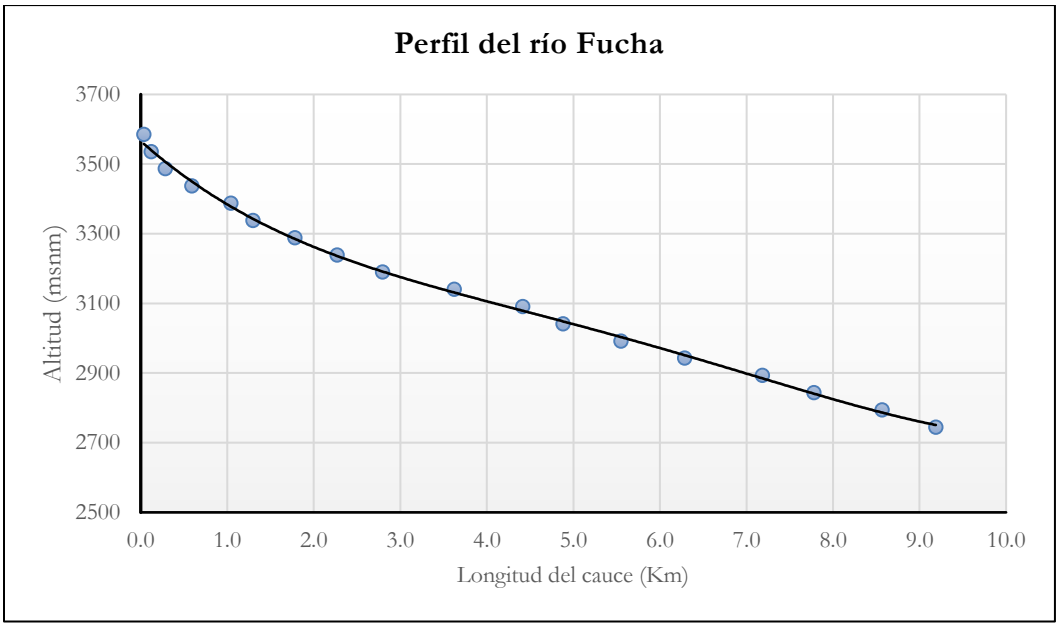


FIGURA 128 PERFIL DEL CAUCE PRINCIPAL DE LA CUENCA DEL RÍO FUCHA
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

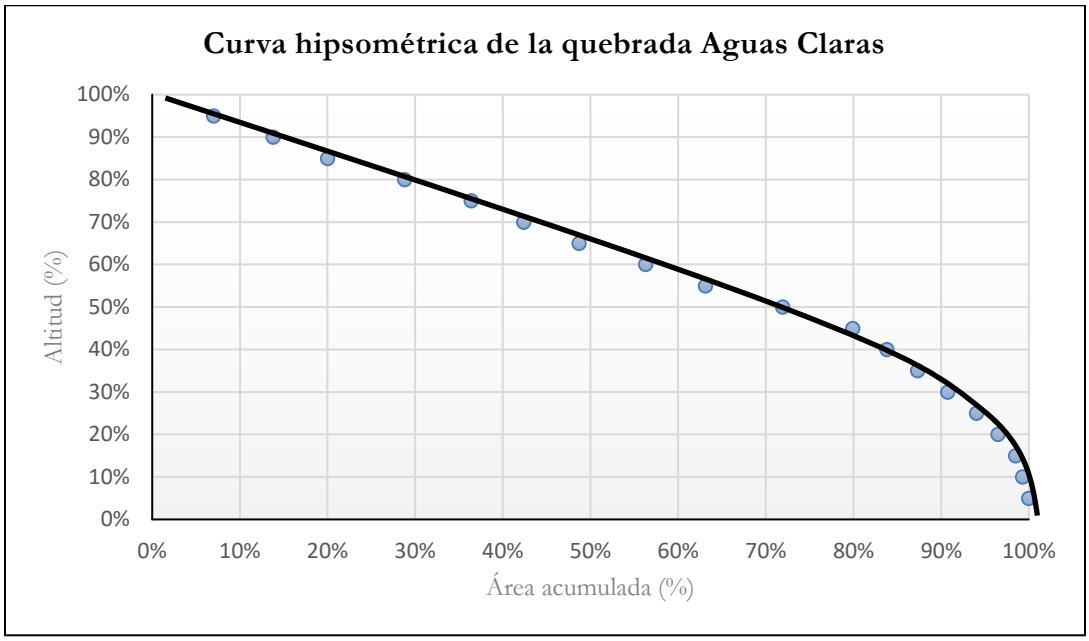


FIGURA 129 CURVA HIPSOMÉTRICA DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA AGUAS CLARAS
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

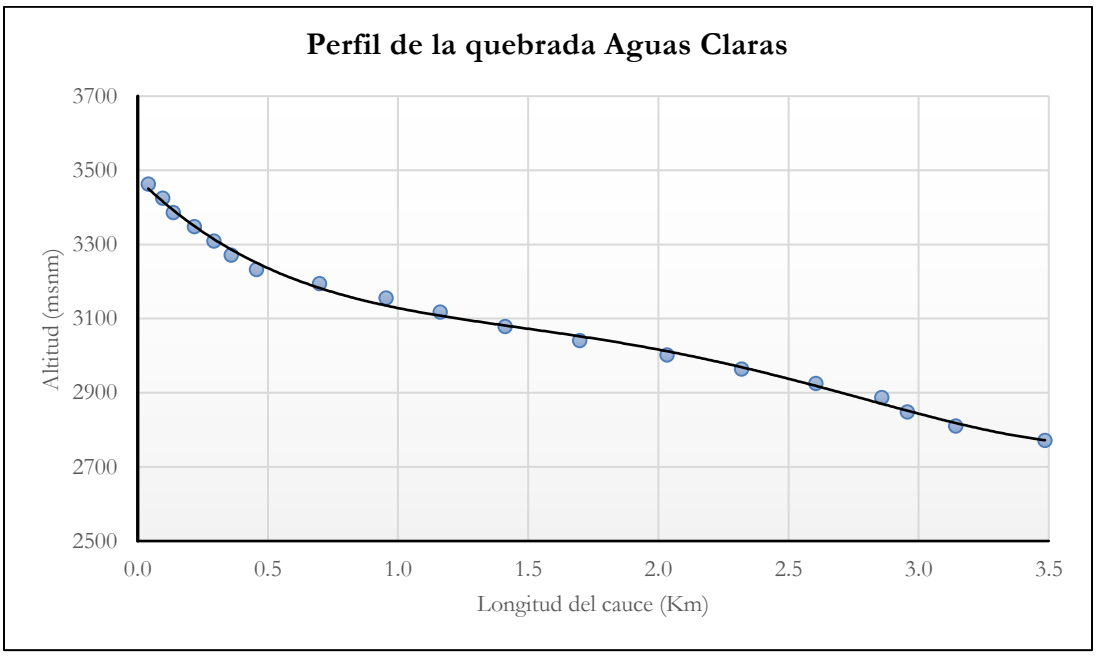


FIGURA 130 PERFIL DEL CAUCE PRINCIPAL DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA AGUAS CLARAS
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

A partir de los parámetros geomorfológicos, morfométricos, de relieve y la caracterización de los cauces para cada una de las cuencas hidrográficas, se establece en conjunto, la caracterización hidrológica para las cuencas de la quebrada Aguas Claras y el río Fucha. La evaluación y análisis de los parámetros anteriormente mencionados permiten caracterizar la susceptibilidad del sistema hidro-geomorfológico ante posibles eventos naturales, sobre todo, aquellos relacionados con las amenazas del sistema hidrosférico, para ello, a continuación, se realiza el análisis de cada uno de los parámetros descritos anteriormente.

Las magnitudes calculadas para los parámetros correspondientes a la variable escala de la cuenca, en conjunto, denotan un sistema hídrico de dimensiones muy pequeñas y pequeñas, debido a que solo una cuenca hidrográfica supera el área de 25 Km2. Además, las longitudes del cauce principal, se encuentran en el rango de corto a largo; en el caso de la unidad hidrográfica (UH) quebrada Aguas Claras, el drenaje principal presenta una longitud de 3,22 Km, que relacionado con su área pequeña, hace que esta UH presente bajos tiempos de almacenamiento. En contraste, la UH del río Fucha, alberga un largo cauce principal que junto con su pequeña área proporciona tiempos de concentración mayores.

Por otro lado, el desnivel altitudinal se presenta como bajo para ambas UH, lo que indica que la capacidad de transporte en ambos casos es baja, sin embargo, se debe considerar como moderada la susceptibilidad a eventos torrenciales, debido a los cambios altitudinales que oscilan entre 600 y 800 metros.

Por su parte, el coeficiente de compacidad para ambas cuencas se encuentra en la categoría oval redonda a oval oblonga, lo que indica una menor magnitud de escorrentía generada por un evento de precipitación; valores que se relacionan con el factor de forma de Horton, al presentar valores menores a uno indicando una tendencia al alargamiento de las cuencas, es decir, una susceptibilidad menor a eventos torrenciales y de inundación, esto, en contraste con los parámetros que relacionan directamente los procesos erosivos de la UH, como el coeficiente de torrencialidad y la densidad de drenaje dado que a mayor densidad de drenaje mayor será la torrencialidad de la cuenca, comportamiento presente en la cuenca del río Fucha.

En adición, los parámetros relativos al relieve indican en el caso de la UH del río Fucha, un comportamiento de ríos maduros, en pendientes fuertemente

accidentadas que se relacionan directamente con el terreno por donde corren sus aguas, comportamiento que obedece a terrenos fuertemente inclinados, finalmente el perfil altimétrico del río Fucha indica que el cauce principal es maduro, por lo que el caudal pico de su río se acentúa a la mitad de iniciada una precipitación.

Por otro lado, en el caso de la UH de la quebrada Aguas Claras se evidencia un comportamiento de río jóvenes, en pendientes fuertemente accidentadas relacionadas con el terreno por donde corre el cauce principal equivalentes a moderadamente empinadas; por otro lado, el perfil altimétrico de la quebrada indica caudales picos tenues acentuados a la mitad de iniciada una tormenta.

En ambos casos se presenta una capacidad de transporte de sedimentos moderada, debido a que las zonas con topografía abrupta pueden hacer que los tiempos de concentración sean bajos y se presente una predominancia de procesos erosivos y de arrastre de sedimentos.

En líneas generales, las pendientes medias de los cauces de las UH del área de estudio oscilan entre 20,87% y 9,10%, para la quebrada Aguas Claras y el río Fucha, respectivamente, lo que indica una mayor susceptibilidad de grandes velocidades en el desplazamiento del agua (para la UH Aguas Claras) y una baja velocidad de desplazamiento en el río Fucha. A lo largo de los cauces se describen perfiles longitudinales que en algunos casos presentan cambios abruptos en su topografía, lo que denota que el escurrimiento superficial en éstos sea rápido en algunos tramos y posteriormente lento.

Por su parte la curva número (CN) presenta comportamientos similares para ambas cuencas, con valores que oscilan entre 77 y 79, lo que sugiere que las condiciones generales del territorio tienden a favorecer la escorrentía por encima de la infiltración, reduciendo la productividad del suelo y favoreciendo la ocurrencia de eventos torrenciales.

Finalmente, la caracterización hidrológica de las cuencas indica que su captación de aguas es de baja a media y la susceptibilidad a experimentar crecidas con hidrogramas de picos pronunciados y corta duración es mayor. Los valores de superficie de las cuencas hidrográficas, junto con la longitud del cauce principal, relacionan de forma directa las áreas de captación de agua y los tiempos de crecidas y atenuación de los caudales ante eventos de precipitación,

comportamientos descritos en las cuencas de la quebrada Aguas Claras y el río Fucha.

9.7. CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS HIDROLÓGICOS EN CAMPO.

9.7.1. Quebrada Seca

Quebrada seca hace referencia a un drenaje trazado en la cartografía antigua de la zona de estudio, que supuestamente pasa sobre la calle 9ª sur, sobre la zona no se logró evidenciar escorrentía superficial o algún tipo de elemento que demuestre su paso por el trazo cartografiado. Adicionalmente se inspeccionó la red de alcantarillado y aunque el flujo presenta en esa dirección, el sector no cuenta con el drenaje suscrito en la base de datos cartográfica.

La caracterización de dicha cuenca es supuesta y no afecta directamente la zona de estudio, pues no existe evidencia de su existencia aguas arriba de la supuesta Quebrada.



FOTOGRAFÍA 43 UBICACIÓN DE QUEBRADA SECA



FOTOGRAFÍA 44 ÁREA AFERENTE QUEBRADA SECA

Se revisa con detalle la aferencia de la quebrada seca, pero hoy en día esta no presenta una aferencia clara toda vez la zona se urbanizó y no permite la concentración de aguas en este punto, por lo tanto, no se realiza una evaluación hidráulica del cuerpo de agua, adicionalmente se hace la consulta a las diferentes entidades verificando información de cuerpos de agua de segundo y tercer orden y no se identificó alguno en la zona.

9.7.2. Tanque

El Tanque utilizado antiguamente en el Barrio para la captación de agua y suministro de ella a los habitantes el tanque cuenta con una dimensión de 5X3X 1.6 m para un volumen aproximado de 24 m^3.



FOTOGRAFÍA 45 TAQUE DE CAPTACIÓN BARRIO GRAN COLOMBIA

El taque hoy en día se encuentra totalmente sellado (ver **Fotografía 45**) y dentro de una propiedad privada, adicionalmente cuenta con una conexión a la red pluvial del barrio (ver **Fotografía 46**), el agua que drena al pozo y continua por la red pluvial de barrio Gran Colombia, desemboca al rio Fucha. Es importante mencionar que este punto que recibe agua potable que no tienen ningún aprovechamiento por parte del acueducto y simplemente es vertida dentro de los flujos del rio Fucha, al cual caen 4 vertimientos en la zona de interés.



FOTOGRAFÍA 46 CONEXIÓN A RED PLUVIAL DEL ACUEDUCTO

9.7.3. Rio Fucha

Este drenaje es el más caudaloso de la zona de estudio, cuenta con un caudal en campo de 3.7 m^3/s, un ancho de rio entre los 7 y 10 metros en el transecto que pasa por el barrio Gran Colombia. El drenaje presenta problemas se socavación lateral y evidencia el arrastre de material de gran dimensión. Adicionalmente, el rio cuenta con un incremento de altura de aproximadamente 4 metros, según las versiones de los habitantes del sector. Los habitantes del sector datan 2 eventos de inundación y crecimiento significativo del cauce, los cuales dan soporte al potencial de amenaza que puede representar el drenaje si se sobrecarga de material orgánico. El punto del barrio presenta movimientos de tierras que significan una deposición de materiales orgánicos que sobrecarga el rio y con niveles altos de precipitación de la cuenca alta, pueden ocasionar eventos que pongan en riesgo la vida de los habitantes del área de estudio.

Por otro lado, los vertimientos representan una pérdida de recursos hídrico potable y desperdiciado, el manejo local y distrital del rio es ineficiente, en la zona se encuentran elementos antrópicos de uso cotidiano y de hogar como muebles, ropa, escombros, que caen y contaminan el drenaje, adicionalmente los pozos de vertimientos y su conectividad al sistema distrital es nula, por lo que se proponen obras alternativas para la adecuación o construcción de obras que permitan dicha conectividad.



FOTOGRAFÍA 47 RÍO FUCHA

9.7.4. Quebrada La Pichosa

Esta quebrada cuenta con una obra de canalización, sobre esta canalización trapezoidal se realizan la medición promedio de secciones y se realiza el ejercicio del ping pong para tener un caudal de campo. El canal cuenta con una profundidad de 1 metro en material, una base menor de 0.8 m y un base mayor promedio de 2.7 metros. Después de la obra el entorno del drenaje cuenta con un bosque y material orgánico que facilitan la dinámica hidráulica del cauce. Los habitantes del sector no conocen de algún evento histórico que haya afectado la población en este trayecto del cuerpo de agua.



FOTOGRAFÍA 48 QUEBRADA LA PICHOSA

Para la quebrada se calculó un pendiente medio de 11 grados con una velocidad promedio de 0.87 m/s en una sección de 10 metros. El caudal encontrado promedio de 0.74 m^3/s.



FOTOGRAFÍA 49 EJERCICIO DE MEDICIÓN DE CAUDAL SOBRE LA QUEBRADA

9.7.5. Vertimientos

Actualmente El barrio de La Gran Colombia, presenta 4 puntos de vertimientos de los cuales 2 corresponden a caudales sanitarios y 2 son descargas pluviales. A continuación se muestra una imagen de la ubicación de los vertimientos así como se realiza una descripción de cada uno de ellos.



FIGURA 131 VERTIMIENTOS.

Vertimiento 1

Coordenadas:	
Latitud:	**Longitud:**
4.568618	-74.069694

Este vertimiento se ubica en la coordenada (96923.57879 N, 100969.4873E) con tubería en gress de 8" con estado estructural malo. Al hacer la visita de campo se aprecia que la descarga vierte caudal sanitario el cual llega a un pozo de inspección suspendido que posteriomente drena a la quebrada, se puede apreciar que la descarga capta el caudal de las viviendas que no aportan a la tubería principal, toda vez que el pozo principal está por encima de estas. En la siguiente imangen se puede apreciar el caudal constante que recae en el pozo suspendido.

Registro fotográfico de Campo





Vertimiento 2

Coordenadas:	
Latitud:	**Longitud:**
4.568332	-74.069194

El segundo vertimiento se ubica en la coordanada (96886.77867 N, 100991.8273 E) con tubería de Gress de 8" y cierta afectación estructural, esta descarga drena parte del caudal sanitario que está en la parte baja de barrio La Gran Colombia, como se puede apreciar en la imagen, la descarga se realiza sobre la superficie sin ningún tipo de tratamiento, produciendo contaminación constate en el rió Fucha, cabe indicar que esta tubería pareciera ser pluvial en principio, sin embargo actualmente solo funciona como sanitaria.

Registro fotográfico de Campo





Vertimiento 3

Coordenadas:	
Latitud:	**Longitud:**
4.568610	-74.0689000

El Vertimiento 3 se realiza en la coordenada (96872.322, 101028.311), esta descarga corresponde a una conducción de caudal pluvial con un diámetro de 14" en Polipropileno con apariencia de instalación reciente, se considera que está en buen estado y cumple con las condiciones de la resolución 631 de 2017.

Registro fotográfico de Campo





Vertimiento 4

Coordenadas:	
Latitud:	**Longitud:**
4.5683300	-74.0686000

El vertimiento 4 se ubica en la coordenada (tales N, tales E), esta descarga parece trasportar caudal pluvial a travez de una tubería en polipropileno de alta densidad con un diámetro de 12”, se aprecia que la descarga se ubica en condiciones de basura y descarga a la supercie.



9.8. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Conocido también como tiempo de respuesta o de equilibrio. Es considerado como el tiempo requerido para que la escorrentía superficial del lugar más lejano de la cuenca alcanza el punto de salida, es decir el tiempo en el cual toda la unidad hidrográfica contribuye al flujo. Para su cálculo se pueden emplear

diferentes fórmulas que se relacionan con otros parámetros propios de la cuenca. Para la estimación del tiempo de concentración se recomienda emplear varias ecuaciones empíricas disponibles en la literatura científica, se considera apropiado incluir al menos cinco estimaciones diferentes (Chow, Maidment, & Mays, Applied Hydrology, 1988).

Ramser y Kirpich lo definen como el tiempo al pico Tp, es decir, es el tiempo que transcurre desde que se inicia el escurrimiento directo hasta el pico del hidrograma, por otro lado, Viessman y Lewis determinan que es el tiempo comprendido entre el final de la precipitación efectiva y el final de la escorrentía superficial directa. Siendo este último valor, el punto de inflexión del hidrograma después del caudal pico (Viessman & Lewis, 2003). Témez especifica que concierne a la diferencia entre el tiempo de finalización del hidrograma de escorrentía superficial directa y el tiempo de finalización de la precipitación efectiva (Témez, 1978).

En la literatura se encuentran numerosas expresiones para determinar el tiempo de concentración Tc de las cuencas hidrográficas, desarrolladas por diferentes autores para diferentes regiones del mundo. A continuación, se presenta un resumen de las ecuaciones utilizadas en el presente estudio y tomadas de diferentes fuentes (Vélez & Botero, 2011).

Formula de Kirpich

En la literatura se encuentran numerosas expresiones para determinar el tiempo de concentración Tc de las cuencas hidrográficas, desarrolladas por diferentes autores para diferentes regiones del mundo. A continuación, se presenta un resumen de las ecuaciones utilizadas en el presente estudio y tomadas de diferentes fuentes (Vélez & Botero, 2011).

$$Tc = 0.06628\left(\frac{L}{\sqrt{S_o}}\right)^2$$

Dónde:

Tc : Tiempo de concentración, en horas (hr).

L : Longitud del cauce principal de la cuenca, en kilómetros (km).

S_o : Diferencia entre las dos elevaciones extremas de la cuenca, en metros, dividida por L (es decir, la pendiente promedio del recorrido en m/m).

Formula de California Culvert Practice

Esencialmente es la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California, Estados Unidos (California, 1955).

$$Tc = \left(0.87019 * \frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

Dónde:

Tc : Tiempo de concentración, en horas (hr).

L : Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

H : Diferencia de cotas entre puntos extremos del cauce principal, en metros (m).

Ecuación de Temez

Es apto para cuencas con una superficie hasta 3000 Km2 aproximadamente y para tiempos de concentración pequeños (0.25h>Tc>24h). Adicionalmente, el cálculo hidrológico para determinar los caudales máximos tendrá mayor precisión (García, 2017). Se define mediante la siguiente expresión.

$$Tc = 0.3 \left(\frac{L}{S_o{}^{0.25}}\right)^{0.76}$$

Dónde:

Tc : Tiempo de concentración, en horas (hr).

L : Longitud del cauce principal de la cuenca, en kilómetros (Km).

S_o : Pendiente total del cauce principal, en porcentaje (%).

Fórmula de Giandotti

Calcula el tiempo de concentración, Tc, en horas, este método es indicada para obtener un único valor por unidad de estudio, es decir considera un área de

influencia en cada tramo de la cuenca (López, 2006). Se calcula con según la ecuación:

$$Tc = \left(\frac{4\sqrt{A} + 1.5\,L}{25.3\,\sqrt{SL}}\right)$$

Dónde:

L : Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

S : Pendiente promedio del cauce principal de la cuenca en m/m.

A : Superficie de la cuenca en kilómetros cuadrados (km^2).

Ecuación de SCC-Ranser

Cálcula el tiempo de concentración, Tc, en horas (SCS, 2010), según la ecuación:

$$Tc = 0.97\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

Dónde:

L : Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

H : Diferencia de cotas entre puntos extremos del cauce principal, en metros (m).

Ecuación de Ventura – Heron

Formuladas en 1949, es utilizada en cuencas con pendientes onduladas y calcula el tiempo de concentración, Tc, en horas (SCS, 2010), según la ecuación:

$$Tc = 0.30\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.75}$$

Dónde:

L : Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

S : Pendiente total del cauce principal, en porcentaje (%).

Ecuación de Bransby-Williams

Formulada por los ingenieros de USA, se recomienda para cuencas rurales de hasta 75 Km^2. Cálcula el tiempo de concentración, Tc, en horas (SCS, 2010), según la ecuación:

$$Tc = 0.2426\ L\ \left(\frac{1}{A^{0.1} * S^{0.2}}\right)$$

Dónde:

L : Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

A : Área de la cuenca (km^2).

S : Pendiente total del cauce principal, (%).

Ecuación de SCS

Desarrollada por el SCS en 1973, a partir de la información de las cuencas de uso agrícola, adaptada a pequeñas cuencas urbanas y con áreas inferiores a 800 Ha (SCS, 2010). Se define con la siguiente ecuación:

$$Tc = \frac{0.0136 * L^{0.8}\left(\left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7}\right)}{S^{0.5}}$$

Dónde:

L : Longitud hidráulica de la cuenca mayor trayectoria de flujo (m)

CN : Curva Número

S : Pendiente promedio de la cuenca, (m/m).

9.9. TIEMPO DE RETARDO

Corresponde al tiempo que transcurre entre la precipitación máxima y el caudal máximo de la unidad hidrográfica, representando el tiempo de retardo de la lluvia (Vélez & Botero, 2011). Esta variable depende principalmente de la longitud y el desnivel del cauce, adicionalmente, de las características geomorfológicas de la cuenca y de la magnitud de escorrentía, se puede determinar a partir de los registros de lluvia, sin embargo, se estima como el 60% del tiempo de concentración (Chow e. a.,1988), como lo expresa la siguiente ecuación.

$$Tlag = 0.6 * Tc$$

Sin embargo, Watershed Modelling System (WMS, 1999) propone varias para el cálculo del tiempo de rezago, las cuales se presentan a continuación.

9.9.1. Ecuación de Eagleson

$$T_{lag} = 0.32 \left(\frac{L * L_{ca}}{\sqrt{S}}\right)^{0.39}$$

Dónde:

L : Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

L_{ca} : Distancia desde la salida hasta el centro de gravedad de la cuenca, en kilómetros (km).

S : Pendiente media del cauce principal, en porcentaje (%).

Para L_{ca} se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$L_{ca} = 0.54 * (L_w)^{0.96}$$

Dónde:

L_w : Longitud de la cuenca, en kilómetros (km).

Dado que existen cuatro relaciones empíricas entre al área de la cuenca y la longitud del cauce. Teniendo en cuenta lo anterior se realizó un promedio de los cuatro resultados, con el fin de asignar el valor a longitud de la cuenca. A continuación, se presentan las ecuaciones:

Gray (1961)

$$L_w = 1.4 * A^{0.568}$$

Hack (1957): Virginia y Maryland

$$L_w = 1.7 * A^{0.58}$$

Brown (1973): Australia

$$L_w = 1.64 * A^{0.55}$$

Lee, et al (1972): Indiana

$$L_w = 1.6 * A^{0.55}$$

Dónde:

A : Área de la cuenca (km^2).

9.9.2. Ecuación de Putnam

$$T_{lag} = 0.49 \sqrt{\frac{L}{\sqrt{S}}} * I_a{}^{-0.57}$$

Dónde:

L : Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

S : Pendiente media del cauce principal, en porcentaje (%).

I_a : Fracción del área impermeable.

9.9.3. Scs

$$T_{lag} = (L)^{0.8} * \frac{\left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7}}{1900 * \sqrt{S}}$$

Dónde:

L : Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

CN : Curva Número.

S : Pendiente promedio de la cuenca, en porcentaje (%).

9.9.4. Ecuación de Snyder

$$T_{lag} = 0.32 \left(\frac{L_m * L_{ca}}{S^{0.5}}\right)^{1.42}$$

Dónde:

L_m : Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

L_{ca} : Distancia desde la salida hasta el centro de gravedad de la cuenca, en kilómetros (km).

S : Pendiente promedio de la cuenca, en porcentaje (%).

9.9.5. Ecuación de Taylor y Schwartz

$$T_{lag} = 0.6 \left(\frac{L_m * L_{ca}}{S^{0.5}}\right)^{0.3}$$

Dónde:

L_m : Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

L_{ca} : Distancia desde la salida hasta el centro de gravedad de la cuenca, en kilómetros (km).

S : Pendiente promedio de la cuenca en, en porcentaje (%).

Las ecuaciones descritas han sido obtenidas para condiciones diferentes de, terreno, clima y geomorfología. Por ejemplo, Eagleson, se usa principalmente para cuencas hasta de 3.0 km² con un porcentaje de zona urbana entre el 30% y 80%, mientras que Taylor y Schwartz emplean su ecuación para la Zona Noreste de los Estados Unidos principalmente en áreas rurales, mediante este método el tiempo de rezago es fácil de calcular dado que depende de los parámetros mofométricos, sin embargo no tiene en cuenta algunos parámetros importantes en cuanto a las condiciones hidrológicas de la cuenca como lo es el coeficiente de rugosidad. No obstante, Putnam extiende su ecuación para cuencas urbanas de aproximadamente 60 km² cercanas a Wichita, Kansas Estados Unidos, a diferencia de la SCS que comprende áreas rurales y se usa en cuencas de naturaleza homogénea y con un área máxima de 8 Km^2. Por otro lado, Snyder es para cuencas rurales con áreas entre 0.8 Km^2 y 805 Km^2, finalmente el método de Chow es el más usado dado que es el 60% del tiempo de concentración.

Una vez consultadas las diferentes fórmulas para el cálculo el tiempo de concentración y rezago y aplicándolas para las unidades hidrográficas del área de estudio se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 53. CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN Y REZAGO PARA LAS UNIDADES HIDROGRÁFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO.

CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE LAS UNIDADES HIDROGRÁFICAS DE ESTUDIO					
		Cuenca Q. Aguas Claras		Cuenca Río Fucha	
		Unidades		Unidades	
Párametro	Expresión	Horas	Minutos	Horas	Minutos
Tiempo de concentracion (Tc)	Williams	0,59	35,50	1,31	78,60
	Kirpich	0,05	3,23	0,12	7,30
	Témez	0,31	18,74	0,69	41,14
	vent_heras	0,04	2,23	0,11	6,36
	bran_willi	1,29	77,22	2,84	170,11
	clark	1,24	74,59	5,56	333,50

	valen_zulu	0,56	33,41	1,15	68,94
	pilgrim	1,02	61,13	2,67	160,31
Tiempo de retardo (Tlag)	**SCS**	0,02	0,93	0,04	2,29
	Snyder	0,00	0,06	0,01	0,85
	Chow	0,26	15,42	0,76	45,66

Fuente: Elaboración propia.

El tiempo de concentración adoptado para la cuenca de la quebrada Aguas Claras, es el método de Témez, mientras que para el río Fucha se adopta el método de Williams, pues, en ambos casos se presentan valores coherentes entre la media aritmética sin presentar desviaciones amplias comparadas con los demás métodos y descartando previamente los valores que se encuentran por fuera del rango de confianza definido por la media aritmética y la desviación estándar de los resultados mencionados, es decir, la media menos la desviación estándar hasta media más desviación estándar.

En caso de que el tiempo de concentración sea menor a 15 minutos, con el fin de tener en cuenta el tiempo inicial que tarda el agua en concentrarse en las cuencas y no sobreestimar la intensidad de precipitación que resultaría al realizar los análisis con valores menores a este tiempo de concentración, se adopta 15 minutos como tiempo de concentración mínimo.

TABLA 54. RESUMEN PARÁMETROS DE DRENAJE Y CAUDALES ESTIMADOS

Cuenca	**Fucha**	**La Pichosa**
Área (Km)	27.3432314	2.16276208
Perímetro (Km)	25.1899028	7.63936348
Longitud del Cauce Principal (Km)	9.188025	3.221084
Ancho de la Cuenca	2.97596398	0.6714392
Pendiente Media	17.403159	17.812451
Pendiente Cauce Principal	9.1	20.87
CN	77	79
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN		
WILLIAMS	78.5950519	35.502981
KIRPICH	7.30420588	3.22973367
TÉMEZ	41.1433725	18.7419173
VENTURA HERAS	6.3576623	2.22689547

Cuenca	Fucha	La Pichosa
Bran - Willi	170.10739	77.2158206
CLARK	333.498772	74.5926121
VALENCIA-ZULUAGA	68.9353704	33.4145343
PILGRIM	160.312646	61.1319383
Media	108.281809	38.2570541
Desviación Estandar	102.940708	28.0585985
Q2	73.7652111	34.4587576
Quantil de la media	4	4
Media Acotada	76.1079569	25.708
Tiempo de Concentración	WILLIAMS	TEMEZ
TIEMPO DE RETARDO		
CHOW	45.6647742	15.4248
SNYDER	0.84970251	0.05833466
SCS	2.29492004	0.93376777
Media	16.2697989	5.47230081
Desviación Estandar	20.7937585	7.04654884
Q2	2.29492004	0.93376777
Quantil de la Media	2	2
Media Acotada	1.57231127	0.49605122
Tiempo de Retardo	SCS	SNYDER

9.10. MARCO HIDROLÓGICO GENERAL DE LAS UNIDADES MODELADAS

Para realizar un estudio hidrológico en cualquier zona, se deben tener en cuenta datos de precipitación en el área de estudio, igualmente se realizan cálculos hidráulicos que permitan determinar profundidades y velocidades que se podrían alcanzar durante una crecida.

Con el modelo digital de elevaciones (DEM) y la información obtenida en campo, es posible establecer los drenajes presentes en la zona de estudio, dado que en épocas con precipitaciones bajas se presentan flujos de agua escasos, pero en periodos invernales se presentan crecidas que pueden presentar eventos con afectaciones en el territorio.

9.10.1. Intensidad

La intensidad de lluvia es una razón de la profundidad que puede alcanzar una precipitación durante la tormenta, y es uniforme sobre el área de drenaje

considerada, la duración de la tormenta es igual al tiempo de concentración, varía según el periodo de retorno y la ubicación geográfica, por lo tanto, para calcular la intensidad de la lluvia se deben tener registros históricos de lluvias en sitios cercanos a la zona de interés.

La intensidad se puede definir como la relación entre la profundidad (P) de la lluvia en mm y la duración de la lluvia (Td) en min o en horas, es decir:

$$I = \frac{P}{T}$$

Otra manera de definir la intensidad es como el caudal de agua que pasa una determinada superficie, es decir, el volumen de agua caído por unidad de tiempo en una superficie. Como la intensidad de la lluvia depende de la duración de la misma, es necesario definir un intervalo de referencia, el cual en proyectos de saneamiento habitualmente se estudia para el caso de lluvias de corta duración (D t<2 horas). (García-Loygorri, 2012). La intensidad de la lluvia varía en función del tiempo, de tal manera que a mayores intervalos de tiempo también es probable que se presenten lluvias con mayores intensidades, por lo tanto, se definen los llamados periodos de retorno.

Para estimar la intensidad de la lluvia se tienen diferentes metodologías según la información disponible, toda vez sí la información es corta lo mejor es usar las curvas sintéticas regionalizadas propuestas por Diaz Granados.

La ciudad de Bogotá presenta bastante información hidrológica debido a diferentes estudios realizados para diferentes fines, para estimar la intensidad de la lluvia en esta zona se utiliza el informe mencionado anteriormente.

A continuación, se explica el procedimiento de cálculo de la intensidad de la lluvia para el barrio La Gran Colombia.

Para estimar la intensidad de la lluvia se define cual es la magnitud de la cuenca la cual se indica a continuación.



FIGURA 132. CUENCAS AFERENTES QUEBRADAS LA PICHOSA Y RIO FUCHA.

Como se puede apreciar, la cuenca del rio Fucha tiene un área aferente de 2944 km2 y tiene información de 3 estaciones activas, sin embargo, la caracterización de las lluvias es similar en toda la cuenca razón por la cual se estima la mediana de la cuenca para estimar la intensidad en este punto.

La coordenada de la mediana de la cuenca corresponde a X=102563; Y= 94616, una vez se estima este punto, se ingresa a la hoja de cálculo de caracterización de tormentas enviada en el Anexo 3.

Los parámetros de cálculo de la intensidad se indican a continuación.

$$I = \frac{2649.76\, T^{0.18}}{D^{1.03} + 30.84}$$

I: Intensidad de precipitación [mm/hora]
T: Período de retorno [Año]
D: Duración de aguacero [min]
c,e,f,m: Parámetros del ajuste

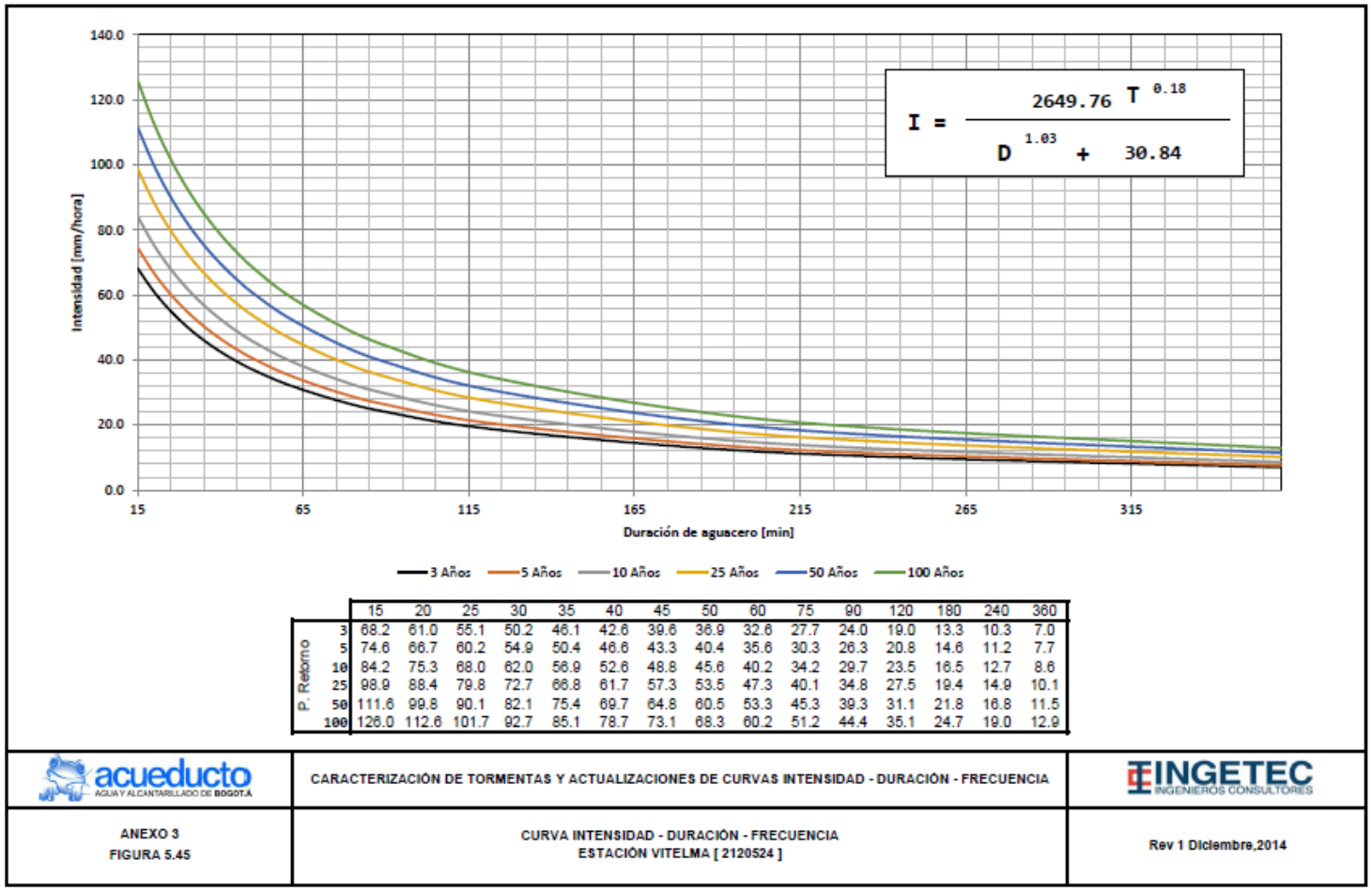
Los parámetros obtenidos para cada una de las estaciones involucradas en el estudio se y en función de la información disponible se presentan para cada uno de los periodos contemplados en cada uno de los estudios (IRH 1995, INGETEC 2004) y para el periodo actual hasta el 2013 se presentan en la siguiente tabla.

TABLA 55: PARÁMETROS DE CÁLCULO IDF POR REGIONES GEOGRÁFICAS

Identificación de Estación		***Parámetros IDF 1995***				***Parámetros IDF 2003***				***Parámetros IDF 2012***			
Nombre de Estación	**Código**	**c**	**e**	**f**	**m**	**c**	**e**	**f**	**m**	**c**	**e**	**f**	**m**
Vitelma	2120524	2834,1	1,03	31,9	0,176	2797,7	1,03	32,0	0,172	2649,8	1,03	30,8	0,175

De acuerdo con lo anterior, se pueden evaluar las tablas de las IDF con los parámetros evaluados en la tabla anterior, a continuación, se muestran los resultados.

Una vez se tienen los valores de intensidad, duración y frecuencia es posible realizar las gráficas que serán usadas para la estimación de caudales.



P. Retorno	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	90	120	180	240	360
3	68.2	61.0	55.1	50.2	46.1	42.6	39.6	36.9	32.6	27.7	24.0	19.0	13.3	10.3	7.0
5	74.6	66.7	60.2	54.9	50.4	46.6	43.3	40.4	35.6	30.3	26.3	20.8	14.6	11.2	7.7
10	84.2	75.3	68.0	62.0	56.9	52.6	48.8	45.6	40.2	34.2	29.7	23.5	16.5	12.7	8.6
25	98.9	88.4	79.8	72.7	66.8	61.7	57.3	53.5	47.3	40.1	34.8	27.5	19.4	14.9	10.1
50	111.6	99.8	90.1	82.1	75.4	69.7	64.8	60.5	53.3	45.3	39.3	31.1	21.8	16.8	11.5
100	126.0	112.6	101.7	92.7	85.1	78.7	73.1	68.3	60.2	51.2	44.4	35.1	24.7	19.0	12.9

acueducto AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ | CARACTERIZACIÓN DE TORMENTAS Y ACTUALIZACIONES DE CURVAS INTENSIDAD - DURACIÓN - FRECUENCIA | INGETEC INGENIEROS CONSULTORES

ANEXO 3
FIGURA 5.45

CURVA INTENSIDAD - DURACIÓN - FRECUENCIA
ESTACIÓN VITELMA [2120524]

Rev 1 Diciembre,2014

FIGURA 133. CURVAS IDF ZONA DE ESTUDIO ESTACIÓN VITELMA.
Fuente: contrato 1-02-25500-1318-2013 realizado por la firma INGETEC S.A

9.10.2. Periodo de retorno (T)

Se denomina período de retorno al tiempo esperado o tiempo medio entre dos sucesos. En la hidrología es el tiempo medio entre dos tormentas con precipitaciones iguales o superiores a uno determinado, mientras que en ingeniería sísmica es el tiempo medio entre dos terremotos de magnitud mayor que un cierto valor.

También es llamado período de recurrencia, el período de retorno es un concepto estadístico que intenta proporcionar una idea de hasta qué punto un suceso puede considerarse raro. Suele calcularse mediante distribuciones de variables extremas, sobre la base de series de valores extremos registrados dentro de periodos iguales y consecutivos; en hidrología, se realiza el estudio a partir de tablas con la precipitación máxima recogida en 24 horas en un año, durante una serie de años consecutivos.2

De acuerdo con los lineamientos de la CAR, se requiere correr la modelación con mínimo tres escenarios diferentes de periodos de retorno, por lo tanto, se estiman los caudales para cada uno de esos de periodos de retorno evaluados.

Los periodos de retorno también se pueden definir de acuerdo con la obra que se requiera construir, toda vez que entre mayor sea la escala de la obra, mayor será el periodo de retorno que se asume, en aras de evitar riesgos altos. En la siguiente **TABLA 56**, se relaciona los periodos de retorno de algunas obras según el Invias.

[2] (Castillo, 2009).

TABLA 56: PERIODO DE RETORNO DE ACUERDO AL TIPO DE OBRAS

Fuente: Manual de drenaje para carreteras Invias

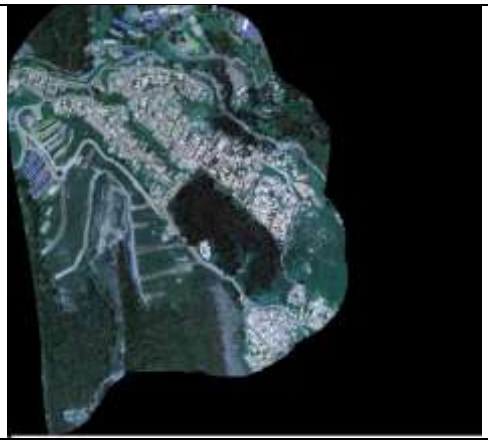
TIPO DE OBRA	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)[1]
Cunetas	5
Zanjas de Coronación[2]	10
Estructuras de Caída[2]	10
Alcantarillas de 0.90 m de diámetro	10
Alcantarillas mayores a 0.90 m de diámetro	20
Puentes menores (luz menor a 10 m)	25
Puentes de luz mayor o igual a 10 m y menor a 50 m	50
Puentes de luz mayor o Igual a 50 m	100
Drenaje subsuperficial	2

La norma de la empresa de acueducto e Bogotá indica que para tramos de alcantarillado entre 3 y 10 hectáreas se debe usa 5 años de periodo de retorno, y sí el área es mayor se debe usa 10 años de periodo de retorno.

9.10.3. Análisis multitemporal

Análisis Multitemporal 1998-2014-2019

9.11. ANÁLISIS MULTITEMPORAL 1998-2014-2019

1998	2014
	
2019	
	

La transformación de elementos paisajísticos naturales a antrópicos trae consecuencias rotundas en la transformación de las dinámicas naturales y sus propiedades físicas y paisajísticas. Por ellos el análisis de los tres periodos permiten evaluar cinco transformaciones claves en estos procesos.

Inundación:

Este fenómeno se ve afectado por la desaparición de vegetación sobre el cauce de los drenajes, sin embargo, para el caso del Barrio Gran Colombia, el río Fucha cuenta con vegetación aun insitu, aunque la densidad ha disminuido, la distribución de estos elementos sigue siendo constantes sobre la ladera. Adicionalmente, hay que mencionar que los programas de reforestación evidentes en terrenos permiten mantener la dinámica del río. Por otra parte, la

Pichosa cuenta con un tránsito sobre un bosque y una canalización sobre el transito sobre el área estudiada, los caudales son bajos y la presencia de alta vegetación sobre sus rondas permite que la infiltración sea mayor, lo que evita un desbordamiento de la quebrada sobre el área de estudio.

Movimientos en Masa

La pérdida de vegetación y socavación de las laderas son una de las más evidentes dentro de barrio Gran Colombia, en donde se encuentra evidencia construcciones con materiales mixtos que cuentan con daños estructurales dentro de sus viviendas debido al movimiento de la tierra. Adicionalmente, en el análisis multitemporal se observa que existe una transición considerable de perdida de vegetación relacionada con la consolidación de viviendas, tanto en la parte superior de la calidad como hacia las laderas, lo que sobrecarga los suelos sedimentarios con los que cuenta el barrio.

Avenidas Torrenciales

La perdida y recuperación de vegetación dentro de la zona de la zona de estudio corresponden a zona de deslizamientos, aunque en la zona de estudio son menores, sobre el cauce del rio se evidencian elementos rocosos con dimensiones mayores a un metro, que demuestran el nivel de arrastre de los drenajes (rio Fucha). Sin embargo, se evidencia que el lecho del rio ha sido constante y no hay evidencia de una avenida que haya afectado directamente a los habitantes del sector.

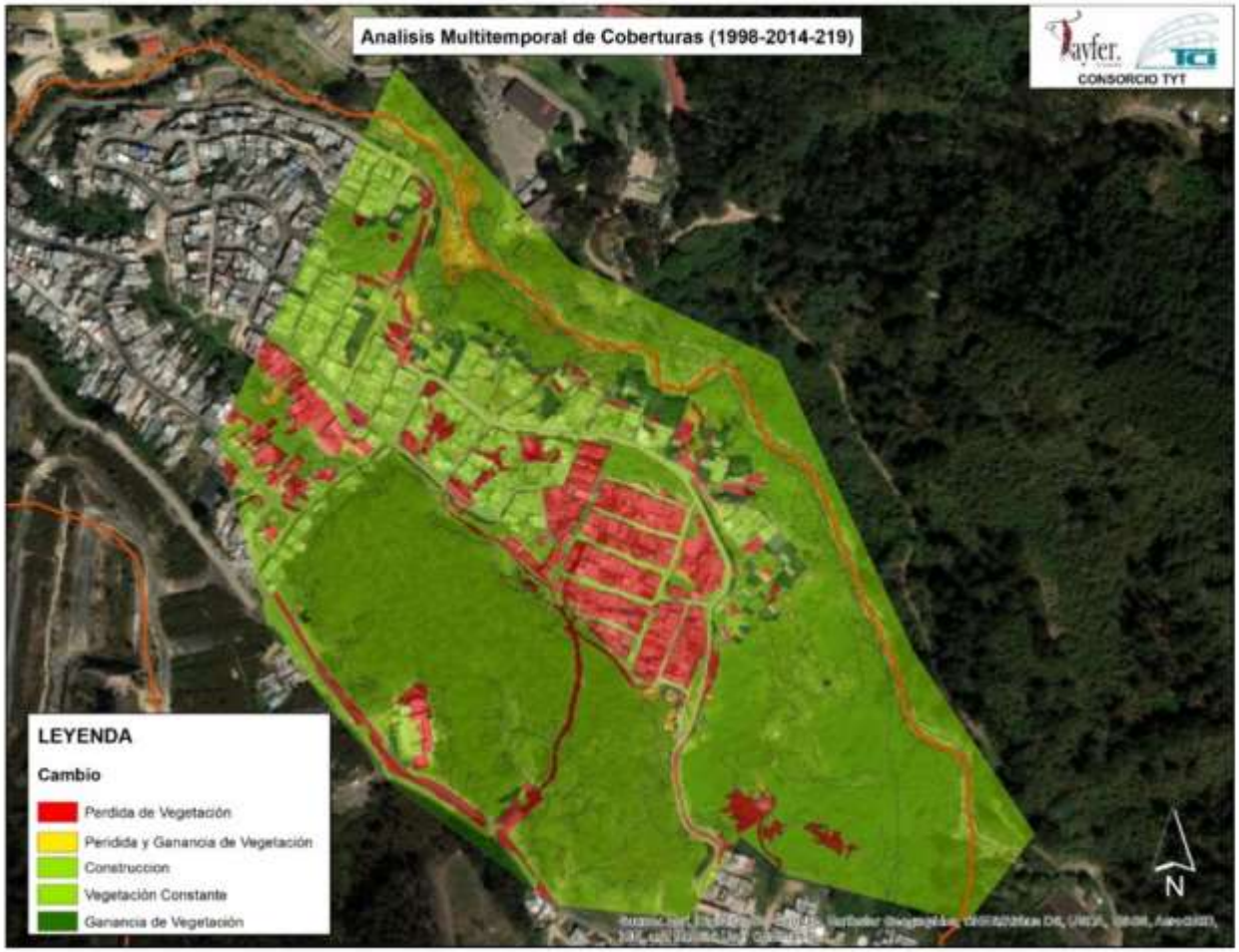


FIGURA 134 VARIACIÓN DE VEGETACIÓN EN ZONA DE ESTUDIO

Por último, es importante señalas que por su localización en la cuanca media alta del rio no presenta u rango de amenaza mayor en los fenómenos de fluidos como lo son las avenidas torrenciales o las inundaciones.

9.12. MODELACIÓN HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA DE LOS HIDRO SISTEMAS.

Investigaciones recientes coinciden en que la visión desintegrada de los componentes del sistema ha llevado a tomar decisiones equivocadas en el manejo de los sistemas de drenaje (Rauch et al., 2002 en González, 2011). Por consiguiente, es necesario emplear una modelación integrada que permita involucrar todos los elementos del sistema y sus interacciones.

No obstante, no existe un modelo que pueda representar hidráulicamente toda la complejidad de un problema de inundaciones, por lo tanto, como lo expresa ERN – CAPRA (2009)" el modelador debe tener el criterio necesario para que, con base en las características particulares de su problema y las características de la información con la que cuenta, pueda seleccionar el modelo más adecuado". Sin embargo, es necesario tener en cuenta que el modelo apropiado no siempre es el más complejo, sino el modelo más simple que permita alcanzar los objetivos del estudio (Rauch et al., 2002 en González, 2011).

A continuación, se propone un procedimiento a seguir al implementar un modelo integrado, enfocándose en la identificación y selección de aproximaciones de modelación apropiadas, cuyos pasos se extractan y adaptan de González (2011):

a. **Análisis del sistema:** La implementación de un modelo integrado debe permitir llegar a un mejor entendimiento del sistema, incluyendo la identificación de fallas en el mismo para establecer la necesidad de optimizar su funcionamiento. El estado actual del sistema se determina mediante la revisión de los datos disponibles e inspecciones de campo. El estado del sistema será de utilidad para la identificación de tramos que pueden llegar a ser insuficientes.

b. **Identificación de procesos y criterios:** El segundo paso consiste en un análisis más detallado del sistema en estudio, con el objeto de identificar las posibles causas de las fallas identificadas en el paso anterior. Como resultado del análisis se deben identificar los posibles escenarios a ser modelados.

c. **Datos necesarios para la modelación:** En cuanto a la cantidad y calidad de los datos necesarios para implementar el modelo, mientras más detallado sea el modelo a implementar es necesaria más información para su implementación (Schütze y Alex, 2004). En este paso se debe reducir al máximo la complejidad del modelo, logrando un equilibrio entre los objetivos del estudio y los datos disponibles.

d. **Análisis del modelo y de los datos:** Este paso comprende un análisis detallado de los datos y de la estructura del modelo, con el fin identificar posibles inconsistencias y/o inestabilidades. Si bien siempre existen diferencias entre el modelo y la realidad, el modelador debe reducirlas al máximo, haciendo una estimación preliminar del comportamiento predictivo del modelo. Para esto, se deben realizar corridas preliminares del modelo implementado, buscando identificar anomalías en los resultados obtenidos.

e. **Calibración y validación:** La calibración se define como la determinación de los valores óptimos de los parámetros del modelo, a partir de comparaciones entre los resultados de las simulaciones y datos observados. Para lograr una buena calibración es necesario contar con registros simultáneos de precipitación, caudales y concentraciones (i.e. en el caso de requerir modelar calidad del agua), en diferentes puntos del sistema. Las interfaces entre diferentes subsistemas deben contar con una cantidad suficiente de datos. Dada la complejidad de los modelos integrados, se recomienda usar metodologías de calibración objetivas y evaluar el ajuste con funciones objetivo definidas (Rauch et al., 2002). El proceso de calibración sugerido propone estimar de manera separada los modelos de cada subsistema, para finalmente calibrar de manera integrada, partiendo de los resultados de la estimación inicial.

   Una vez estimados los parámetros óptimos del modelo, se procede a validarlo, usando un conjunto de datos no usado durante el proceso de calibración. El objetivo del proceso de validación es avaluar la capacidad predictiva del modelo. Es importante mencionar que, aún en los casos en los que no sea posible realizar una calibración adecuada del modelo, se pueden realizar análisis cualitativos a partir de los resultados obtenidos. Lo anterior se puede realizar comparando de manera relativa los resultados de diferentes escenarios, con el estado inicial del sistema.

f. **Análisis de escenarios:** Las medidas definidas en el paso 2, deben ser implementadas en el modelo calibrado y validado. Los resultados de los diferentes escenarios simulados deben ser comparados con un estado de referencia, que puede ser definido como el estado actual del sistema. Nuevamente, los resultados de la simulación de los diferentes escenarios deben ser evaluados, para identificar anomalías o inestabilidades (paso 4). Como se mencionó anteriormente, si no es posible realizar una calibración detallada del modelo, los escenarios simulados deben ser evaluados de manera relativa (i.e. mejora o deterioro del comportamiento del sistema). Sólo cuando se haya obtenido una calibración adecuada, es posible realizar análisis cuantitativos absolutos.

Este proceso ha de ser el empleado para la correcta implementación de un modelo integrado del sistema de drenaje urbano, el cual finaliza con la documentación y presentación de resultados del estudio.

9.12.1. Levantamientos Topo batimétricos.

A continuación, se describe metodología aplicada en la realización de los trabajos topo batimétricos:

Teniendo en cuenta la metodología del IDEAM, en Topografía, la batimetría consiste en realizar el levantamiento del fondo de un cauce (río, quebrada) cuya finalidad es la obtención de coordenadas X, Y, Z de todos los puntos, la parte más compleja y que caracteriza a los diversos métodos de levantamientos topo batimétricos es la determinación de la profundidad de un punto, la cual se obtendrá midiendo la distancia vertical entre el nivel del agua y la superficie de fondo. Para el levantamiento de las batimetrías se debe tener en cuenta el siguiente procedimiento:

- Localizar la sección batimétrica garantizando su perpendicularidad con el eje del cauce, asegurando que se contemplara la totalidad del área mojada y de las orillas.

- Para la realización de cada topo batimetría se debe efectuar la medición de la zona húmeda con estación total topográfica o GPS de doble frecuencia, la cual se arma sobre una estaca, localizando el prisma en los diferentes verticales. Se tomaron distancias donde el ancho de cada una

de las secciones parciales no superara un 10% del ancho total, respetando el alineamiento marcado entre los extremos de cada perfil.

- Para este proceso se toma la información del rio apoyados en una lancha de motor y un auxiliar de topografía que es quien captura la información de la profundidad del rio, esta información es colectada electrónicamente y es descargada y procesada en el software Data Geosis, u otro de cualquier preferencia. En caso de que el río tenga poca profundidad se realiza un levantamiento topográfico con estación total, tomando información dentro del río.

9.12.2. Georreferenciación De Las Batimetrías.

El Sistema de Coordenadas Geodésico o Datum Geodésico es un sistema de coordenadas y una serie de puntos de referencias que se utilizan para localizar lugares en la superficie de la tierra. Los datums son utilizados en la Cartografía, Geodesia y Topografía para trasladar posiciones indicadas en mapas a su posición real en la tierra o viceversa. Debido a que la tierra no es un elipsoide perfecto y los datums tienen como base modelos elipsoidales de la tierra, los datums locales pueden ser más precisos que los globales como el WGS 84 (World Geodetic System). El datum oficial en Colombia es el MAGNA-SIRGAS el cual fue adoptado básicamente por la incompatibilidad entre el antiguo datum Observatorio de Bogotá con la tecnología del Sistema de Posicionamiento Global GPS por no ser un sistema de Referencia Geocéntrico.

En Colombia se utilizan básicamente tres tipos de coordenadas, las cartesianas tridimensionales, las elipsoidales y las planas de proyección las cuales pueden ser Gauss- Kruger o cartesianas bidimensionales. Si bien estos tres tipos tienen sus ventajas y desventajas, en esencia son tres formas diferentes pero equivalentes de establecer la ubicación geográfica de un punto. El sistema o tipo de coordenadas que se utiliza en Colombia oficialmente es el de coordenadas planas de proyección ya que los otros sistemas resultan inapropiados o inconvenientes para aplicaciones prácticas principalmente porque la mayoría de las mediciones y proyectos de interés nacional que se asocian a estas utilizan el "metro" como unidad de longitud. Es por esto que este tipo de coordenadas representa la superficie de la tierra sobre un plano sobre un sistema bidimensional de coordenadas rectangulares llamado Sistema de Proyección Cartográfica, el cual muestra correspondencia entre sus puntos de superficie terrestre en latitud y longitud vs sus equivalentes sobre un plano de proyección Este y Norte.

La proyección cartográfica oficial de Colombia es el sistema Gauss – Kruger. Esta es una proyección conforme del elipsoide cuyo plano es tangente a este, queriendo decir que el ángulo formado por dos líneas en la superficie de la tierra se mantiene al ser proyectada en el plano. Los meridianos y paralelos se interceptan perpendicularmente pero no son líneas rectas exceptuando el meridiano central y el paralelo de referencia.

El datum vertical utilizado oficialmente en Colombia es el Modelo Geoidal GEOCOL 04. El sistema MAGNA-SIRGAS proporciona coordenadas tridimensionales las cuales pueden expresarse en latitud, longitud y altura elipsoidal. La obtención de alturas referidas al nivel medio del mar requiere la determinación de una superficie de referencia vertical originadas de la medición del campo de gravedad terrestre denominado Geoide y su relación con el Elipsoide del datum.

La principal aplicación del modelo Geoidal se basa en la determinación de alturas similares a las niveladas sobre el nivel del mar a partir de información generada por GPS lo que se traduce en la extensión del control vertical hasta zonas remotas del país. Por todo esto y por la practicidad para la obtención de resultados precisos (decimétrica) se optó por utilizar este Geoide.

Una vez se defina el sistema de proyección, es importante conseguir un BM del IGAC con el cual se pueda amarrar la batimetría y poder georreferenciar con un punto de IGAC sí hay disponibilidad del mismo, de lo contrario se tomarán varios puntos con GPS de doble frecuencia para poder realizar una buena georreferenciación.

9.12.3. Modelos de Evaluación de la Amenaza.

El objetivo es conocer la naturaleza, la probabilidad, la intensidad y la distribución espacial que pueden tener en una zona una o varias inundaciones en períodos determinados de tiempo, con el fin de establecer una estimación del daño que pueden ocasionar. En la revisión de literatura disponible a nivel internacional y colombiano sobre evaluación de la amenaza por inundación se han buscado diferentes enfoques que permitan conocer los diferentes aspectos de la amenaza con las condiciones ya enunciadas en un contexto local de información escasa.

- Modelos Hidráulicos Unidimensionales: Son los más utilizados, ya que caracterizan el terreno a través de una serie de secciones transversales del cauce perpendiculares a la dirección del flujo para calcular la profundidad del agua y la velocidad del flujo. Esto supone que, según el

nivel de detalle y la precisión de la información de entrada, como la geometría del canal, las condiciones de frontera y parámetros como la rugosidad, serán condicionantes del costo computacional del modelo, aunque algunos se encuentran disponibles de manera gratuita para su uso en computadores personales, aunque requieren datos de alta calidad y de tiempos de cálculo más largos,

- Modelos Hidráulicos Bidimensionales: Sirven para obtener una mejor descripción del flujo y del campo de velocidades, además, son útiles para modelar en áreas con topografía compleja como amplias llanuras de inundación.
- Modelos tridimensionales: Son de mayor complejidad y sirven para simular procesos de erosión, sedimentación en el cauce de ríos y resolver geometrías complejas en ríos, pero con dificultad a la hora de tener en cuenta los costos computacionales, la necesidad de ser aplicados por personas expertas y de requerir grandes cantidades de datos de entrada en el modelo.

Los anteriores métodos son acoplados a métodos asistidos por sensores remotos y sistemas de información geográfica o bien producen resultados que sirven como información de base para complementar la elaboración de la cartografía de amenaza.

9.12.4. Modelamiento hidrológico de ríos.

La definición del caudal de escorrentía se estima a partir de un periodo de retorno máximo de 100 años con el cual se estima la intensidad la de cuenca evaluada, estos caudales se estiman a partir de la de la modelación de los procesos hidrológicos de las cuencas aferentes a la zona de estudio. La estimación se basa en un modelo estocástico, el cual se basa en los criterios de precipitación, suelos, morfología del drenaje y curva número.

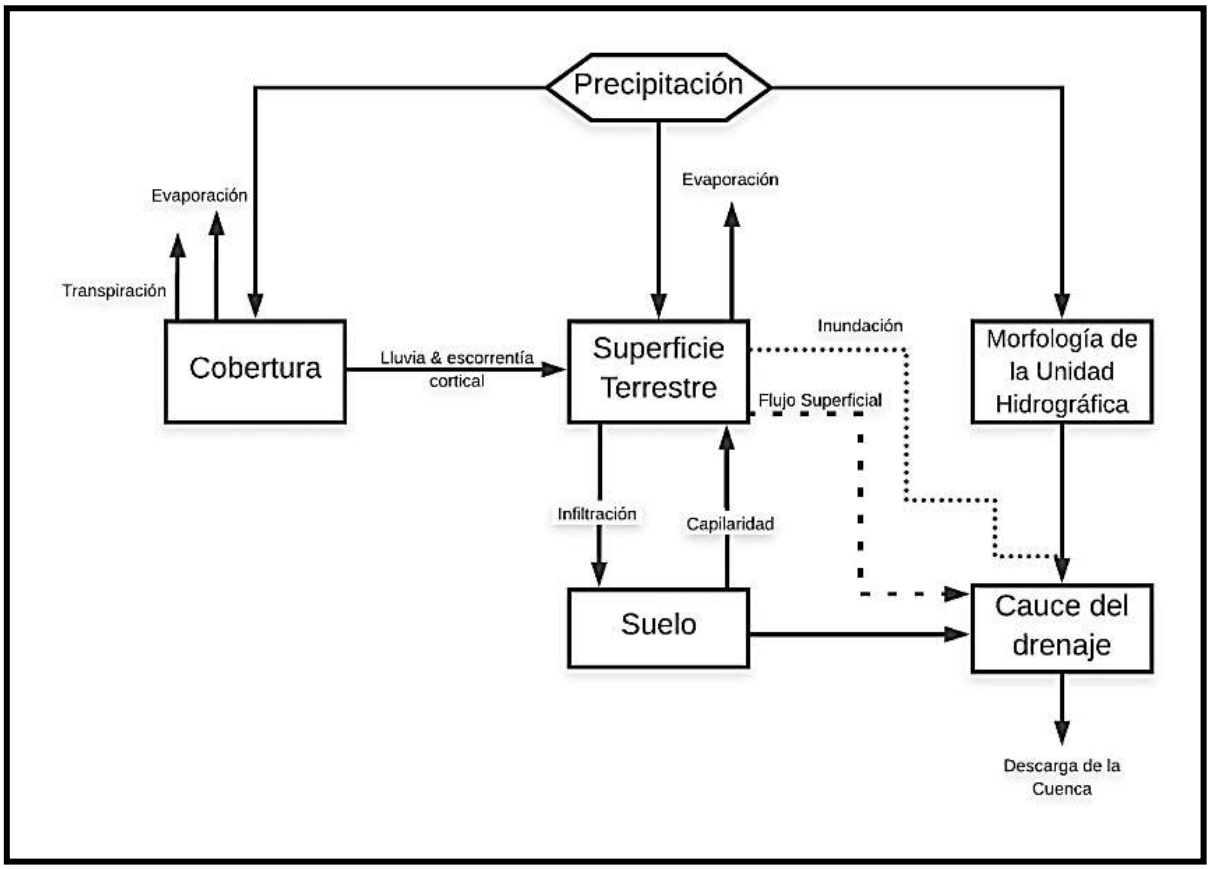


FIGURA 135 DIAGRAMA DEL SISTEMA DE LOS PROCESOS DE ESCORRENTÍA.
FUENTE: (FELDMAN, 2000)

El máximo caudal encontrado en el urbano principal del municipio es de 277.7 m^3/s la cual se encuentra en la cuenca de del Río Fucha para un periodo de retorno de 100 años, adicionalmente para la Pichosa (Quebrada Aguas Claras) para el mismo periodo alcanza un caudal teórico de 25 m^3/s. En caso de saturación del suelo por una lluvia intensa el suelo puede presentar problemas de encharcamiento, sin embargo, sin casis atípicos dentro del análisis. Debido a lo anterior, el cálculo de impermeabilidad es nulo, indicando que hay infiltración, lo que permite en algunos casos la no saturación, adicionalmente, las pendientes de la zona son alta, lo que permite la escorrentía superficial elevada. La geomorfología de la zona de estudio se basa en terrazas encañonadas y suelos con un alto material orgánico, lo que permite inferir la alta infiltración de la escorrentía.

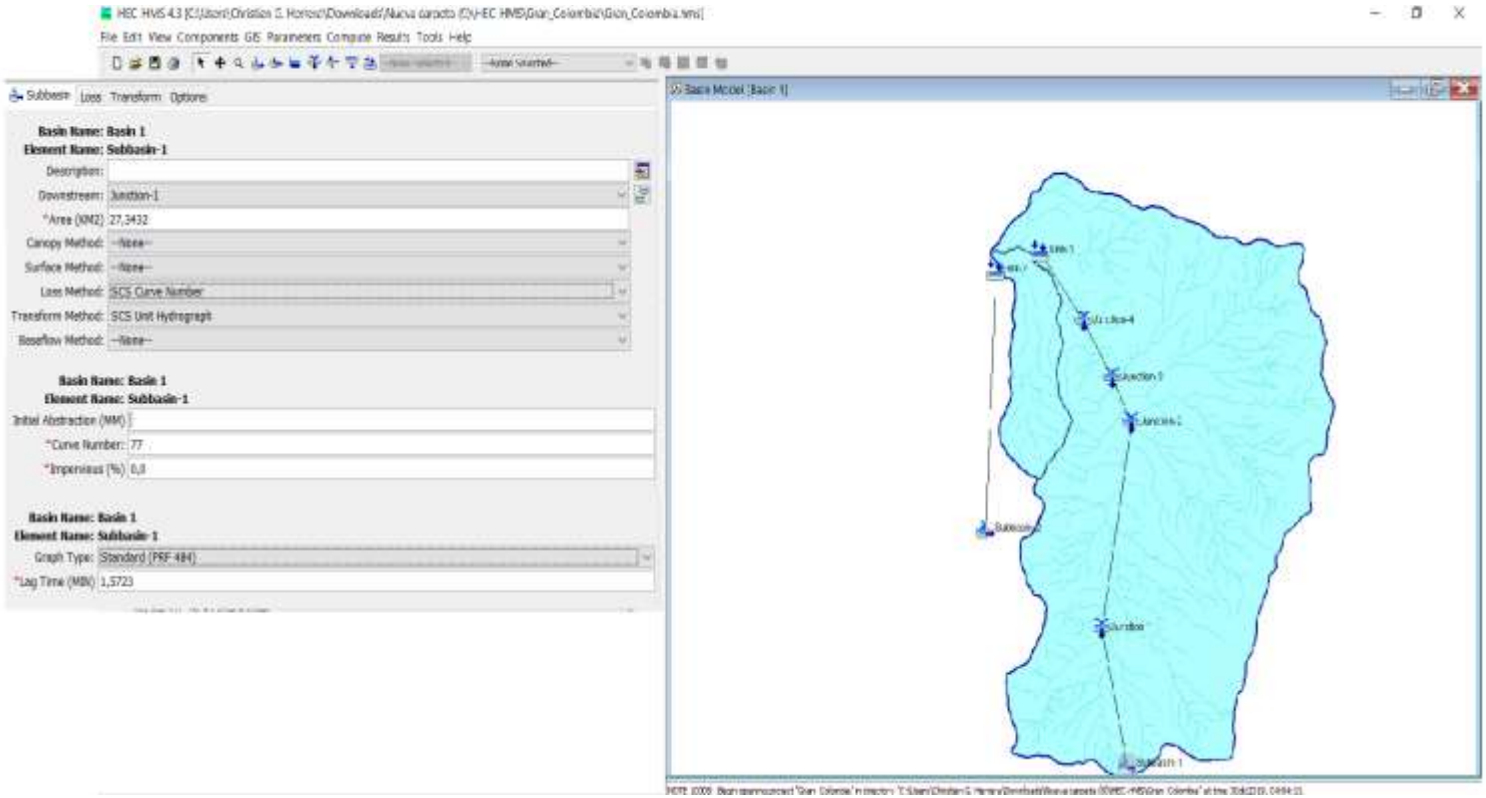


FIGURA 136. MODELACIÓN HIDROLOGICA.

Para la evaluación de los caudales máximos, se evalúa un escenario conservador en el cual las variables consideradas no son frecuentes, como, por ejemplo, los cauces evaluados son intermitentes, sin embargo, se suponen como constantes.

Los tramos de modelamiento se escogen bajo criterios como caudal, pendiente y canalización, para el caso de la zona de estudio se tiene en cuenta que los drenajes son de bajo caudal con picos de caudal en tiempos considerables según el conocimiento local. La zona de estudio se encuentra en la parte media de la cuenca del rio Fucha, y se posiciona sobre una planicie con un grado de inclinación constante y significativo (mayor a 6%).

La **FIGURA 136** evidencia que la zona se encuentra aguas abajo de las cuencas, adicional se encuentra ubicada en una zona encajonada. Las pendientes que se presentan en esta zona son altas, las cuales permiten una escorrentía superficial mayor.

La Quebrada Aguas Claras (La Pichosa) que atraviesa la zona se encuentran canalizados y controlados por obras civiles.

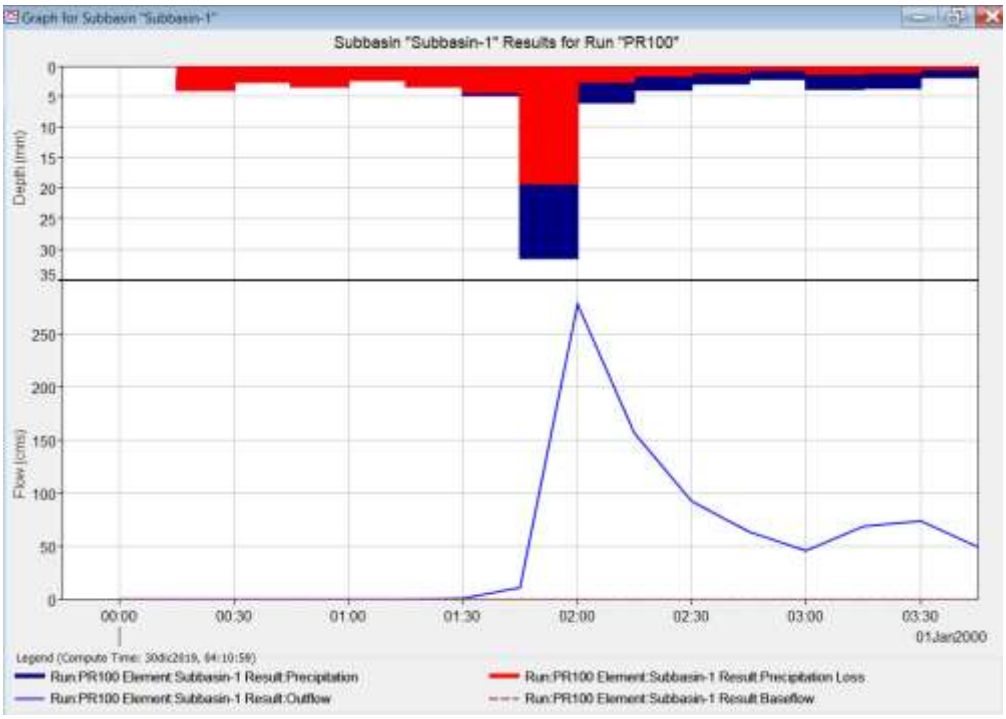


FIGURA 137. CAUDAL PICO TR 100 AÑOS RIO FUCHA.

Se realiza la evaluación hidrologica del rio Fucha, y se encuentra que para un periodo de retorno de 100 años, se presenta un caudal de casi 280 m3/s.

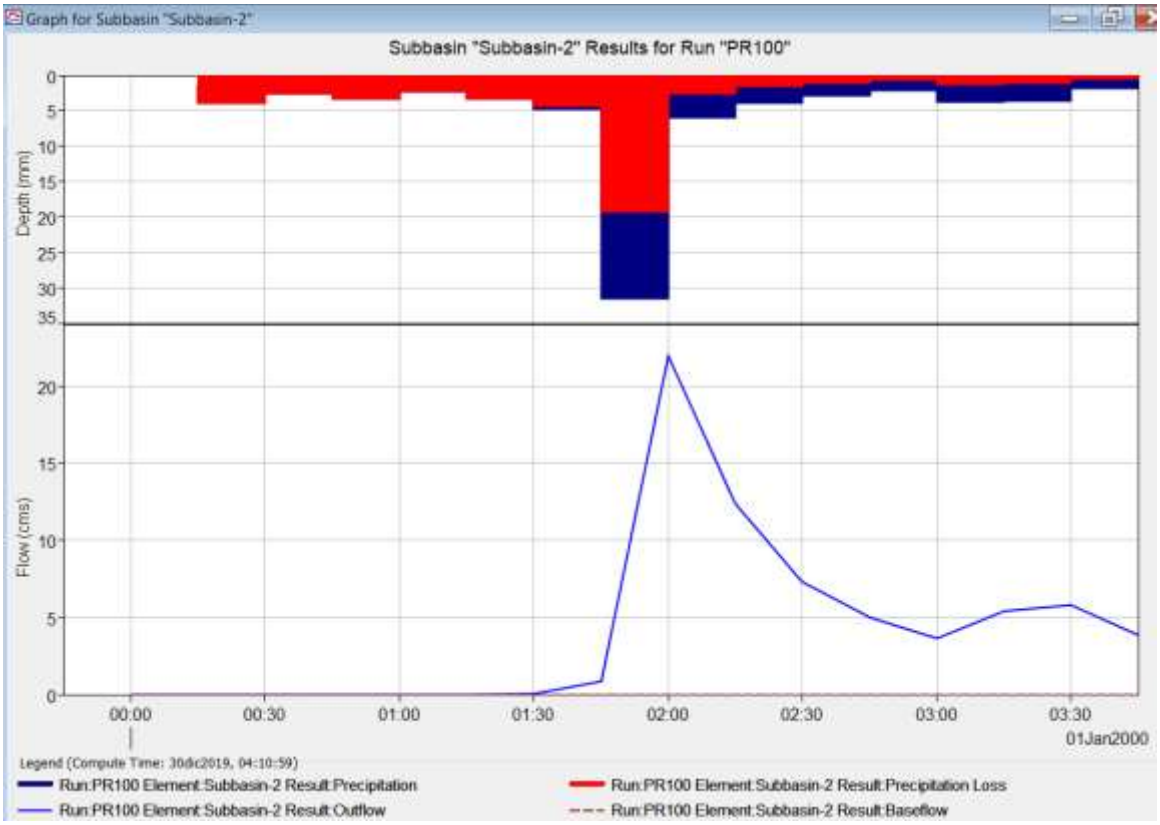


FIGURA 138. CAUDAL PICO TR 100 AÑOS RIO LA PICHOSA.

Esta quebrada está canalizada y controlada por una sección trapezoidal antrópica que permite la evacuación de manera rápida y la conexión aguas abajo con el rio Fucha.

TABLA 57: FOTOGRAFÍAS DEL ESTADO DE LAS CUENCAS

Cuenca del Río Fucha	
	
	

Cuenca del Quebrada Aguas Claras	
	
	

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la **TABLA 57** se puede observar que la Pichosa en su mayoría se encuentra canalizada y controlada por obras civiles, adicional se observa que las coberturas predominantes a lo largo de los cauces son arbustales, pastos y bosque densos.

La presencia de esa obra permite el encauzamiento del drenaje y así manejar las aguas y evitar la inundación, adicionalmente, la vegetación de mediana y alta altura permiten el control de los cauces, dándole un orden a la morfodinámica del cauce. Así, evitando y dándoles una línea al drenaje.

El software modela la zona de inundación teniendo en cuenta los siguientes parámetros de velocidad y profundidad fuera de las bancas para cada periodo de retorno tal como se muestra en la **FIGURA 136 .** Sin embargo, para la metodología, estos parámetros no se toman como parte de la zonificación, este diagrama es una referencia de zonificación para cada periodo de retorno, si se hiciera un análisis puntual.



FIGURA 139. METODOLOGÍA PARA LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR INUNDACIÓN.
FUENTE: **(MATTOS GUTIERREZ, PARODI, & DAMINANO, 2014)**

Para la modelación se toma como base la herramienta de análisis hidráulico empleada HEC-RAS, el cual permite realizar un análisis del flujo permanente unidimensional gradualmente variado en lámina libre.

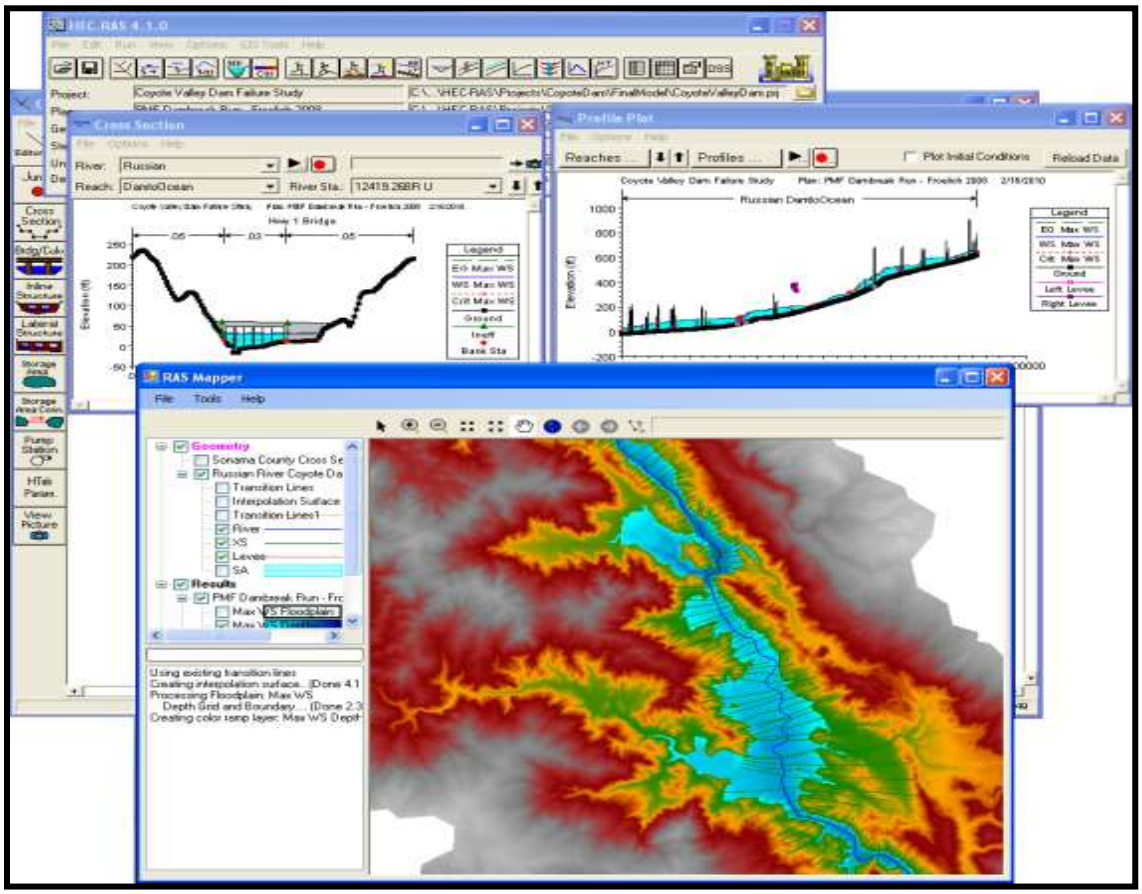


FIGURA 140. SOFTWARE COMPUTACIONAL HEC-RAS.

FUENTE: ***TOMADO DE CONSORCIO CAR (2016), PROCESOS DE INUNDACIÓN DEL MUNICIPIO DE SESQUILÉ.***

El modelamiento matemático de HEC-RAS es utilizado internacionalmente, este simula la hidráulica del flujo para canales de cualquier tipo de sección transversal bajo flujo permanente o gradualmente variado, trabajando de acuerdo con la ecuación de Bernoulli:

$$Z1 + Y1 + (V12/2g) = Z2 + Y2 + (V22/2g) + h$$

En donde:

- Z: Nivel del fondo del canal aguas arriba (1) y abajo (2) del tramo, denominado este término cabeza de posición, en m.
- Y: Lámina de agua aguas arriba (1) y abajo (2) del tramo, denominado este término cabeza de presión, en m.
- V2/2g: Cabeza de velocidad aguas arriba (1) y abajo del tramo (2), denominado este término cabeza de velocidad, en m.
- h: Pérdidas de energía en el tramo, dividiéndose en pérdidas por fricción y localizadas, en m.

Se utiliza como la expresión más simple de un flujo de un fluido incompresible en nuestro caso el agua. Si se toma como referencia un tubo de flujo o volumen encerrado por las líneas de corriente en régimen permanente y debido a que no hay pérdida de masa o ganancia de la misma en el interior de este tubo se cumple que:

$$Q = v1A1 = v2A2 = \ldots$$

Esta expresión sencilla es una ayuda significativa a la hora de analizar cualquier flujo, pues se cumple siempre. Intuitivamente la expresión lo que indica es que el volumen se conserva pues la densidad es independiente de la posición y del tiempo. En esta ecuación Q es el caudal, v la velocidad y A el área normal al flujo. Esta idea sencilla de flujo normal hay que tenerla en cuenta a la hora de desarrollar modelos numéricos de flujo en cauces.

La ecuación de continuidad se puede expresar para canal rectangular o su equivalente para un cauce de un río. En la En la FIGURA 140 se observa el esquema de un tramo de canal y dos secciones separadas una distancia x, en las que se indican las tres magnitudes de energía que se deben equilibrar.

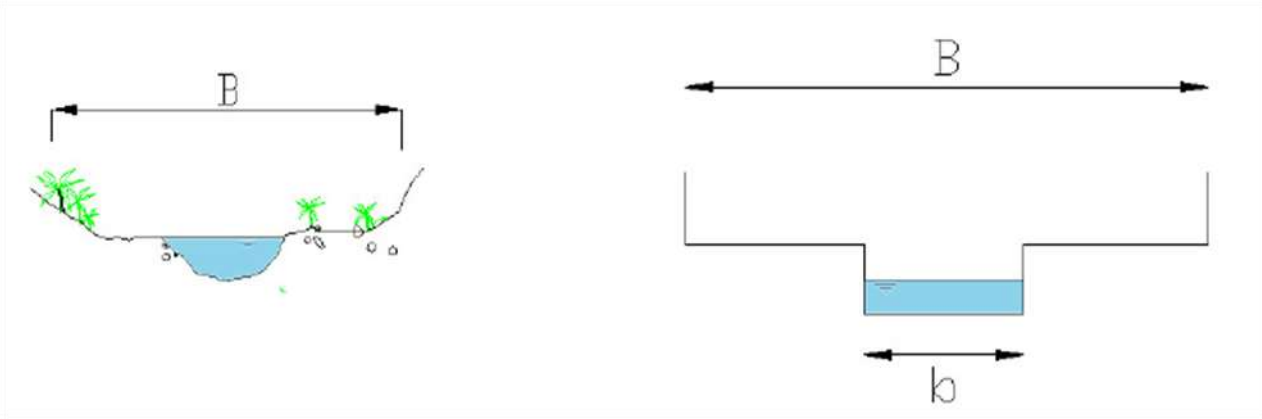


FIGURA 141. Cauce y canal con llanura de inundación y cauce de aguas altas (CAR, 2015).

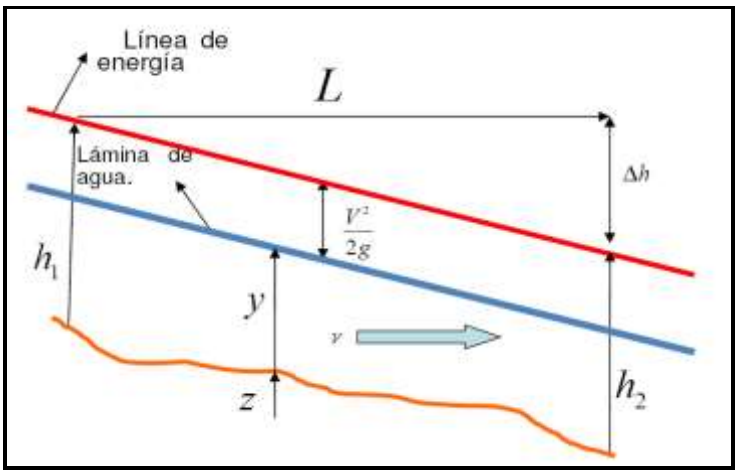


FIGURA 142. BALANCE DE ENERGÍA EN UN TRAMO DE CAUCE. (CAR, 2015)

El equilibrio energético se hace simplemente mediante la relación:

$$H_1 = H_2 + \Delta H$$

$$H = z + y + \frac{v^2}{2g}$$

En donde la energía total H se expresa mediante la suma de tres términos, el potencial, el de presión y el cinético.

La energía total siempre se relaciona con un nivel de referencia único para todas las secciones. Debido a que el valor de la energía potencial se debe medir desde el punto más bajo de la sección hasta el nivel de agua, y desde este último hasta la línea de energía se mide la altura de energía cinética del flujo y que esto es así para cualquier sección independientemente de su posición respecto de la cota de referencia; a esta suma se le suele denominar energía específica de esa sección. Esta energía se puede escribir de muchas formas entre otras como se plantea a continuación:

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

$$E = y + \frac{Q^2}{2gA^2} \rightarrow \text{con} \quad v = \frac{Q}{A}$$

$$E = y + \frac{q^2}{2gy^2} \rightarrow \text{con} \quad q = \frac{Q}{B}$$

$$E = y + \frac{\overline{q}^2}{2g\overline{y}^2} \rightarrow \text{con} \quad \overline{q} = \frac{Q}{\overline{B}}$$

Todas son ecuaciones de la energía específica de una sección de flujo y todas se componen de dos términos: el potencial y el cinético. Desde el punto de vista ingenieril todos los términos se expresan en magnitudes de "longitud" y las unidades son los "metros".

Para la modelación hidráulica se estiman las condiciones de frontera basados en la pendiente del rio Fucha y de la quebrada la Pichosa, determinando que el flujo funcione para la entrada como para la salida con flujo uniforme basado en la pendiente calculada de los ríos como se muestra en la siguiente imagen.

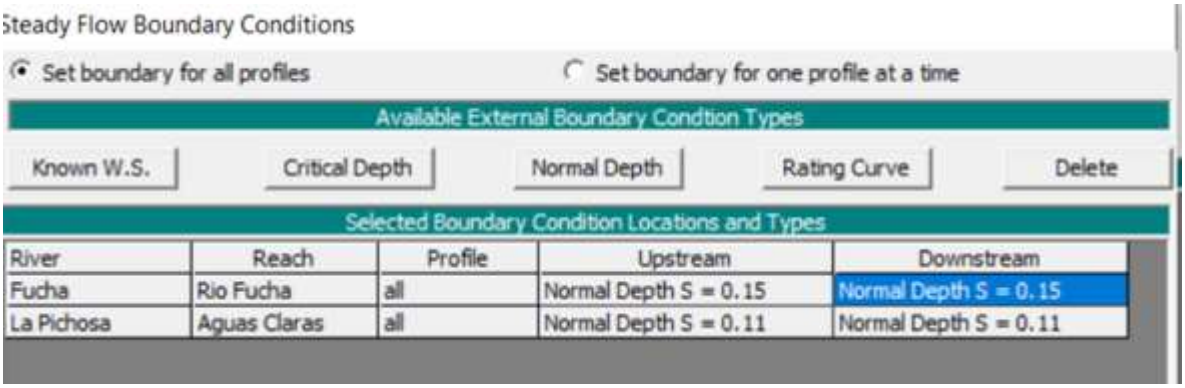


FIGURA 143. DEM RIO FUCHA Y LA PICHOSA.

La condición de flujo normal se forma antes y después de la sección modelada, mientras que el flujo se comporta de acuerdo a las secciones implantadas en el modelo hidráulico.

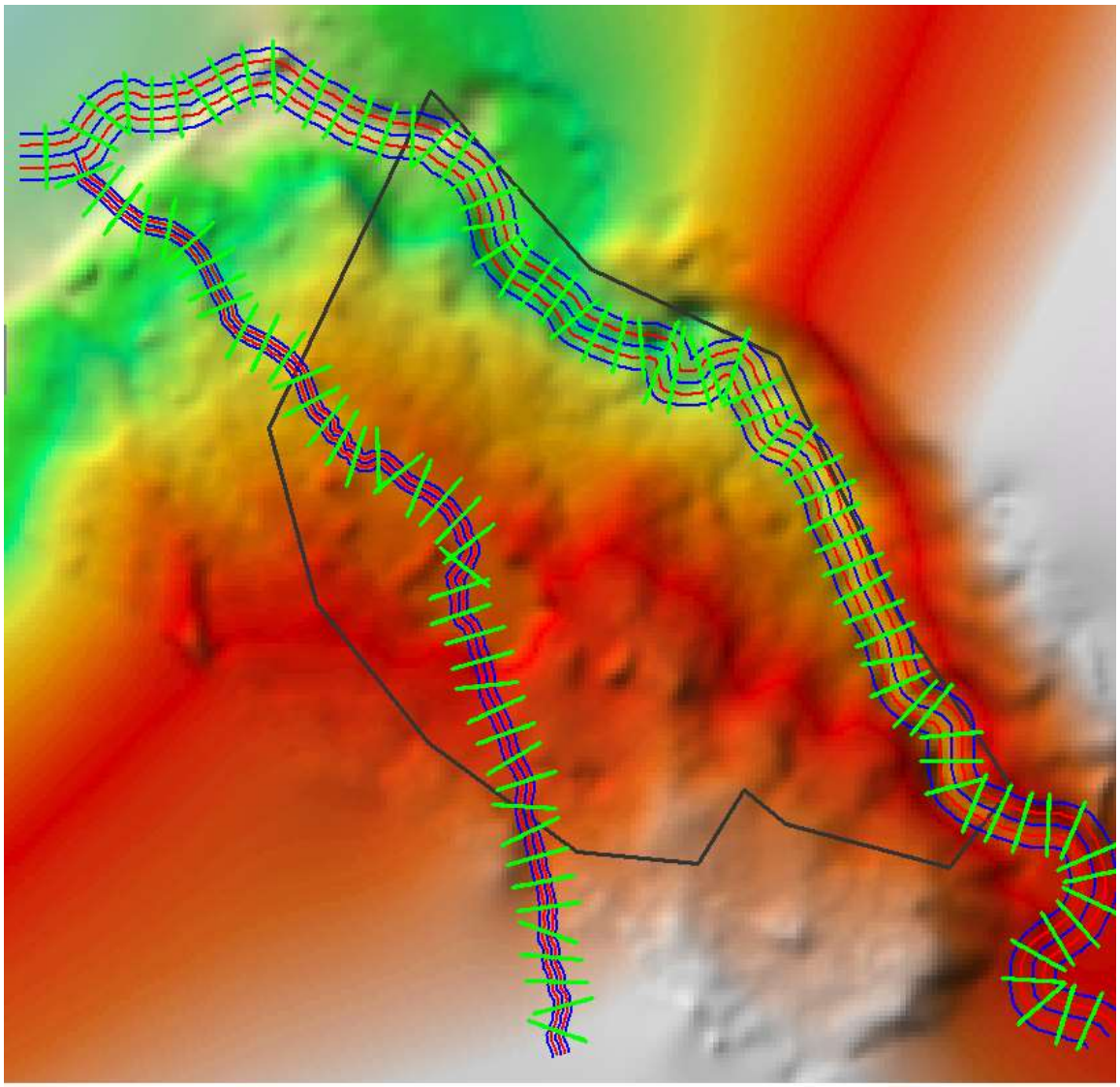


FIGURA 144. DEM RIO FUCHA Y LA PICHOSA

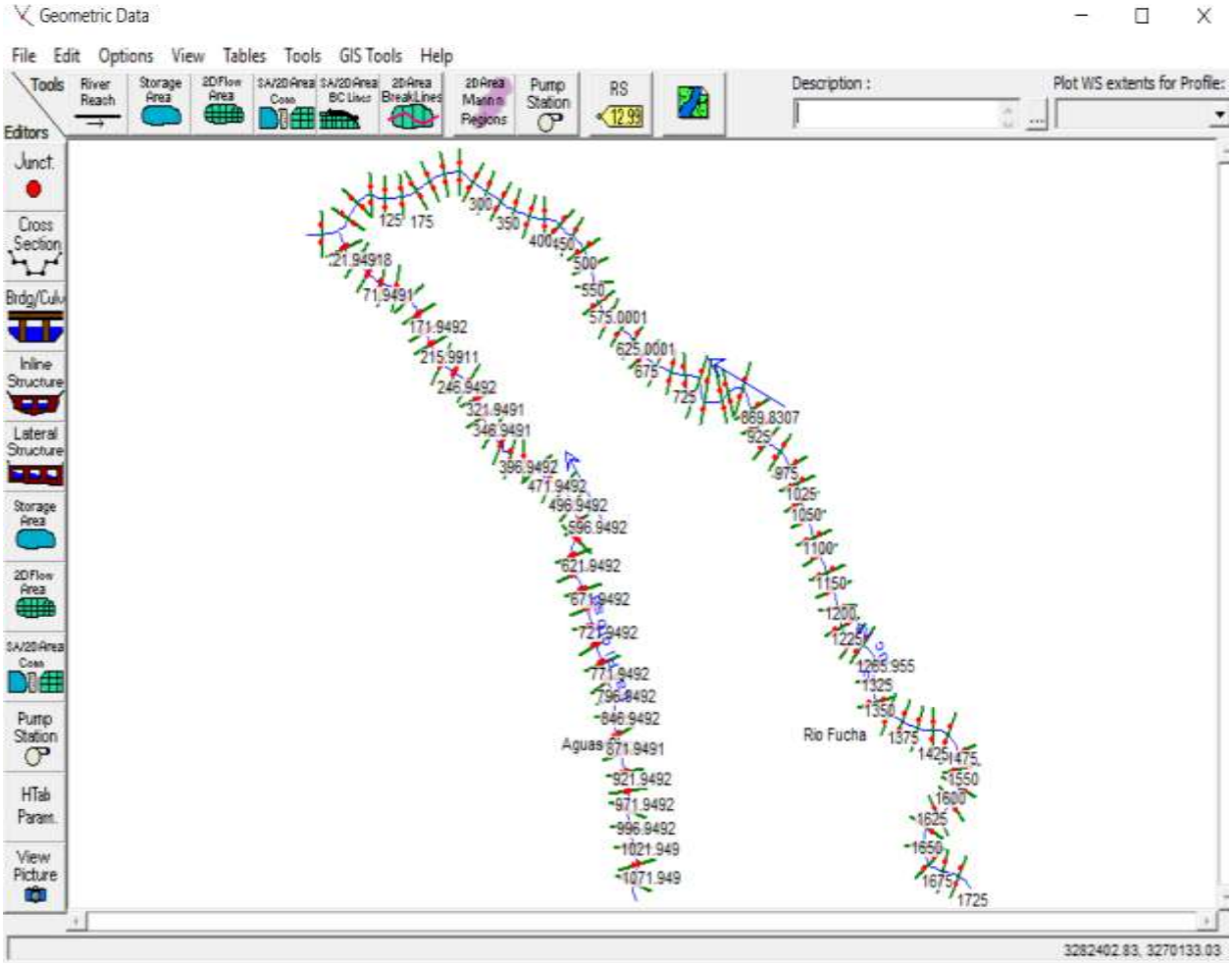


FIGURA 145. MODELO HIDRÁULICO ZONA DE ESTUDIO.
RIO FUCHA Y LA PICHOSA

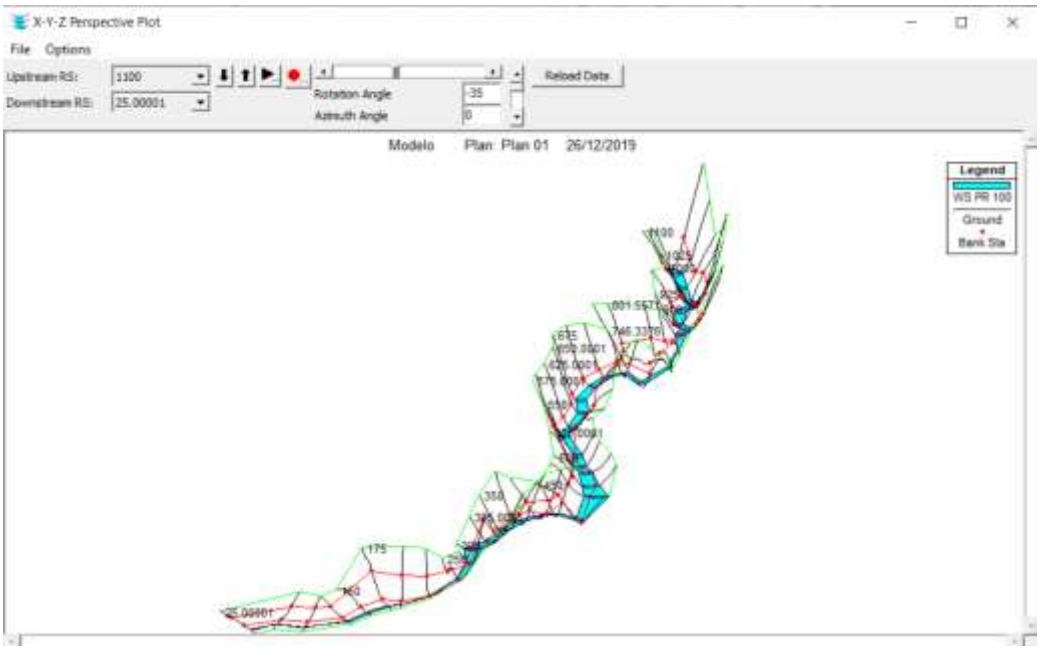


FIGURA 146. VISTA TRIDIMENSIONAL RIO FUCHA IMPLEMENTADA EN HEC-RAS. QUEBRADAS AGUAS CLARAS (LA PICHOSA)



FIGURA 147. VISTA TRIDIMENSIONAL QUEBRADA AGUAS CLARAS IMPLEMENTADA EN HEC-RAS.

A continuación, se presentan algunas secciones típicas del modelo para los drenajes implicados y sus confluencias en la zona de estudio.

RIO FUCHA

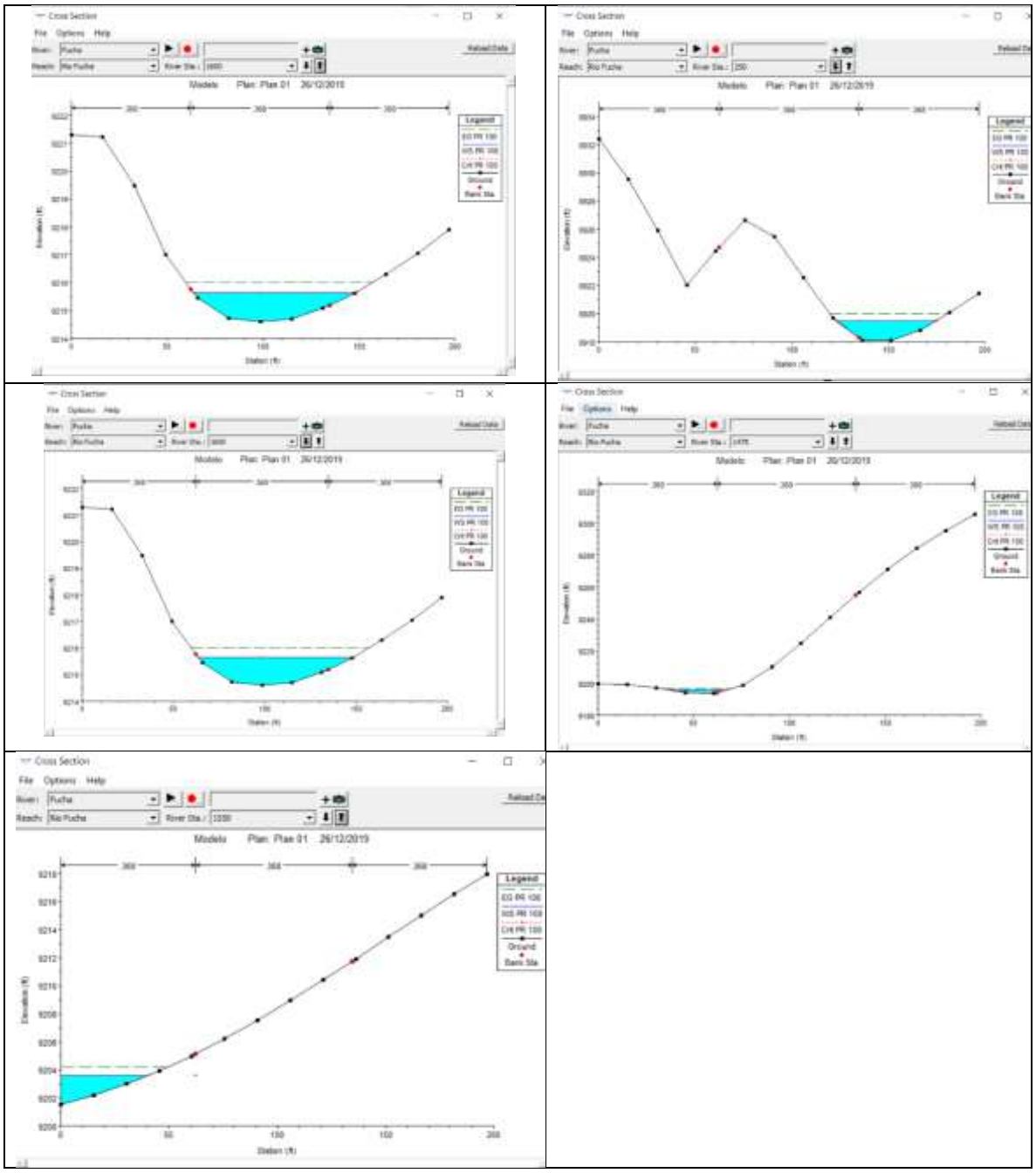


FIGURA 148. SECCIONES TÍPICAS RIO FUCHA.

QUEBRADA AGUAS CLARAS (LA PICHOSA)

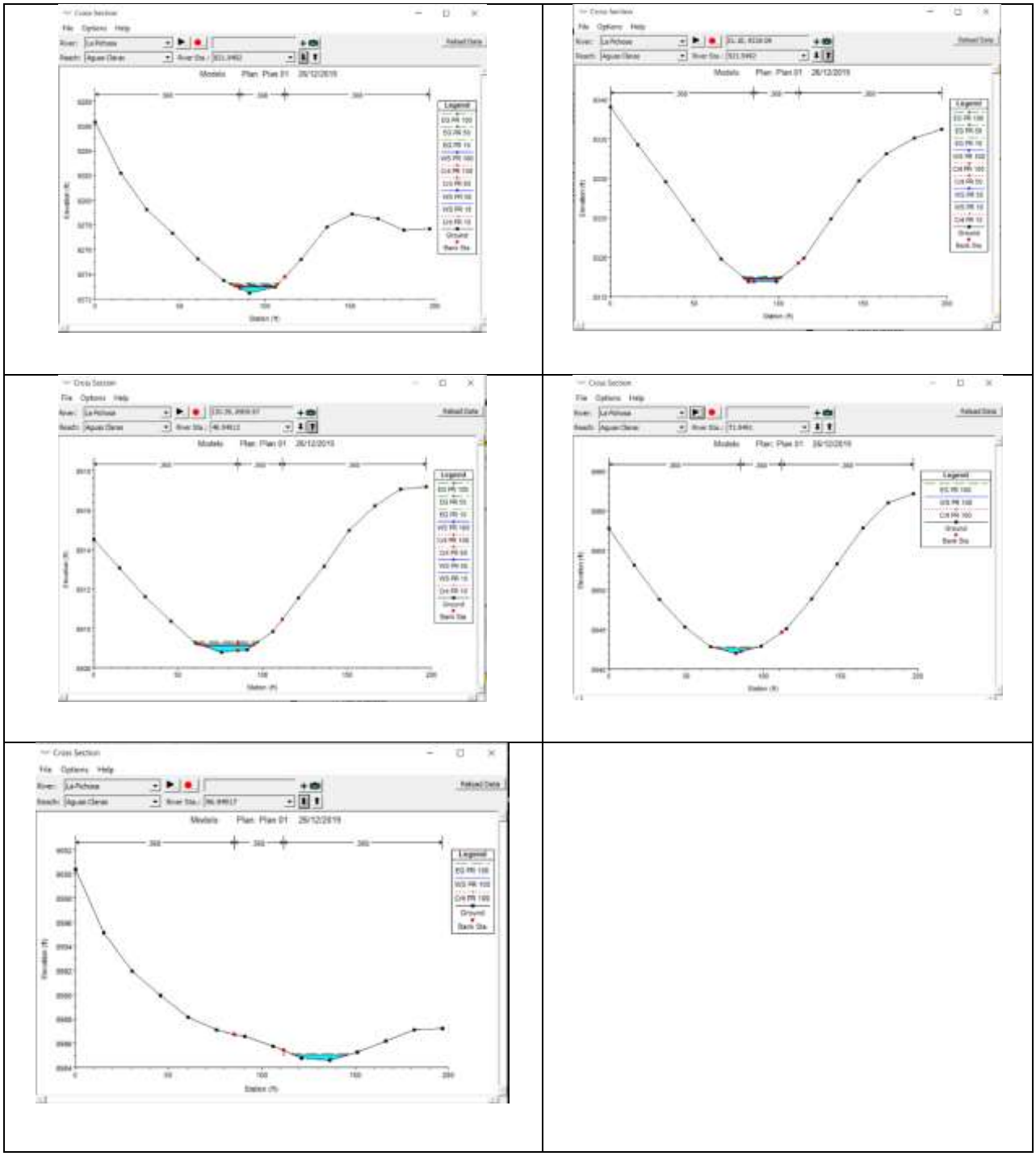


FIGURA 149. SECCIONES TÍPICAS QUEBRADA AGUAS CLARAS (LA PICHOSA).

Con respecto a los resultados del modelo hidráulico del rio Fucha y la quebrada la pichosa, cuyos caudales para escenarios máximos correspondientes a 277 l/s y 25 L/s respectivamente para un periodo de retorno de 100 años, se aprecia que al transitarlos por sus respectivos cauces, no presenta rebose ni condiciones de riesgo para la población, lo cual indica que el Barrio La Gran Colombia tiene bajo nivel de amenaza por inundación, ahora bien, debido a las condiciones de altas pendientes, se pueden presentar escenarios de avenidas torrenciales y crecidas súbitas, sin embargo esto está contemplado en las áreas de riesgo alto pues la zampa elaborada por la empresa de acueducto delimita la zona de alto riesgo por deslizamiento, inundación o avenida torrencial, cabe indicar que esta consultoría no pretende realizar obras en esta zona.

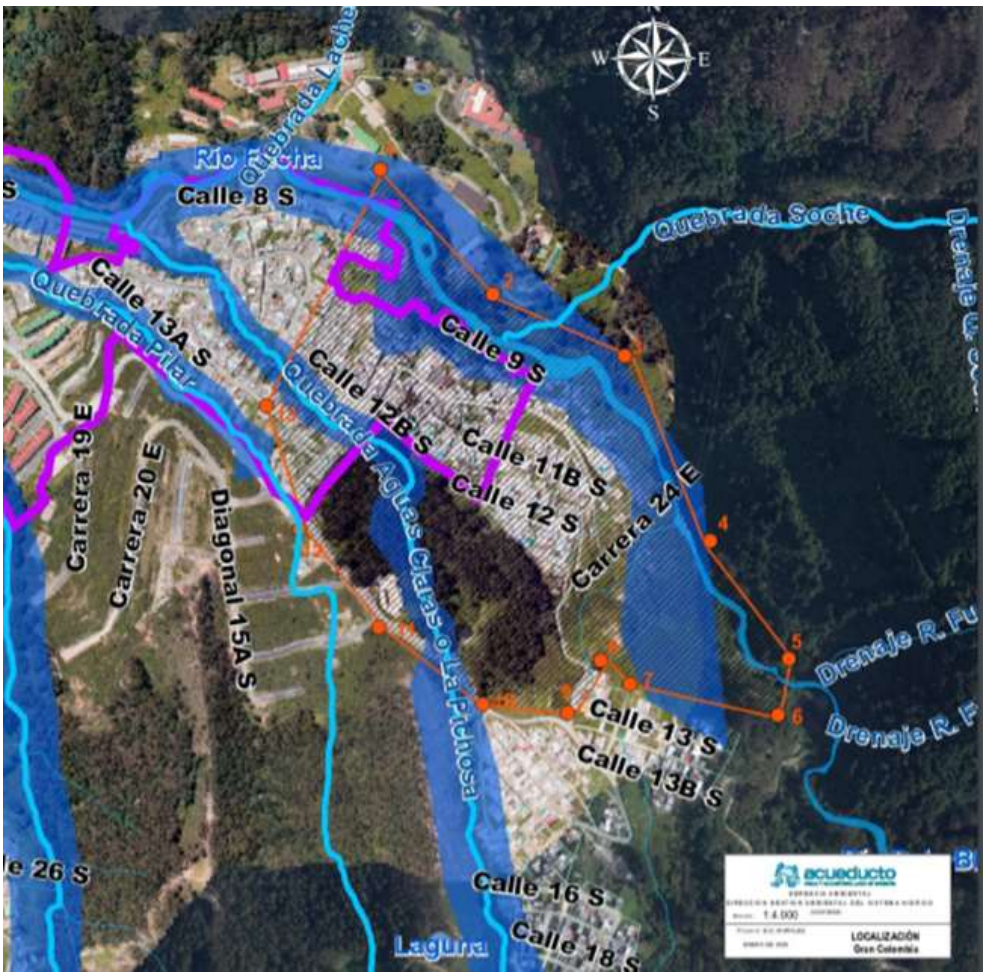


FIGURA 150. ZAMPA DEFINIDA POR EAAB.

9.13. REDES HÚMEDAS Y MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE REDES.

9.13.1. Inventario de redes y evaluación estructural de los pozos

Una vez se hace el catastro de redes de los pozos, se procede a realizar la evaluación estructural y de funcionamiento de cada una de las cajas drenantes. El criterio de evaluación analiza 8 partes de los pozos y se les da un valor igual a cada item dentro de la matriz de evaluación.

Los ítems evaluados son: Tapa, cañuela, Funcionamiento, piso, Cono de reducción, Cilindro, Cámara de caída. A cada uno de estos ítems se les indica un valor de 1 al 5, en donde 1 corresponde a un estado deficiente y 5 corresponde a un estado excelente. En la siguiente tabla se indica el valor dado a cada estructura como el promedio de los valores de cada pozo., finalmente se grafica el promedio del resultado de los pozos.

TABLA 58. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LAS CAJAS DRENANTES.

(I D)	Norte	Este	Elevación	Tapa	cañuela	Fu	piso	Cono	cilindro	cámara de	promedio
PZ 1	96827,29	100870,134	2760,148	5	5	5	5	5	5		5
PZ10	96856,568	101022,281	2745,611	5	5	5	5		5	5	5
PZ11	96891,425	100993,063	2741,614	5	5	5	5		5	5	5
PZ12	96879,499	100988,636	2746,527	3	1	1	1	1	1	1	1
PZ13	96876,494	100988,647	2746,572	4	1	1	2	3	3		2
PZ14	96861,162	100980,784	2748,57	5	5	5	5		5		5
PZ15	96842,005	100971,65	2752,011	5	5	5	5	5	5	5	5
PZ16	96837,448	100968,378	2752,723	5	5	5	5		5	5	5
PZ17	96834,929	100966,581	2753,054	5	5	5	5	5	5	5	5
PZ18	96836,39	100964,376	2753,011	5	5	5	5		5	5	5
PZ19	96876,94	100917,739	2752,996	5	5	5	5		5	5	5
PZ2	96850,319	100889,156	2756,755	5	5	5	5		5		5
PZ20	96892,662	100935,585	2748,266	3	1	2	1	1	5		2
PZ23	96792,101	100909,277	2765,79	1	2	3	2	4	3		3
PZ24	96794,414	100931,868	2763,241	5	5	5	5	5	5		5
PZ25	96816,76	100957,757	2760,85	5	5	5	5	3	5		5
PZ26	96797,389	100948,942	2762,347	5	5	5	5	4	4		5
PZ3	96853,257	100890,265	2756,651	5	5	5	5	5	5		5
PZ30	96765,161	100935,549	2766,573	5	5	5	5		5	5	5
PZ31	96755,695	100938,127	2769,217	5	5	5	5		5	5	5
PZ32	96741,469	100951,158	2774,338	5	5	5	5		5	5	5
PZ34	96751,677	100963,344	2774,083	5	5	5	5		5	5	5

PZ35	96776,904	100974,14	2770,211								1
PZ36	96777,748	100976,284	2770,139	5	5	5	5		5	5	5
PZ37	96793,152	100980,128	2767,553	5	5	5	5		5	5	5
PZ38	96803,944	100987,254	2765,708	5	5	5	5		5	5	5
PZ39	96806,31	100987,281	2764,042	5	5	5	5		5	5	5
PZ4	96846,018	100910,346	2756,335	5	5	5	5		5		5
PZ40	96722,085	100949,091	2779,692	5	5	3	3		5		4
PZ41	96704,813	100940,24	2782,753	5	5	5	5		5		5
PZ42	96797,993	100845,619	2769,935	5	5	5	2	5	5		5
PZ44	96832,275	101012,073	2753,445	5	5	5	5		5		5
PZ45	96833,226	101004,889	2753,092	5	5	5	5		5		5
PZ46	96835,689	101002,683	2752,997	5	2	5	5		5		4
PZ47	96837,939	100996,619	2752,797	5	5	5	5		5		5
PZ48	96828,588	100999,98	2754,814	5	5	5	5		5		5
PZ49	96827,85	100997,976	2755,709	5	5	2	5		5		4
PZ5	96860,634	100897,433	2756,756	5	5	5	5		5		5
PZ50	96817,809	100994,754	2760,198	5	5	5	5		5		5
PZ51	96890,067	100829,049	2758,311								1
PZ52	96890,036	100832,871	2758,138								1
PZ53	96895,764	100823,484	2757,618	5	2	2	2	2	1		2
PZ54	96837,906	100802,082	2767,208	5	5	5	5		5		5
PZ55	96834,496	100802,306	2767,559								1
PZ6	96867,854	100870,809	2755,922	5	5	5	5	5	5	5	5
PZ7	96870,271	100864,216	2755,971	5	5	5	5		5	5	5
PZ8	96890,544	100840,119	2757,51	5	5	5	5		5	5	5
PZ9	96872,322	101028,311	2741,033	5	5	5	5		5	5	5

Tomando en cuenta la tabla anterior, se puede indicar que la mayoría de los pozos están en excelente estado, 6% en buen estado, el 2% en estado regular, el 6% en mal estado y el 10% en estado deficiente.

TABLA 59.RESUMEN ESTADO ESTRUCTURAL

Calificación	**Total**	porcentaje
1	5	10%
2	3	6%
3	1	2%
4	3	6%
5	36	75%
Total	48	100%

En la siguiente gráfica se muestra el resultado.



FIGURA 151. EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE CÁMARAS.

Tomando en cuenta lo anterior, no es necesario realizar intervenciones en el sistema de drenaje de aguas residuales actual, toda vez que con las condiciones actuales el alcantarillado escurre de manera eficiente según lo visto en las visitas técnicas.

A futuro es necesario que la empresa de acueducto haga el mantenimiento correctivo a los pozos que fueron evaluados con puntaje deficiente.

9.13.2. Red de acueducto

En el barrio de Gran Colombia se presenta la siguiente topología, actualmente la zona cuenta con disponibilidad de acueducto, válvulas, hidrantes, y válvula de control, en la siguiente imagen se puede apreciar la red.

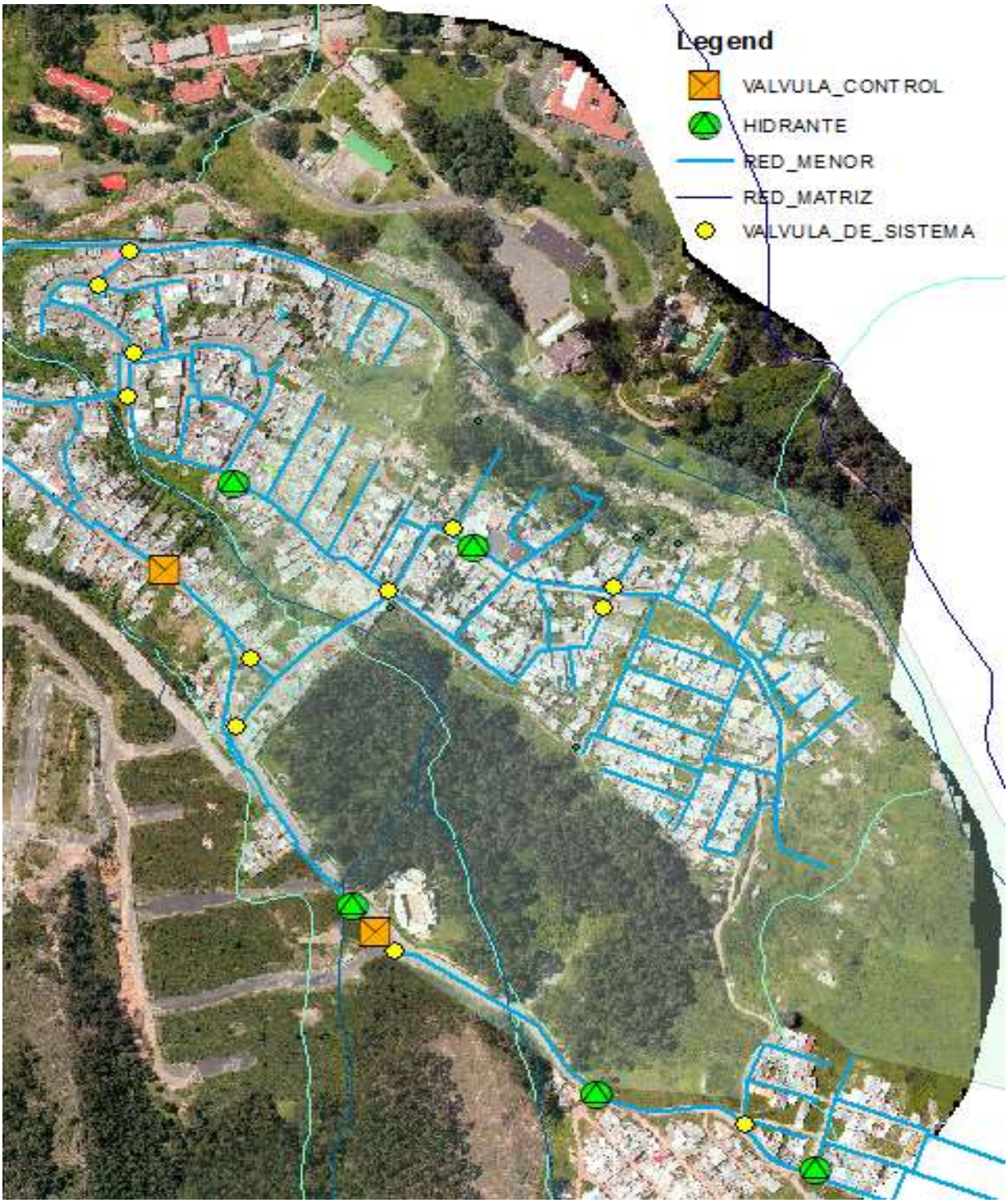


FIGURA 152. TOPOLOGÍA RED DE ACUEDUCTO.

El barrio La Gran Colombia hace parte del sector 25 del servicio de la zona 4, se realiza la modelación hidráulica de las redes de acueducto, demostrando que el servicio cuenta con la suficiente presión para poder realizar cualquier tipo de desviación en la zona, sin que se presenten fallas de servicio, en la siguiente imagen se puede apreciar la modelación de las redes de acueducto de la zona.

Para la creación del modelo hidráulico se requiere determinar la población a atender, la cual es basada en los suscriptores de la empresa de acueducto, y basado en el consumo de cada usuario, es posible determinar los caudales, a continuación, se muestran los suscriptores de la zona.



FIGURA 153. SUSCRIPTORES EAB SECTOR 25.

Una vez se tienen todos los suscriptores, se determina el caudal que hay en cada nodo lo cual se denomina demanda, y se transita por cada tubería. El total del caudal que pasa por la red es de 7.5 l/s. para la hora de mayor demanda.



FIGURA 154. CAUDAL PICO SECTOR 25.

Con respecto a la característica de las tuberías de la red, la zona cuenta con tuberías de diámetros de 3,4 y 6 pulgadas, de material entre pvc, polietileno de alta densidad y asbesto cemento. A continuación, se indica la distribución de material y diámetro.

Hidráulicamente se evalúa con Hazen Williams, haciendo balances de masa y utilizando las ecuaciones de energía de Bernoulli



FIGURA 155. CARACTERÍSTICA DE LAS TUBERÍAS MATERIAL.



FIGURA 156. CARACTERÍSTICA DE LAS TUBERÍAS POR DIÁMETRO.

Considerando que el caudal es bajo es decir 17 l/s, se considera que la distribución de diámetros y material es correcta para la zona. A continuación, se muestra el resultado de la modelación hidráulica

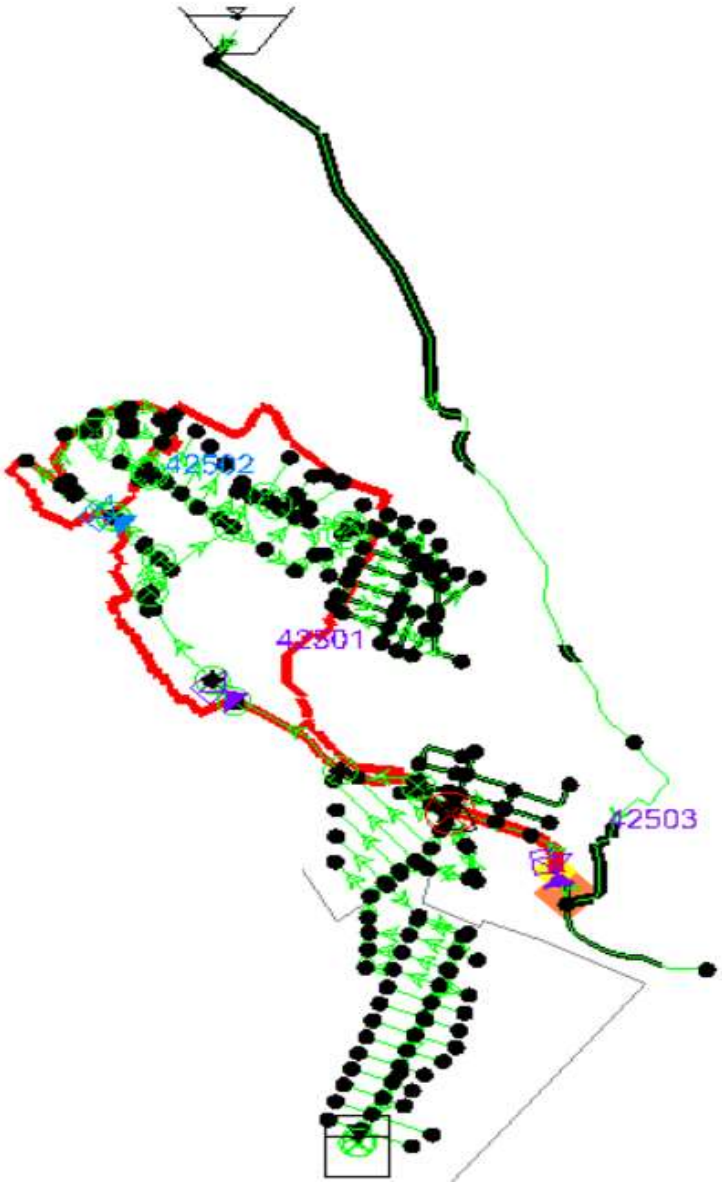


FIGURA 157. MODELO HIDRÁULICO SECTOR 25.

Como se aprecia en la figura anterior, la zona cuenta con una disponibilidad del servicio de acueducto, esto significa que, al realizar cualquier intervención por las obras planeadas, no se requiere de hacer obras de grandes magnitudes pues el barrio en general cuenta con presiones suficientes mayores a los 25 MCA.

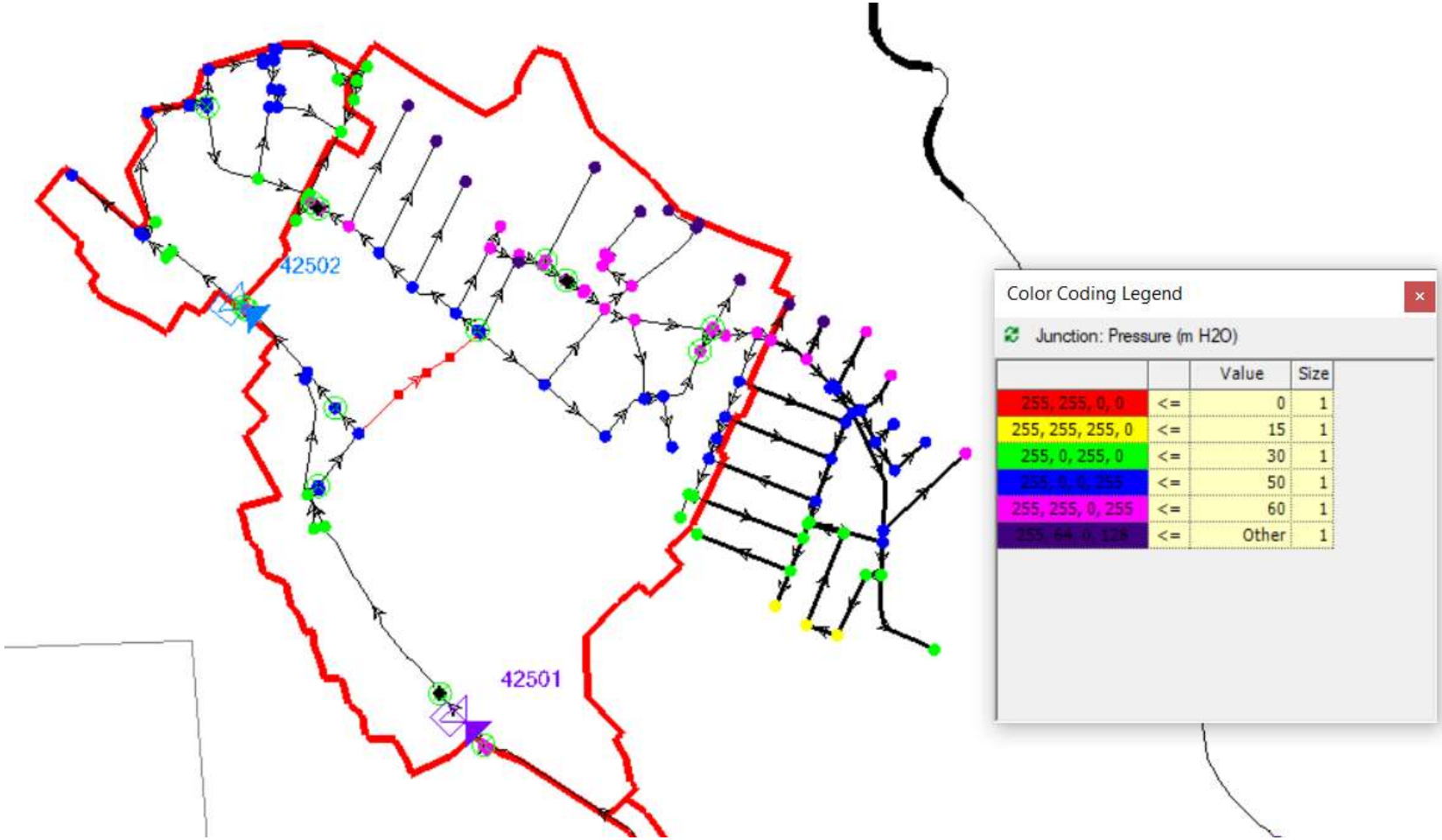


FIGURA 158. RESULTADO MODELACIÓN ACUEDUCTO.

De acuerdo con lo anterior, ningún nodo está en color rojo es decir con presiones menores a 15 metros de columna de agua, lo cual indica que es posible realizar obras sin que se presenten problemas de baja presión, por el contrario, esta zona oferta altas presiones toda vez es la primera zona de servicio del tanque de abastecimiento de la cadena sur oriental.

9.13.3. Alcantarillado Sanitario

En el barrio de Gran Colombia se presenta la siguiente topología, actualmente la zona cuenta con disponibilidad de acueducto, válvulas, hidrantes, y válvula de control, en la siguiente imagen se puede apreciar la red.

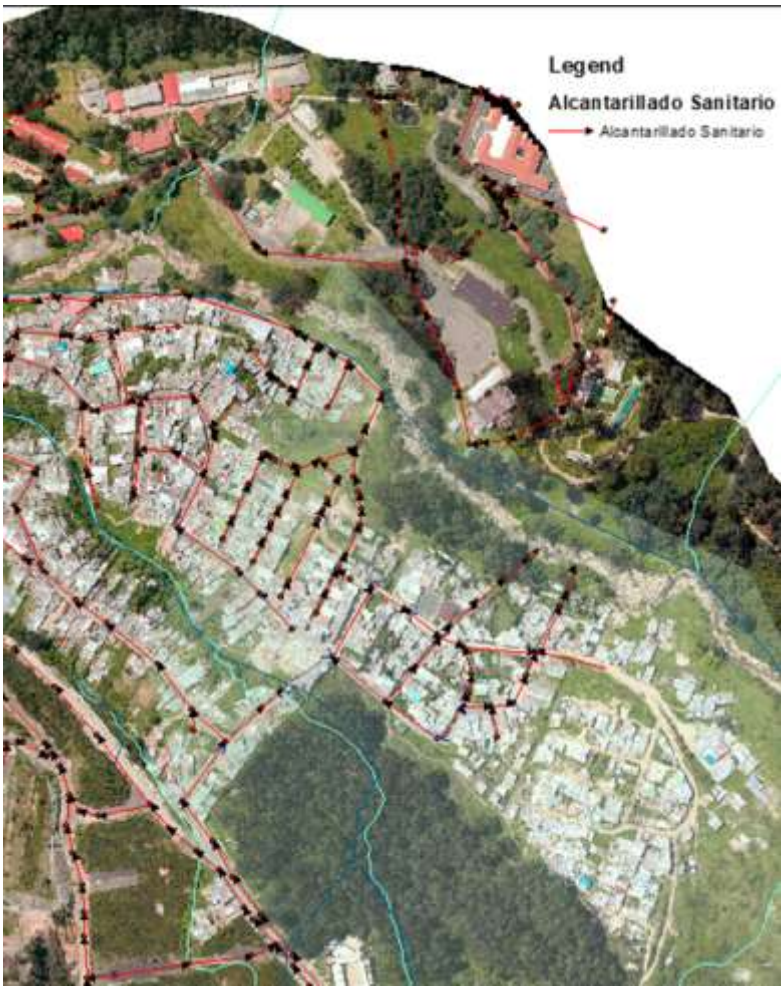


FIGURA 159. TOPOLOGÍA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

En el barrio La gran Colombia, se presenta un alcantarillado combinado, con conexiones pluviales a la línea sanitaria principal y con conexiones sanitarias a las descargas pluviales, por lo tanto, el modelo hidráulico se plantea como un alcantarillado sanitario.

En la siguiente figura se presentan las áreas de drenaje sanitarias como pluviales las cuales son utilizadas para la estimación de los cálculos de caudales.



FIGURA 160. ÁREAS DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL.

Una vez se determinan las áreas de drenaje, es posible estimar los caudales sanitarios y pluviales.

Para la estimación de los caudales se utiliza la norma de la empresa de acueducto Ns 085, en la siguiente tabla se presenta el resultado de los caudales de acuerdo su área de drenaje.

De acuerdo con la resolución 330 de 2017, la dotación neta se calcula según al nivel del mar presentado que para Bogotá es de 120 l/hab-dia, adicional a esto se debe tomar un factor de pérdida de 30% para estimar la dotación bruta con un caudal final de 171 l/s. Ahora bien, para Bogotá se debe regir con las normas de la empresa de acueducto es decir la NS-085 "criterios de diseño del sistema de alcantarillado", cuya estimación de caudales se calcula con la siguiente gráfica.

Los caudales se calculas basado en las áreas aferentes estimadas en la gráfica anterior, y luego se determina el caudal basado en la siguiente ecuación basa en la Ns-085.

$$Q= 13.555\ (X)^{-0.1569}$$

Donde:

Q= el caudal

X= el área aferente

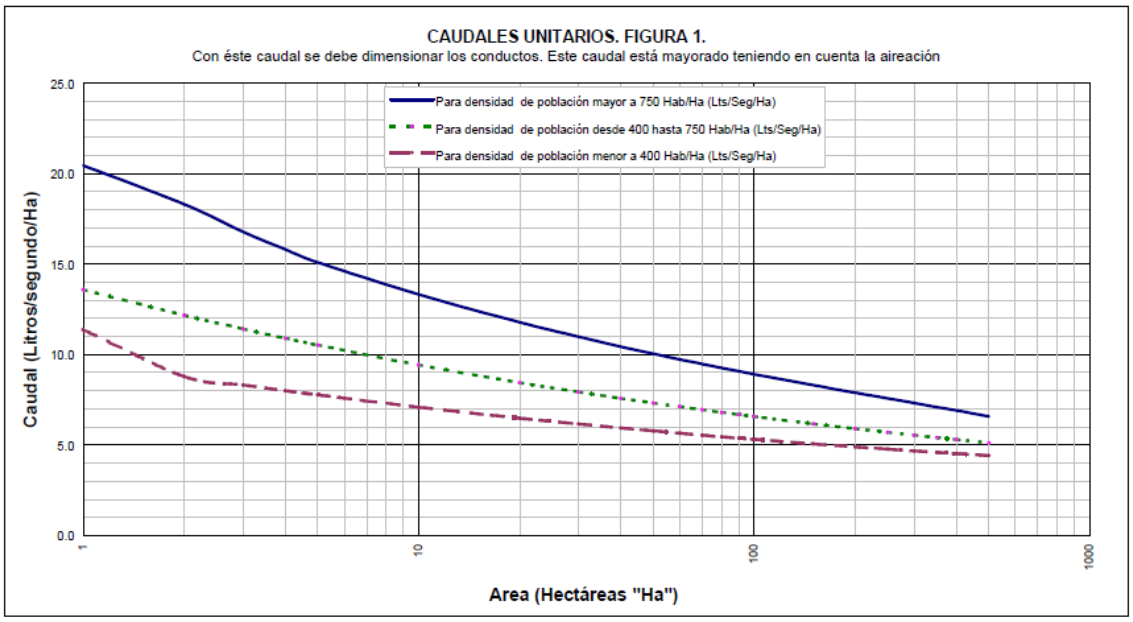


FIGURA 161. CAUDALES UNITARIO PARA CAUDALES SANITARIOS.

Con respecto a la proyección de población se indica que la gráfica anterior la tiene en cuenta toda vez sobre esta contiene un factor de seguridad conservador que brinda holgura al dimensionamiento de la tubería.

Para la estimación de caudal se utiliza la gráfica de media densidad tomando como base los siguientes criterios.

- La tubería es combinada, por lo tanto, se evalúa un caudal alto.
- Se evalúa bajo condiciones críticas toda vez que sí cumple para este escenario cumple para los demás.

TABLA 60. ESTIMACIÓN DE CAUDALES

Tramo	Nodos inicial	Nodo Final	Area propia (Ha)	Area otros (Ha)	Area total (Ha)	Población (hab)	Q domestico (l/s)	Q comercial (l/s)	Q institucional ó especial (l/s)	Qmedio (l/s)	Factor de mayoración	Diametro (mm)	Caudal máximo horario (l/s)	Caudal conecciones erradas(l/s)	Caudal Infiltración (l/s)	Caudal de diseño (l/s)	Caudal unitario (l/s/Ha)	Caudal propio (l/s)	Caudal acumulad de diseño (l/s)
T-45	PZ45	PZ47	2.3	0	2.3	1725	2.04	0.92	0.92	3.88	1.66	200	6.44	0.23	0.46	7.13	11.89	27.36	27.36
T-1	PZ41	PZ40	0.044	0	0.044	33	0.04	0.02	0.02	0.07	2.47	200	0.18	0.00	0.01	0.20	22.13	0.97	0.97
T-2	PZ40	PZ34	0.044	0.044	0.088	66	0.08	0.04	0.04	0.15	2.30	200	0.34	0.01	0.02	0.37	19.85	0.87	1.75
T-3	PZ34	PZ36	0.044	0.088	0.132	99	0.12	0.05	0.05	0.22	2.21	200	0.49	0.01	0.03	0.53	18.62	0.82	2.46
T-4	PZ36	PZ38	0.044	0.132	0.176	132	0.16	0.07	0.07	0.30	2.15	200	0.64	0.02	0.04	0.69	17.80	0.78	3.13
T-5	PZ38	PZ50	0.044	0.176	0.22	165	0.19	0.09	0.09	0.37	2.10	200	0.78	0.02	0.04	0.84	17.19	0.76	3.78
T-6	PZ50	PZ48	0.044	0.22	0.264	198	0.23	0.11	0.11	0.44	2.06	200	0.92	0.03	0.05	1.00	16.71	0.74	4.41
T-7	PZ48	PZ47	0.044	0.264	0.308	231	0.27	0.12	0.12	0.52	2.03	200	1.05	0.03	0.06	1.15	16.31	0.72	5.02
T-8	PZ47	PZ16	0.07	0.308	0.378	283.5	0.33	0.15	0.15	0.64	1.99	200	1.27	0.04	0.08	1.38	15.79	1.11	5.97
T-9	PZ16	PZ4	0.07	0.378	0.448	336	0.40	0.18	0.18	0.76	1.96	200	1.48	0.04	0.09	1.61	15.37	1.08	6.89
T-16	PZ56	PZ23	0.06	0	0.06	45	0.05	0.02	0.02	0.10	2.39	200	0.24	0.01	0.01	0.26	21.08	1.26	1.26
T-24	PZ23	PZ61	0.06	0.06	0.12	90	0.11	0.05	0.05	0.20	2.23	200	0.45	0.01	0.02	0.49	18.90	1.13	2.27
T-25	PZ61	PZ62	0.06	0.12	0.18	135	0.16	0.07	0.07	0.30	2.14	200	0.65	0.02	0.04	0.70	17.74	1.06	3.19
T-26	PZ62	PZ4	0.06	0.18	0.24	180	0.21	0.10	0.10	0.40	2.08	200	0.84	0.02	0.05	0.91	16.96	1.02	4.07
T-10	PZ4	PZ2	0.07	0.448	0.518	388.5	0.46	0.21	0.21	0.87	1.93	200	1.68	0.05	0.10	1.84	15.03	1.05	7.78
T-27	PZ56	PZ42	0.14	0	0.14	105	0.12	0.06	0.06	0.24	2.20	200	0.52	0.01	0.03	0.56	18.45	2.58	2.58
T-28	PZ42	PZ1	0.14	0.14	0.28	210	0.25	0.11	0.11	0.47	2.05	200	0.97	0.03	0.06	1.05	16.55	2.32	4.63
T-29	PZ1	PZ2	0.14	0.28	0.42	315	0.37	0.17	0.17	0.71	1.97	200	1.39	0.04	0.08	1.52	15.53	2.17	6.52
T-11	PZ2	PZ7	0.135	0.938	1.073	804.75	0.95	0.43	0.43	1.81	1.79	200	3.24	0.11	0.21	3.56	13.41	1.81	14.38
T-12	PZ7	PZ8	0.135	1.073	1.208	906	1.07	0.48	0.48	2.04	1.77	200	3.61	0.12	0.24	3.97	13.16	1.78	15.90
T-46	PZ42	PZ55	0.135	0	0.135	101.25	0.12	0.05	0.05	0.23	2.21	200	0.50	0.01	0.03	0.54	18.56	2.51	2.51
T-47	PZ55	PZ52	0.135	0.135	0.27	202.5	0.24	0.11	0.11	0.46	2.06	200	0.94	0.03	0.05	1.02	16.65	2.25	4.49
T-48	PZ52	PZ8	0	0.27	0.27	202.5	0.24	0.11	0.11	0.46	2.06	200	0.94	0.03	0.05	1.02	16.65		4.49
T-13	PZ8	PZ53	0.025	1.478	1.503	1127.3	1.33	0.60	0.60	2.53	1.73	200	4.39	0.15	0.30	4.84	12.72	0.32	19.11
T-14	PZ53	PZ57	0.025	1.503	1.528	1146	1.35	0.61	0.61	2.58	1.73	200	4.46	0.15	0.31	4.91	12.68	0.32	19.38
T-15	PZ57	PZ58	0.025	1.528	1.553	1164.8	1.38	0.62	0.62	2.62	1.73	200	4.52	0.16	0.31	4.99	12.65	0.32	19.65
T-38	PZ35	PZ37	0.11	0	0.11	82.5	0.10	0.04	0.04	0.19	2.25	200	0.42	0.01	0.02	0.45	19.16	2.11	2.11
T-39	PZ37	PZ39	0.11	0.11	0.22	165	0.19	0.09	0.09	0.37	2.10	200	0.78	0.02	0.04	0.84	17.19	1.89	3.78
T-40	PZ39	PZ49	0.11	0.22	0.33	247.5	0.29	0.13	0.13	0.56	2.02	200	1.12	0.03	0.07	1.22	16.13	1.77	5.32
T-41	PZ49	PZ46	0.11	0.33	0.44	330	0.39	0.18	0.18	0.74	1.96	200	1.45	0.04	0.09	1.59	15.42	1.70	6.78
T-42	PZ46	PZ44	0.11	0.44	0.55	412.5	0.49	0.22	0.22	0.93	1.92	200	1.78	0.06	0.11	1.94	14.89	1.64	8.19
T-43	PZ44	PZ10	0.11	0.55	0.66	495	0.58	0.26	0.26	1.11	1.88	200	2.09	0.07	0.13	2.29	14.47	1.59	9.55
T-44	PZ10	PZ9	0.11	0.66	0.77	577.5	0.68	0.31	0.31	1.30	1.85	200	2.40	0.08	0.15	2.64	14.12	1.55	10.87
T-30	PZ32	PZ31	0.06	0	0.06	45	0.05	0.02	0.02	0.10	2.39	200	0.24	0.01	0.01	0.26	21.08	1.26	1.26
T-31	PZ31	PZ30	0.06	0.06	0.12	90	0.11	0.05	0.05	0.20	2.23	200	0.45	0.01	0.02	0.49	18.90	1.13	2.27
T-32	PZ30	PZ24	0.06	0.12	0.18	135	0.16	0.07	0.07	0.30	2.14	200	0.65	0.02	0.04	0.70	17.74	1.06	3.19
T-17	PZ23	PZ24	0.06	0.24	0.3	225	0.27	0.12	0.12	0.51	2.04	200	1.03	0.03	0.06	1.12	16.37	0.98	4.91
T-18	PZ24	PZ26	0.06	0.3	0.36	270	0.32	0.14	0.14	0.61	2.00	200	1.21	0.04	0.07	1.32	15.91	0.95	5.73
T-19	PZ26	PZ25	0.06	0.36	0.42	315	0.37	0.17	0.17	0.71	1.97	200	1.39	0.04	0.08	1.52	15.53	0.93	6.52
T-20	PZ25	PZ18	0.06	0.42	0.48	360	0.43	0.19	0.19	0.81	1.94	200	1.57	0.05	0.10	1.72	15.21	0.91	7.30
T-49	PZ6	PZ3	0.036	0	0.036	27	0.03	0.01	0.01	0.06	2.52	200	0.15	0.00	0.01	0.16	22.84	0.82	0.82
T-33	PZ3	PZ5	0.036	0.036	0.072	54	0.06	0.03	0.03	0.12	2.35	200	0.29	0.01	0.01	0.31	20.48	0.74	1.47
T-34	PZ5	PZ19	0.036	0.072	0.108	81	0.10	0.04	0.04	0.18	2.26	200	0.41	0.01	0.02	0.44	19.22	0.69	2.08
T-35	PZ19	PZ20	0.036	0.108	0.144	108	0.13	0.06	0.06	0.24	2.19	200	0.53	0.01	0.03	0.58	18.37	0.66	2.65
T-36	PZ20	PZ59	0.036	0.144	0.18	135	0.16	0.07	0.07	0.30	2.14	200	0.65	0.02	0.04	0.70	17.74	0.64	3.19
T-37	PZ59	PZ60	0.036	0.18	0.216	162	0.19	0.09	0.09	0.36	2.10	200	0.77	0.02	0.04	0.83	17.24	0.62	3.72

Una vez se estiman los caudales, es posible realizar la modelación hidráulica del sistema existente, cabe indicar que el modelo hidráulico se plantea con un caudal base proveniente de los laureles el cual es contemplado como flujo inicial en la modelación.

Para la modelación hidráulica se utiliza Stormwater Management Model (SWMM) de la EPA, el cual se utiliza en todo el mundo para la planificación, el análisis y el diseño relacionados con la escorrentía de aguas pluviales, las alcantarillas combinadas y sanitarias y otros sistemas de drenaje. Se puede usar para evaluar estrategias de control de aguas pluviales de infraestructura gris, como tuberías y desagües pluviales, y es una herramienta útil para crear soluciones de control de aguas pluviales híbridas. SWMM fue desarrollado para ayudar a apoyar los objetivos de gestión de aguas pluviales locales, estatales y nacionales para reducir la escorrentía a través de la infiltración y la retención, y ayudar a reducir las descargas que causan el deterioro de los cuerpos de agua.

En la siguiente imagen se aprecia el resultado de la modelación hidráulica del escenario actual que como se dijo anteriormente se plantea como uno

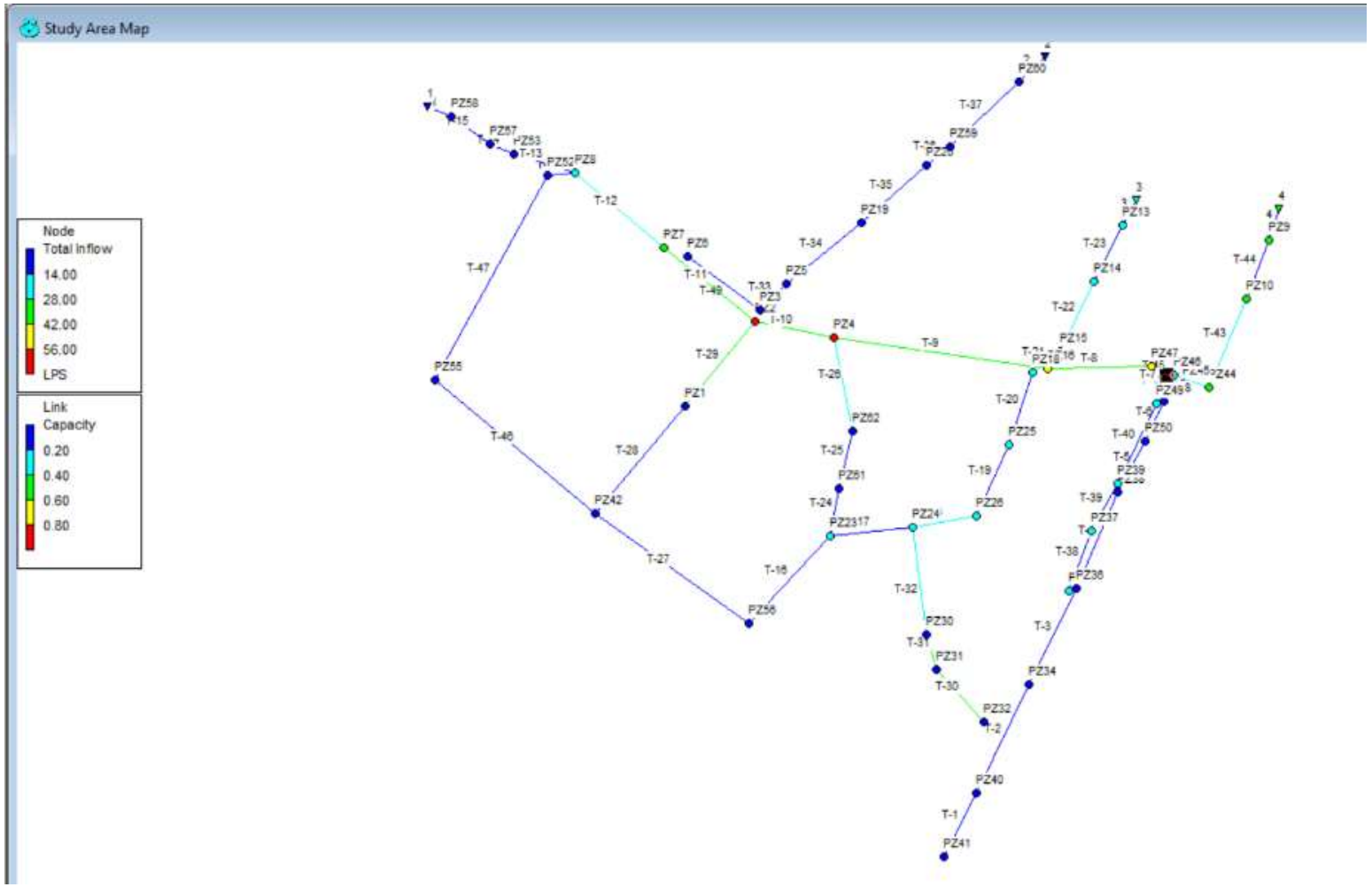


FIGURA 162. RESULTADO DE MODELACIÓN HIDRAÚLICA CAUDAL VS RELACIÓN DE LLENADO ALCANTARILLADO COMBINADO

Con respecto a las características hidráulicas de la red, se indica que de alcantarillado tiene una línea principal de 400 mm de diámetro y una red menor de 250 mm indicadas a continuación, la modelación se realiza con el modelo de Manning, tomando como un flijo base el caudal que viene de los laureles y descargando en la red existente de alcantarillado sanitario.



FIGURA 163. CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO.

En la siguiente imagen se aprecia la modelación hidráulica de la zona, en la paleta de colores puede observar las pendientes del proyecto, las cuales son óptimas y hace que tengan buenas condiciones hidráulicas, por capacidad y fuerza tractiva.

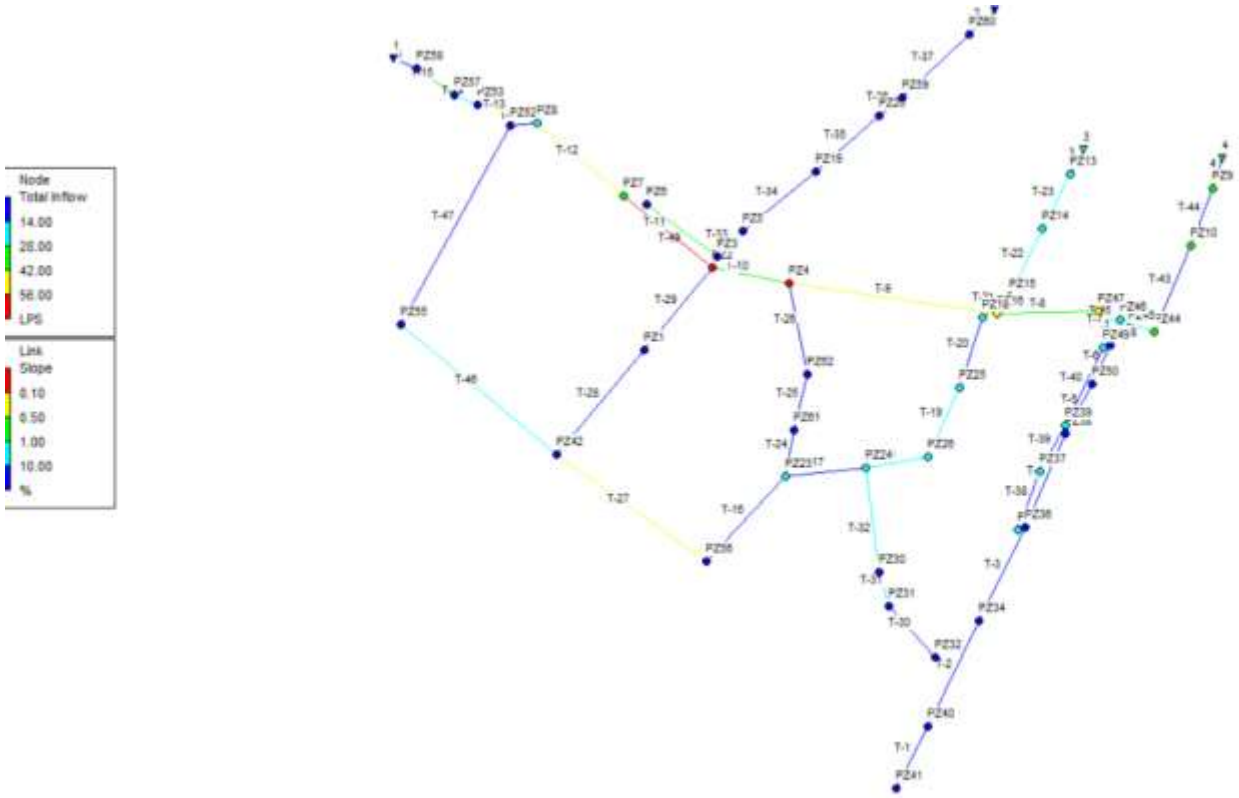


FIGURA 164. PENDIENTES DEL MODELO HIDRÁULICO

Una vez corre el modelo hidráulico es posible apreciar la capacidad de las tuberías, así mismo la relación de llenado, a continuación, se muestran los perfiles transitando el caudal máximo.

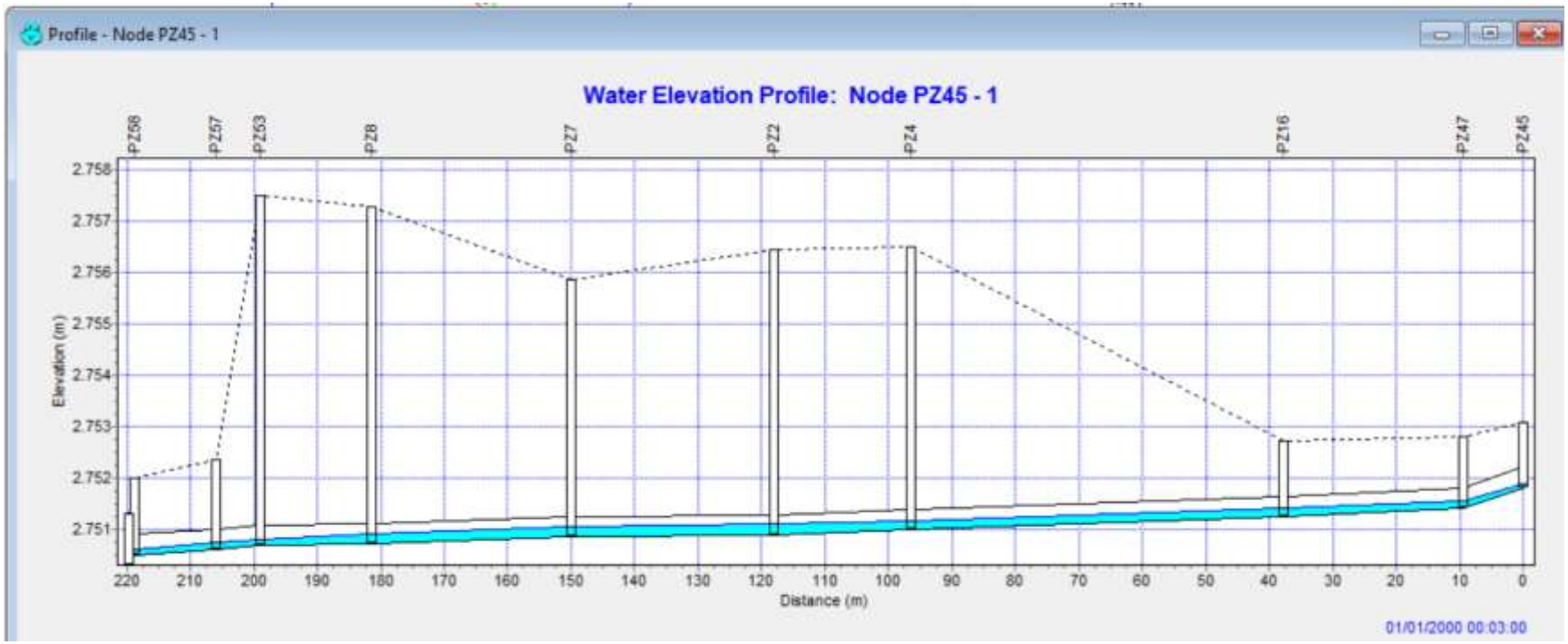


FIGURA 165. PERFIL PZ45 – PZ58

El perfil anterior es el más crítico toda vez transita el máximo caudal pues presenta el caudal de los laureles y el caudal propio del barrio La gran Colombia, aun así, se aprecia que los colectores tienen la suficiente capacidad hidráulica pues no supera el 85% de la relación de llenado.

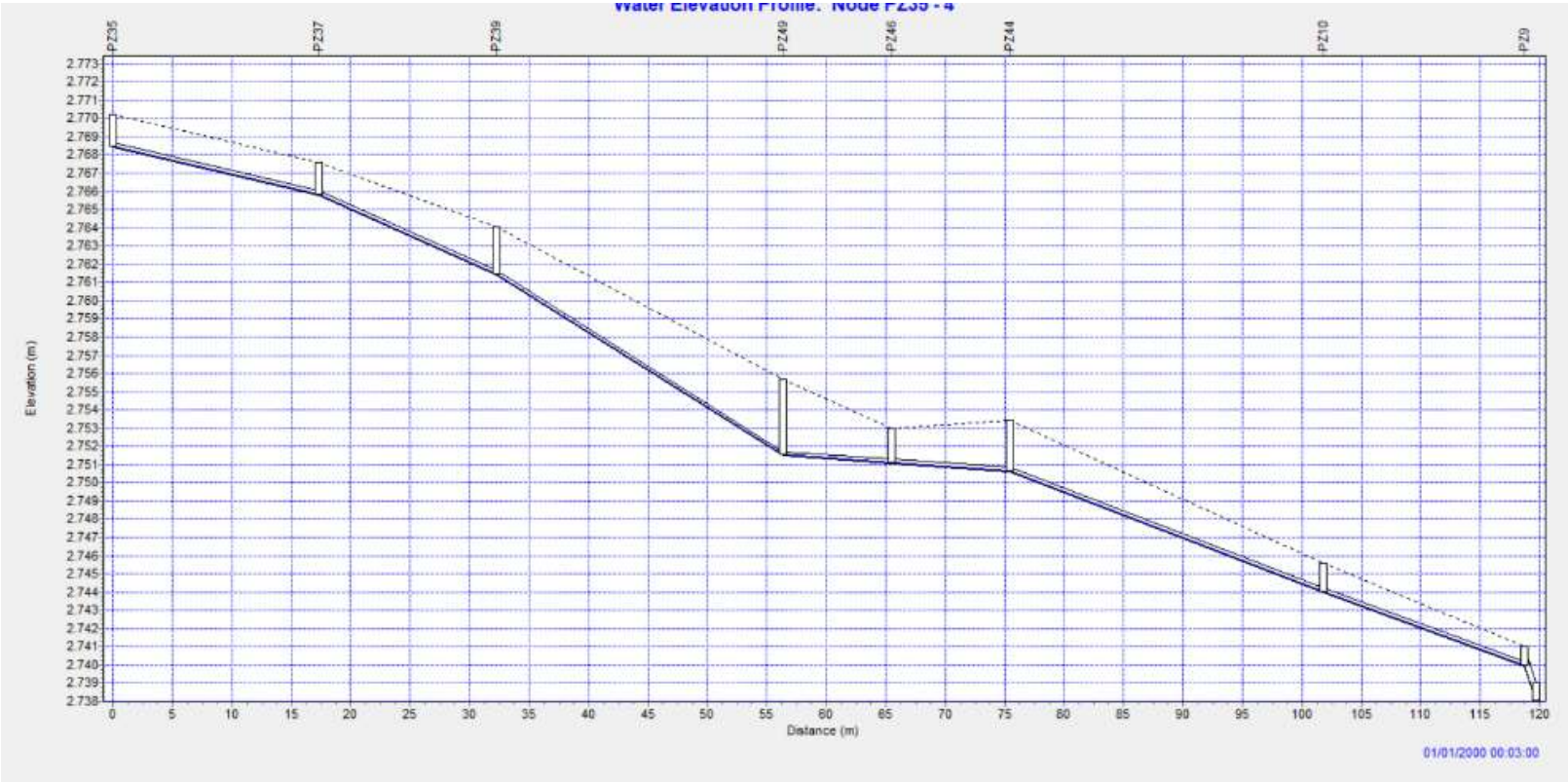


FIGURA 166. PERFIL PZ-35 PZ-29

Dada las altas pendientes de la zona, los colectores presentan suficiente capacidad hidráulica y buena capacidad de arrastre, que permite un buen funcionamiento del sistema de drenaje.

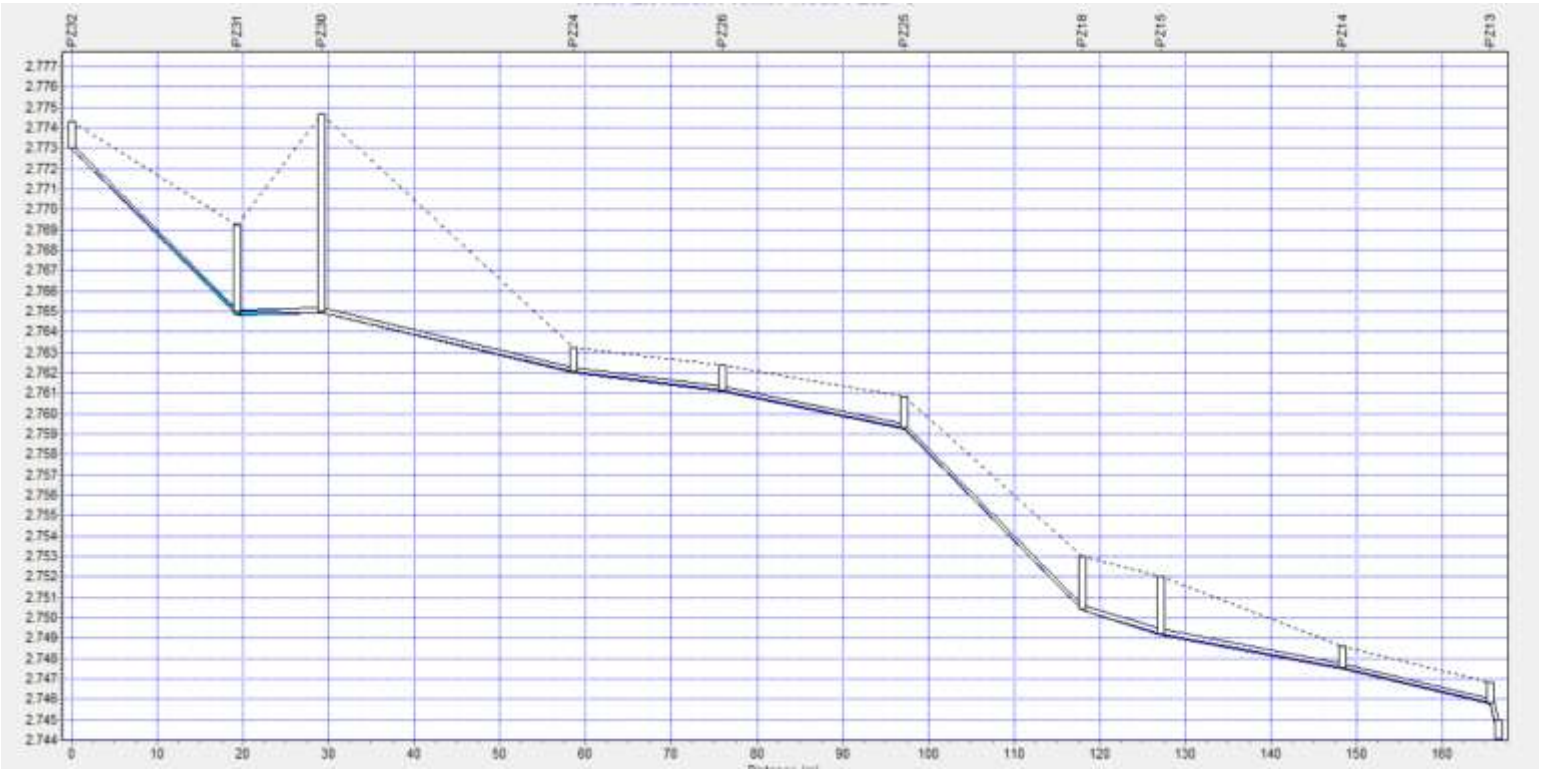


FIGURA 167. PERFIL PZ-32 Y PZ 13

Este perfil presenta problemas por cambio de pendientes en el pozo 31, toda vez se presenta un cambio de régimen de supercrítico a subcritico, generando problemas de capacidad hidráulica, sin embargo, el resto del perfil puede transitar el caudal máximo.



FIGURA 168. PERFIL PZ-6 A PZ-60

Como se puede apreciar en la anterior imagen, el perfil del pozo 6 al pz 60 presenta una buena capacidad hidráulica y la lámina de agua se alcanza a ver superficialmente, sin que se presenten inconvenientes por capacidad hidráulica.

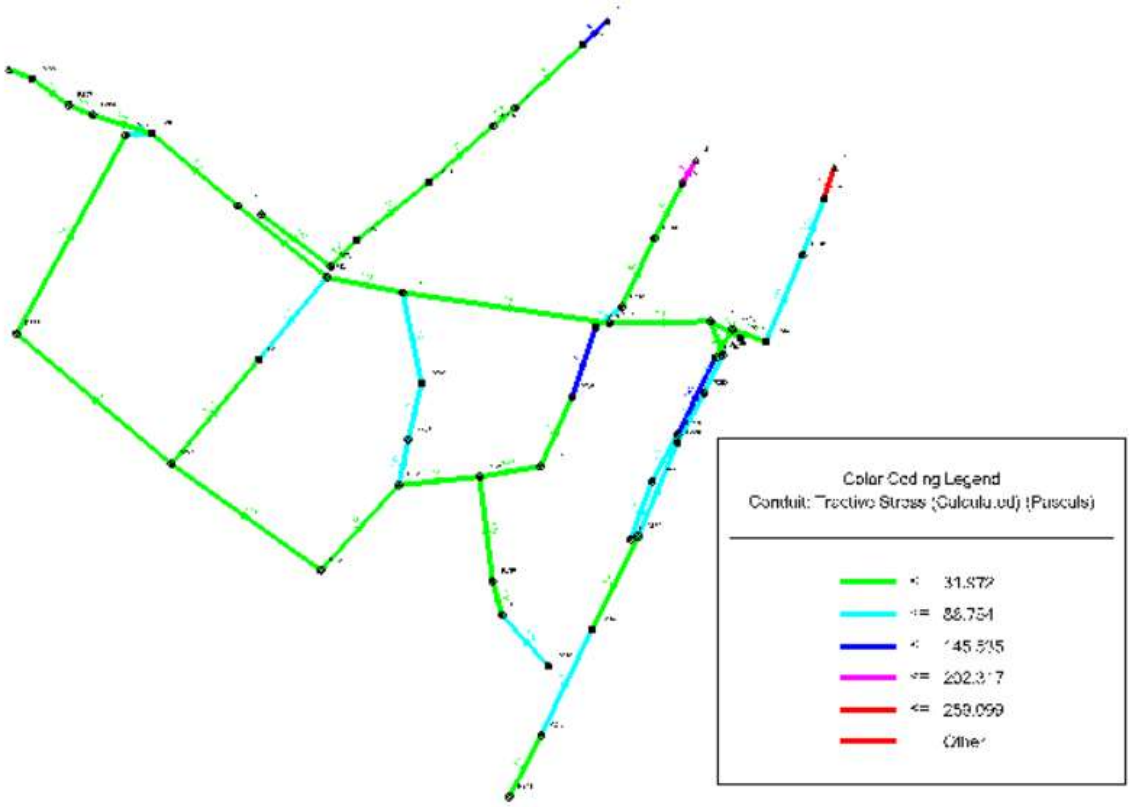


FIGURA 169. ESFUERZO TRACTIVO

En la anterior imagen se puede apreciar que el esfuerzo tractivo del proyecto, es superior a 2 pascales toda vez se tienen altas pendientes que permiten tener una amplia capacidad de arrastre.

En conclusión, se aprecia que el sistema de alcantarillado está funcionando como combinado, sin embargo, se considera que no presenta de problemas de capacidad hidráulica, toda vez en esta zona se presentan pendientes muy altas que favorece un buen drenaje. Según la evaluación estructural, las redes en su mayoría están en buen estado y no general ninguna afectación sobre la red.

10. COBERTURA Y USO DEL SUELO

La cobertura de la tierra, es la expresión de las actividades humanas; y como tal, cambia con las alteraciones en estas. Por ende, es un elemento geográfico que puede formar una base de referencia para diversas aplicaciones que van desde el monitoreo forestal, pasando por la generación de estadísticas, planificación, inversión, biodiversidad, cambios climáticos, hasta el control de la desertificación. Además, los cambios en la cobertura y uso del suelo pueden afectar sistemas globales, tales como la atmósfera, clima y nivel del mar; u ocurrir en sitios localizados pero suficientes para tener un efecto significativo (deslizamientos, inundaciones, incendios, entre otros).

La cobertura de la tierra, comprende todos los elementos que se encuentran sobre la superficie del suelo ya sean naturales o creados por el ser humano; es decir, tanto la vegetación natural denominada cobertura vegetal, hasta todo tipo de construcción o edificación destinada para el desarrollo de las actividades del hombre para satisfacer sus necesidades; a lo cual, en forma genérica, se denomina uso de la tierra.

Con base en lo mencionado, el presente informe, describe el procedimiento, evaluación y análisis de la información relacionada con el componente de cobertura y uso del suelo, como parte de la consultoría para realizar el "ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL".

10.1. PROCEDIMIENTO

A continuación, se presenta el procedimiento para llevar a cabo tanto la caracterización como la cartografía de las unidades de cobertura y uso del suelo:

10.1.1. Interpretación de los Productos Obtenidos del Sensor Remoto.

Para llevar a cabo la interpretación tanto de las fotografías aéreas como de las ortofotos, se tuvo en cuenta las fases y sub-fases que se mencionan en la **Tabla 61**.

TABLA 61: PROCEDIMIENTO INTERPRETACIÓN COBERTURA Y USO DEL SUELO.
FUENTE: CONSORCIO TYT (2019)

FASE	DESCRIPCIÓN	SUB-FASE
1. Lectura de la imagen	Proceso mediante el cual se identifica como conocido un objeto, elemento o forma directamente visible, por medio de un conocimiento local o específico y a los cuales se les asigna un nombre específico. Se trata del reconocimiento y ubicación del fenómeno o características relacionadas en general con el hombre como son: construcciones, cultivos, bosques, etc. A través de su forma, tamaño y otras propiedades visibles el intérprete reconoce un objeto que le es familiar (Melo y Camacho, 2005).	1.1 Detección
		1.2 Reconocimiento e identificación
2. Análisis de la imagen	Indica el proceso integral de la interpretación de imágenes de sensores remotos; donde, en primera instancia se lleva a cabo el proceso de delinear grupos de objetos o elementos que tienen una individualidad determinada en el proceso de lectura de la imagen; y seguidamente, se lleva a cabo la deducción basado en evidencias que deriva de objetos particularmente visibles o de elementos que sólo suministran una información parcial sobre la naturaleza del o los objetos observados.	2.1 Análisis
		2.2 Deducción
3. Clasificación de la imagen	La interpretación puede ser tanto directa como indirecta. La primera, se enfoca a los objetos son visibles y fáciles de identificar; mientras que la segunda correlaciona los elementos que no son visibles directamente. Por lo tanto, la clasificación incluye la descripción individual de las superficies delineadas por el análisis, su arreglo en un sistema adecuado para ser usado en el campo de la investigación y por último la codificación necesaria para expresar el sistema (Melo y Camacho, 2005).	3.1 Clasificación
		3.2 Cartografía temática
		3.3 Idealización

Ligado a lo mencionado anteriormente, al proceso de interpretación se le añadió, el nivel de referencia (cantidad y calidad de conocimientos del interprete) y las características pictórico-morfológicas que determinaron la interpretación de los objetos.

Esta última característica, hace alusión a la forma, tamaño, sombra, tono y color, patrón, textura, posición geográfica y asociación de cada uno de los objetos interpretados.

La interpretación, tanto del área de influencia directa como indirecta, se realizó de manera digital (visual en pantalla); la cual difiere de los métodos clásicos de interpretación; por ejemplo: clasificación supervisada, clasificación no supervisada, entre otros; las cuales son de tipo raster y no se garantiza la efectividad de la aplicación, dado que está propuesto para clasificaciones de tipo vectorial.

De acuerdo con IGAC (2017), para llevar a cabo el análisis e interpretación visual de las imágenes que se utilizaron en el área de estudio se tuvo en cuenta el método sistemático (técnica-arte del análisis visual de imágenes para desarrollar la mejor línea científica), se tuvieron en cuenta las siguientes reglas para el procedimiento general:

- El análisis se realizó de forma metódica, en pasos sucesivos.

- La interpretación se llevó a cabo de lo general a lo específico (desde el reconocimiento al estudio de detalle). Las unidades principales se interpretaron antes que los detalles (aunque en algunos casos la interpretación se vio simplificada haciéndolo al revés).

- La interpretación tuvo que proceder desde las características que son conocidas a las desconocidas, aplicando las sucesivas fases descritas en el apartado anterior.

- La imagen interpretada, se analizó sólo por sus propias cualidades; sin embargo, para la clasificación final se tuvo que incluir otro tipo de información que no proporciona las imágenes (reconocimiento de campo y entrevistas con personal del área de estudio).

La interpretación de los elementos que hacen parte del área de estudio se realizó a escala 1:500 para el área de influencia directa y 1:2.000 para el área de influencia indirecta.

10.1.2. Sistema de Clasificación

Las unidades de cobertura y uso del suelo se agruparon de acuerdo con el sistema de clasificación de la cobertura de la tierra Corine Land Cover -CLC- adaptada para Colombia; la cual reduce, en gran medida, la subjetividad en la definición de la leyenda final.

La Tabla 64, presenta tanto el punto de partida como las adaptaciones a la metodología de clasificación que se usó para la determinación del "ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL".

TABLA 62: ADAPTACIONES A LA METODOLOGÍA CLC
FUENTE: CONSORCIO TYT (2019)

VERSIÓN CLC	FUENTE	ESCALA	NIVEL DE DETALLE
IDEAM (2010)	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p.	1:100.000	4
IDEAM, IAVH (2013)	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM- , Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander non Humboldt -IAVH-. 2013. Patrones coberturas de la tierra escala 1:25.000 en los páramos priorizados proyecto Fondo Adaptación (metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia). Convenio interadministrativo 13-014 (FA 005 de 2013) Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - Fondo Adaptación. Subdirección de Servicios Científicos y Proyectos Especiales Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. 19p.	1:25.000	4-5
CAR (2013)	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR-, Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-. 2013. Clasificación de coberturas CAR V5.0. Mapa digital integrado de las coberturas y usos de la tierra. Jurisdicción CAR Cundinamarca. Escala 1:10.000. Bogotá, D. C., 10p	1:10.000	6
CAR (2013) ADAPTADA Y AMPLIADA	Consorcio TyT	1:2.000 / 1:500	8

Es importante aclarar que el mapa temático de cobertura y uso del suelo para la zona de estudio se generó teniendo en cuenta los niveles de diferenciación según la metodología Corine Land Cover -CLC- y la escala de trabajo del estudio.

Además, de lo mencionado en la tabla Tabla 62: Adaptaciones a la metodología CLCpara el ajuste de la leyenda y dar cumplimiento a la escala de trabajo definida para el proyecto, se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

- Resolución del señor remoto: para este caso corresponde a menor a 10 centímetros -GSD- (Ver: numeral Planeación de los vuelos).
- Tamaño del pixel: la siguiente tabla muestra las relaciones entre mapa y terreno para las escalas estándar:

TABLA 63 CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DE LA ESCALA DE TRABAJO PARA EL PROYECTO LA GRAN COLOMBIA, FUENTE PROPIA

ID	Escala del mapa	Resolución de la imagen (m)*	Tamaño del mapa (cm)	Distancia terrestre equivalente a un centímetro en el mapa (m)	Área geográfica cubierta por cada plancha para varias unidades de medición		
					m^2	ha	km^2
1	**1:500**	**0,125**	**75x50**	**5**	**93.750**	**9,375**	**0,09375**
2	1:1.000	-	75x50	10	375.000	38,00	0,375
3	**1:2.000**	**0,60**	**75x50**	**20**	**1'500.000**	**150**	**1,50**
4	1:5.000	1	75x50	50	9'375.000	937,5	9,375
5	1:10.000	5	75x50	100	37'500.000	3.750	37,50
6	1:25.000	10	60x40	250	150'000.000	15.000	150
7	1:50.000	20	60x40	500	600'000.000	60.000	600
8	1:100.000	-	60x40	1.000	2.000'000.000	200.000	2.000
9	1:200.000	-	52,5x40	2.000	8.400'000.000	840.000	8.400
10	1:500.000	-	66x48	5.000	79.200'000.000	7'920.000	79.200

Fuente: https://www.igac.gov.co/es/contenido/areas-estrategicas/formatos-y-escalas-de-mapas

(*) Álvarez Portal Ricardo. 2010. Análisis de la exactitud geométrica y de las escalas de imágenes satelitales. Grupo de Geomática Aplicada. Empresa de Proyectos Agropecuarios Ciudad de la Habana. Ministerio de la Agricultura. Ciudad de La Habana. 14p.

- Criterios de escala para análisis de riesgos: de acuerdo con las diferentes investigaciones que se han realizado desde el punto de riesgos, se estima que para:

  1:500 → el nivel de detalle corresponde a la Manzana predial
  1:100 → el nivel de detalle corresponde al Predio individual

- Reconocimiento del área de estudio:
- Nivel de detalle de la interpretación: el cual depende tanto de la resolución de la ortofoto como del reconocimiento del área de estudio

Por lo tanto, a partir de lo mencionado, se estima que, de acuerdo con los objetivos tanto del presente estudio como para las escalas de trabajo definidas para el proyecto, la interpretación será a nivel de manzana para toda el área de estudio.

Además, y como ya se mencionó, el nivel detalle de la leyenda propuesta para el presente estudio será hasta el Nivel 6.

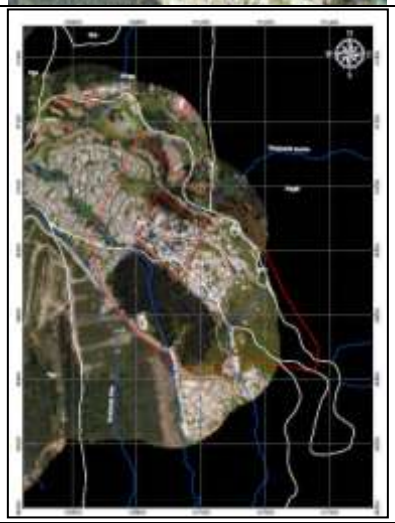
10.1.3. Influencia de la Cobertura en las Condiciones Estabilidad

El análisis de estabilidad se complementó a partir del análisis de la cobertura y uso del suelo actual como los posibles efectos, producidos por los cambios de cobertura a través del tiempo.

Para dicho análisis, se realizó la interpretación de los productos existentes.

La **Tabla 64**, presenta las características de cada uno de los insumos que se utilizaron para llevar a cabo el análisis multitemporal del área de estudio.

TABLA 64: CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS DEL SENSOR REMOTO. FUENTE: CONSORCIO TYT (2019)

PRODUCTOS		ESCALA	RESOLUCIÓN	AÑO	FUENTE
Ortofoto		11,71 MB 3 bandas TIFF	8 Bit	1.998	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Unidad Administrativa Especial de Catastro.
Orotfoto		1,86 GB 4 bandas TIFF	16 Bit	2.014	IDECA
Ortofoto		2,02 GB 3 bandas TIFF	Menor a 10 centímetros - GSD-	2.019	Consorcio TyT

Para llevar a cabo el análisis multitemporal, se tuvo en cuenta lo mencionado en los numerales de "Interpretación de los Productos Obtenidos del Sensor Remoto" e "Influencia de la Cobertura y Uso del Suelo e Infraestructura Urbana en las Condiciones Estabilidad"; donde, para llevar a cabo la interpretación tanto de las fotografías aéreas como de las ortofotos, se tuvo en cuenta las fases y sub-fases que se mencionan Melo y Camacho (2005), las cuales se encuentran resumidas en la **Tabla 64**.

Específicamente y una vez los productos de los sensores remotos fueron georreferenciados y ortorectificados; estos se sometieron al proceso de identificación y clasificación de las coberturas; el cual, se realizó a partir de una fotointerpretación visual utilizando criterios como: la forma, el tamaño, tono y la textura; junto con el nivel de referencia y el trabajo de campo.

Veloza (2017)[3], menciona que esta metodología de interpretación visual se puede utilizar en casos donde:

"…las clases del Corine Land Cover son muy heterogéneas en cuanto a sus características espectrales, las condiciones naturales pueden modificar su firma espectral, o bien la imposibilidad de controlar aspectos subjetivos

> como el contexto mediante una clasificación digital (Feranec et al., 2007). Existen estudios que apoyan esta metodología, dónde se afirma que **la fotointerpretación convencional puede determinar casi el doble de clases útiles que una clasificación supervisada**, a casi la mitad de coste y con una fiabilidad del 90% frente a un 75% (Direction Generale Environnement, 1987)".

En el caso del ortofotomosaico del IDECA, se realizó un proceso de combinación de sus 3 bandas (RGB), para la identificación y clasificación de las coberturas. En el caso de las **fotografías pancromáticas o análogas del IGAC**, se apoyó este proceso con juegos de contraste y brillo de la imagen. Este proceso se realizó según la metodología Corine Land Cover, la cual se digitalizó hasta el nivel 6 a escala 1:2.000, dada la escala y la resolución espacial de las fotografías aéreas, lo cual determinó un área mínima cartografiable de 400 m2 en todo el proceso de digitalización.

[3] Veloza T. Jenny P. 2017. Análisis multitemporal de las coberturas y usos del suelo de la reserva forestal protectora- productora "Casablanca" en Madrid Cundinamarca entre los años 1961 y 2015: aportes para el ordenamiento territorial municipal. Universidad Distrital Francisco José De Caldas- Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica – CIAF. Instituto Geográfico Agustín Coddazi. Bogotá D. C. 67p.

De igual manera, el análisis de estabilidad se complementó con la información existente de la estructura urbana.

10.1.4. Influencia de la Modificación de la Cobertura en las Condiciones de Estabilidad

Los factores externos de tipo antrópico (deforestación, deficiente manejo del suelo, sobrecargas, ampliación de la frontera urbana, entre otros), inducen a que los mecanismos detonantes o contribuyentes de inestabilidad de los taludes, se encuentran relacionados con el uso del suelo.

Por lo tanto, el procedimiento para estimar la Influencia de la **Modificación** de la Cobertura y Uso del Suelo en las Condiciones de Estabilidad correspondió a la delimitación de las unidades o polígonos cartográficos relacionados con el uso del suelo. De igual manera, se realizó mediante la interpretación visual de las imágenes obtenidas de los sensores remotos y verificación en campo.

La clasificación del uso del suelo, dado a la cobertura, fue basado a partir de lo mencionado por la estructura de datos (*Dom_GrupoUso*) propuesta por el ANLA (MAVDT, 2010)[4].

La delimitación del uso del suelo partió de la clasificación de la cobertura vegetal, que fue menciona con anterioridad.

Además, la determinación de la influencia de la modificación de la cobertura y el uso del suelo en las condiciones de estabilidad será soportada a partir de documentos científicos o publicaciones académicas que se hayan realizado al respecto; así como la correlación existente entre el modelo geológico y los datos de las exploraciones (C.H., granulometría), entre otras.

10.2. RESULTADOS.

A continuación, se mencionan los resultados obtenidos de la interpretación de la cobertura de la tierra y uso actual del suelo para la zona de estudio para los años 2.019, 2.014 y 1.998.

10.2.1. Influencia de la Cobertura en las Condiciones Estabilidad

[4] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial -MAVDT-. 2010. Metodología general para la presentación de estudios ambientales / Zapata P., Diana M., Londoño B Carlos A et ál. (Eds.) González H Claudia V.; Idárraga A Jorge.; Poveda G Amanda.; et ál. (Textos). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, D.C.: Colombia., 72 p.

De alguna u otra manera, se ha demostrado el efecto positivo de la vegetación, tanto en la estabilización de laderas como en el control de problemas morfodinámicos.

Es así, que Suarez (1998)[5] menciona que el tipo de vegetación, tanto en el cuerpo del talud como en la corona del mismo, es un parámetro importante para su estabilidad del mismo; donde, la vegetación cumple dos funciones principales. La primera, es la de regular el contenido de humedad del suelo en superficie y la de aumentar la consistencia debido al entramado mecánico de sus raíces; mientras que la segunda, hace relación al control del proceso de infiltración.

Junto a lo descrito, Escobar y Duque-Escobar (2017), señalan que la estabilidad de los taludes y laderas es gobernada por un conjunto de variables topográficas, geológicas, ambientales y antrópicas que determinan la posibilidad de los materiales a movilizarse. En realidad, la mayoría de los procesos de inestabilidad se presentan tan pronto como las fuerzas desestabilizantes superan la resistencia de los materiales a desplazarse o ser arrastrados por corrientes.

A Partir de lo mencionado, los procesos de inestabilidad intervienen tres tipos de factores:

- Factores inherentes (composición de los materiales involucrados, estructuras geológicas y patrón de flujo de agua);
- Factores externos de tipo natural (cambios en la condición de los materiales, humedad del suelo, actividad sísmica);
- Factores externos de tipo antrópico (deforestación, deficiente manejo del suelo, sobrecargas, entre otros).

Por lo tanto, a continuación, se presenta los patrones de arreglos sobre la superficie terrestre que han ocupado el área de estudio.

10.2.1.1 Cobertura terrestre

Castañeda y otros (2006), menciona que la cobertura, se relaciona con los atributos de la tierra (cuerpos de agua, vegetación, vías, otros tipos de construcciones, cuerpos rocosos, cuerpos de nieve y superficies o cuerpos de agua), algunos de estos naturales y otros afectados o producto de las necesidades del hombre.

[5] Suárez D. J. 1.998. Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Corporación Autónoma Regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga -CDMB-. Instituto de investigaciones sobre erosión y deslizamientos. Bucaramanga, 548p.

La anterior definición, es complementada por SIAC (2015), donde la cobertura de la tierra, corresponde a la unidad delimitable que surge a partir de un análisis de respuestas espectrales determinadas por sus características fisionómicas y ambientales (Estos atributos, son los rasgos que pueden ser directamente observados en las fotografías aéreas y frecuentemente en las imágenes de satélite), diferenciables con respecto a la unidad colindante.

- Cobertura terrestre

Con base en lo mencionado, Tabla 65 relaciona las coberturas terrestres que se identificaron tanto en el área de influencia directa como la indirecta.

TABLA 65: COBERTURA TERRESTRE 2019.

COBERTURAS TERRESTRES AÑO 2019			ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID)		ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII)	
CÓDIGO	COBERTURA DE LA TIERRA	USO DEL SUELO	AREA (ha)	%	AREA (ha)	%
111211	Tejido urbano continuo; edificaciones para vivienda	Residencial	1,68	54,70	5,61	19,03
111212	Tejido urbano continuo; edificaciones para educación	Educativo	0,01	0,45	0,25	0,84
122111	Red vial pavimentada	Transporte y comunicación	0,31	10,01	1,14	3,88
122112	Red vial sin pavimentar	Transporte y comunicación	0,07	2,40	1,31	4,45
122113	Andenes e infraestructura asociada	Recreacional	0,15	4,89	0,34	1,15
122121	Parqueadero	Comercial	-	-	0,12	0,39
13151	Arenera no tecnificada	Minería	-	-	0,05	0,16
13221	Escombreras; Disposición de material de contrucción	Sin uso	0,01	0,32	0,06	0,20
142111	Plazoleta peatonal	Recreacional	-	-	0,00	0,01
1424	Parque recreativo	Recreacional	0,04	1,44	0,08	0,27
2151	Papa	Producción	-	-	0,02	0,07
231	Pastos limpios	Protección	0,34	10,93	3,86	13,08

COBERTURAS TERRESTRES AÑO 2019			ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID)		ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII)	
CÓDIGO	**COBERTURA DE LA TIERRA**	**USO DEL SUELO**	**AREA (ha)**	**%**	**AREA (ha)**	**%**
233111	Pastos enmalezados	Protector	0,00	0,00	0,29	0,98
244111	Mosaico de pastos con espacios naturales; abierto alto; de tierra firme; gramíneas y latifoliadas	Protector	-	-	0,01	0,05
313	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	Protector Productor	-	-	1,44	4,87
3141	Bosque de galería	Protector Productor	-	-	0,24	0,81
31522	Plantación de latifoliada de Eucalipto con vegetación secundaria	Protector Productor	0,26	8,58	6,29	21,34
32211	Arbustal denso de Chusque, Retamo espinoso y Otros	Protector	0,02	0,56	1,52	5,14
32212	Arbustal denso de Sauco, Chilco, Fucsia y otros	Protección	0,16	5,15	5,72	19,41
333	Tierras desnudas y degradadas	Sin uso	0,02	0,57	0,26	0,90
511	Río; canal hidráulico natural	Protección Producción	-	-	0,87	2,96
TOTAL AREA DE INFLUENCIA			**3,08**	**100,00**	**29,49**	**100,00**

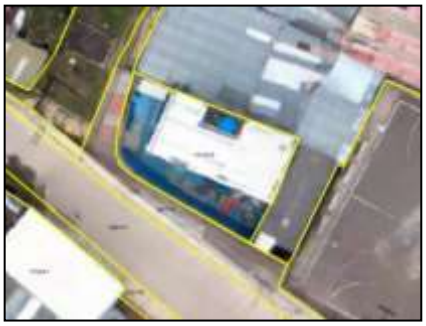
A continuación, se realiza la descripción de cada una de las unidades de cobertura de la tierra identificadas en el área de estudio para llevar a cabo "el planteamiento y evaluación de alternativas de mitigación del riesgo para el barrio La Gran Colombia de la localidad de San Cristóbal".

- Tejido urbano continuo

Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano.

Al interior del área, se distinguió el Tejido urbano continuo con edificaciones para vivienda y edificaciones para educación.

La **FOTOGRAFÍA 50** muestra el parte del Tejido urbano continuo que hace parte del área de estudio.

	
Tejido urbano continuo con edificaciones para vivienda (111211)	Tejido urbano continuo con edificaciones para educación (111212)

Fotografía 50 TEJIDO URBANO CONTINUO. FUENTE: AUTORES

Al interior del AID, esta unidad se localiza distribuida desde la calle 9 Sur hasta la carrera 12B Sur.

En el AII, la unidad se encuentra distribuida hacia el costado occidental y central.

- Red vial, Andenes e infraestructura asociada, Plazoletas y Parques recreativos

Son espacios artificializados con infraestructuras de comunicaciones como carreteras, vías, caminos y accesos viales; se incluye la infraestructura conexa y las instalaciones asociadas tales como: andenes, plazoletas peatonales, terraplenes, áreas verdes y parques.

Al interior del área, se distinguió la Red vial pavimentada y la Red vial sin pavimentar. Al interior del AID, las vías sin pavimentar se localizan sobre la carrera 19 Este, carrera 19Bis Este y la calle 9 Sur hacia el costado nororiental del AID; mientras que las vías sin pavimentar en el AII, se localizan al noroccidente (calle 8 Sur, carrera 15 Este, carrera 16 Este, carrera 16a Este) y todas las calle y carreras que se encuentran hacia el costado sur oriental del AII (carrera 20 Este, calle 9C Sur, calle 9D Sur, calle 9F Sur, diagonal 9A Sur, calle 9D Bis Sur, carrera 20A Este, transversal 20A Bis Este y calle 10 Sur).

La **FOTOGRAFÍA 51** , muestra la red vial que hace parte del área de estudio.

		
Red vial pavimentada (122111)	Red vial sin pavimentar (122112)	Parques recreativos (1424)

Fotografía 51 RED VIAL. FUENTE: AUTORES

- Parqueadero

Corresponde a los espacios o recintos reservados o destinados a guardar o estacionar automóviles; el vehículo se deja estacionado por un tiempo determinado, con el fin de mejorar la movilidad de los automotores.

La **FOTOGRAFÍA 52** , muestra la distribución geométrica de la cobertura catalogada como parqueadero que hace parte del área de estudio.



Parqueadero (122121)

Fotografía 52 PARQUEADERO. FUENTE: AUTORES

Al interior del AID, no se identificó este tipo de cobertura terrestre; mientras que, en el AII, esta cobertura se identificó sobre la carrera 16A Este con calle 9 Sur; y sobre la diagonal 13 Sur con carrera 15 Este y 16A Este.

- Arenera no tecnificada

Corresponde al conjunto de operaciones que tienen por objeto la extracción o captación de los minerales yacentes en el suelo o subsuelo; que no cuenta con un área de concesión, título minero, sitios de acopio, beneficio y plan de cierre y abandono, ni montajes de infraestructura minera para su explotación.

Esta unidad, no se cartografío al interior del AID; mientras que, en el AII, esta unidad se localiza al sur de la misma, sobre la diagonal 13B Sur y transversal 20A Bis Sur.

La **FOTOGRAFÍA 53**, muestra las extracciones mineras no tecnificadas que hace parte del área de estudio.



Arenera no tecnificada (13151)

Fotografía 53 ARENERAS NO TECNIFICADAS. FUENTE: AUTORES

- Escombreras; Disposición de material de construcción

Corresponde al lugar en donde se depositan o disponen de manera desordenada los materiales o residuos no aprovechables (capa vegetal, estériles y otros desechos sólidos) procedentes de las labores constructivas que se desarrollan actualmente en el área de estudio.

La **Fotografía 54**, muestra parte de los sitios destinados como Escombreras para la disposición de material de construcción que hace parte del área de estudio.



Escombreras; Disposición de material de construcción (13221)

Fotografía 54 ESCOMBRERAS; DISPOSICIÓN DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN. FUENTE: AUTORES

En el AID, esta unidad se localiza en la carrera 19 Este con calle 9 Sur; mientras que en el AII, esta unidad se localiza en la carrera 16A Este desde la calle 8 Sur hasta la calle 9 sur.

- Papa

Corresponde a la cobertura compuesta principalmente por cultivos transitorios de plantas que poseen tubérculos. Esta cobertura la componen principalmente los cultivos de papa. Debido a la presencia de estos cultivos al interior del área de estudio (0,07%), se considera que este tipo de cultivos es para uso doméstico.

La **FOTOGRAFÍA 55**, muestra tanto la distribución geométrica como la textura de los cultivos de papa que hace parte del área de estudio.



Papa (2151)

Fotografía 55 CULTIVO DE PAPA. FUENTE: AUTORES

En el AID, esta unidad se identificó ni se cartografío; mientras que en el AII, esta unidad se localiza en la carrera 12B Sur con carrera 16 Este y en la carrera 20 Este con diagonal 9A sur.

- Pastos limpios

Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios; la realización de prácticas de manejo (poda, limpieza, etc.), impide la presencia o el desarrollo de otras coberturas (**FOTOGRAFÍA 56**).

Esta cobertura, se localiza al norte tanto de la calle 9 Sur como de la calle 9A Sur y hace parte del AID; mientras que en el AII, esta cobertura se localiza sobre las vertientes norte y sur de la quebrada Fucha, al oriente de la diagonal 9A Sur y transversal 20A Bis Este, al norte de la transversal 21 Este con calle 12 Sur, al oriente de la diagonal 13B Sur con carrera 22 Este, y al occidente de la carre 16A Este con calle 9 Sur.



Pastos limpios (231)

Fotografía 56 PASTOS LIMPIOS. FUENTE: AUTORES

- Pastos enmalezados

Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m.

La **FOTOGRAFÍA 57,** muestra la cobertura de pastos enmalezados que se haya al interior del área de estudio.



Pastos enmalezados (233111)

Fotografía 57 PASTOS ENMALEZADOS. FUENTE: AUTORES

Los pastos enmalezados, se localizan al interior del AII sobre el costado occidental de la carrera 16A Este entre la calle 8A Sur y 9 Sur; y hacia el costado oriental y occidental de la carrera 22 Este entre la carrera 12B Sur y diagonal 13 Sur. Además, este tipo de cobertura se localiza sobre la quebrada La Pichosa, en inmediaciones de la carrera 12B Sur con carrera 15 Este. En el AID, esta unidad no fue identificada tanto en la interpretación como en el reconocimiento de campo.

- Mosaico de pastos con espacios naturales

Constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de pastos y de espacios naturales no puede ser representado individualmente.

Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.

La **FOTOGRAFÍA 58**, muestra el Mosaico de pastos con espacios naturales que hace parte del área de estudio.



Mosaico de pastos con espacios naturales (244111)

Fotografía 58 MOSAICO DE PASTOS CON ESPACIOS NATURALES. FUENTE: AUTORES

Los Mosaico de pastos con espacios naturales, se localizan en el AII sobre el costado sur de la diagonal 13 Sur con carrera 22 Este. En el AID, esta unidad no fue identificada tanto en la interpretación como en el reconocimiento de campo.

- Bosque fragmentado con vegetación secundaria

Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales donde se presentó intervención humana y recuperación del bosque, de tal manera que el bosque mantiene su estructura original. Las áreas de intervención están representadas en zonas de vegetación secundaria, las cuales se observan como parches de variadas formas que se distribuyen de forma irregular en la matriz de bosque. Su origen es debido al abandono de áreas de pastos y cultivos, donde ocurre un proceso de regeneración natural del bosque en los primeros estados de sucesión vegetal.

FOTOGRAFÍA 59, muestra el Bosque fragmentado con vegetación secundaria que hace parte del área de estudio

.



Bosque fragmentado con vegetación secundaria (313)

Fotografía 59 BOSQUE FRAGMENTADO CON VEGETACIÓN SECUNDARIA. FUENTE: AUTORES

En el AID, esta unidad no fue identificada tanto en la interpretación como en el reconocimiento de campo. Sin embargo, en el AII esta unidad, principalmente, se localiza sobre el costado nororiental, al norte del río Fucha.

- Bosque de galería o ripario

Se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea o arbustiva ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales.

Actualmente, el bosque de galería o ripario que hace parte del área de estudio, se encuentra asociado a la quebrada La Pichosa (FOTOGRAFÍA 60).



Bosque de galería o ripario (3141)

Fotografía 60 BOSQUE DE GALERÍA O RIPARIO. FUENTE: AUTORES

En el AID, esta unidad no fue identificada tanto en la interpretación como en el reconocimiento de campo. Sin embargo, en el AII esta unidad, principalmente, se localiza sobre el costado sur y norte de la quebrada La Pichosa entre la carrera 12B Sur y diagonal 13 Sur.

- Plantación de latifoliada de Eucalipto con vegetación secundaria

Corresponde a la cobertura constituida por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para

la producción de madera (plantaciones comerciales) o de bienes y servicios ambientales (plantaciones protectoras).

La **FOTOGRAFÍA 61**, muestra la Plantación de latifoliada de Eucalipto con vegetación secundaria que hace parte del área de estudio.



Plantación de latifoliada de Eucalipto con vegetación secundaria (31522)

Fotografía 61 PLANTACIÓN DE LATIFOLIADA DE EUCALIPTO CON VEGETACIÓN SECUNDARIA. FUENTE: AUTORES

En el AII esta unidad, principalmente, se localiza al sur del área, entre la carrera 12B Sur y carrera 13B Sur; y al norte del río Fucha, en inmediaciones de la Escuela de Logística del Ejercito Nacional.

- Arbustal denso

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos, los cuales forman un dosel irregular. La unidad puede contener elementos arbóreos dispersos. Esta formación vegetal no ha sido intervenida o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y sus características funcionales.

La **FOTOGRAFÍA 62**, muestra los tipos de arbustal denso que hace parte del área de estudio.

	
Arbustal denso de Chusque, Retamo espinoso y Otros (32211)	Arbustal denso de Sauco, Chilco, Fucsia y otros (32212)

Fotografía 62 ARBUSTAL DENSO. FUENTE: AUTORES

Al interior del AID, esta unidad se localiza al sur occidente del área de estudio; sobre la carrera 12B Sur con carrera 22 Este.

En el AII, esta unidad fue identificada al norte del área, principalmente, al oriente de la carrera 16A Este con calle 8 Sur y al norte del río Fucha, especialmente, entre la carrera 19 Este y carrera 20A Este.

La cobertura Arbustal denso de Sauco, Chilco, Fucsia y otros, se encuentra, de manera representativa, hacia el costado oriental del AII.

- Tierras desnudas y degradadas

Corresponde a las superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos tanto naturales como antrópicos de erosión y degradación extrema o condiciones climáticas extremas.

Al interior del AID, esta unidad se localiza tanto al sur como al oriente del área de estudio; donde, la primera se localiza especialmente sobre la carrera 12B Sur, mientras que la segunda, se localiza en la calle 9B Sur con carrera 19 Bis Este; y la carrera 18A Este con calle 9 Sur.

En el AII, esta unidad fue identificada sobre la transversal 20A Bis Este, carrera 19D Este; y al nor occidente del AII, sobre la carrera 16 Este desde la calle 8 Sur hasta la calle 9 Sur.

La FOTOGRAFÍA 63, muestra las Tierras desnudas y degradadas que hacen parte del área de estudio.



Tierras desnudas y degradadas (333)

Fotografía 63 ARBUSTAL DENSO. FUENTE: AUTORES

- Río; canal hidráulico natural

Corresponde a la corriente natural de agua que fluye con continuidad, posee un caudal considerable y desemboca en el mar, en un lago o en otro río.

La **FOTOGRAFÍA 64**, muestra la cobertura de Río; canal hidráulico natural que hace parte del AII (río Fucha y quebrada La Pichosa); ya que al interior del AID, no se presenta dicha cobertura.





Río; canal hidráulico natural (511)

Fotografía 64 : RÍO; CANAL HIDRÁULICO NATURAL. FUENTE: AUTORES

Con base en lo mencionado, la FIGURA 170, muestra la ocupación porcentual de cada una de las coberturas terrestres que hacen parte del área de estudio.

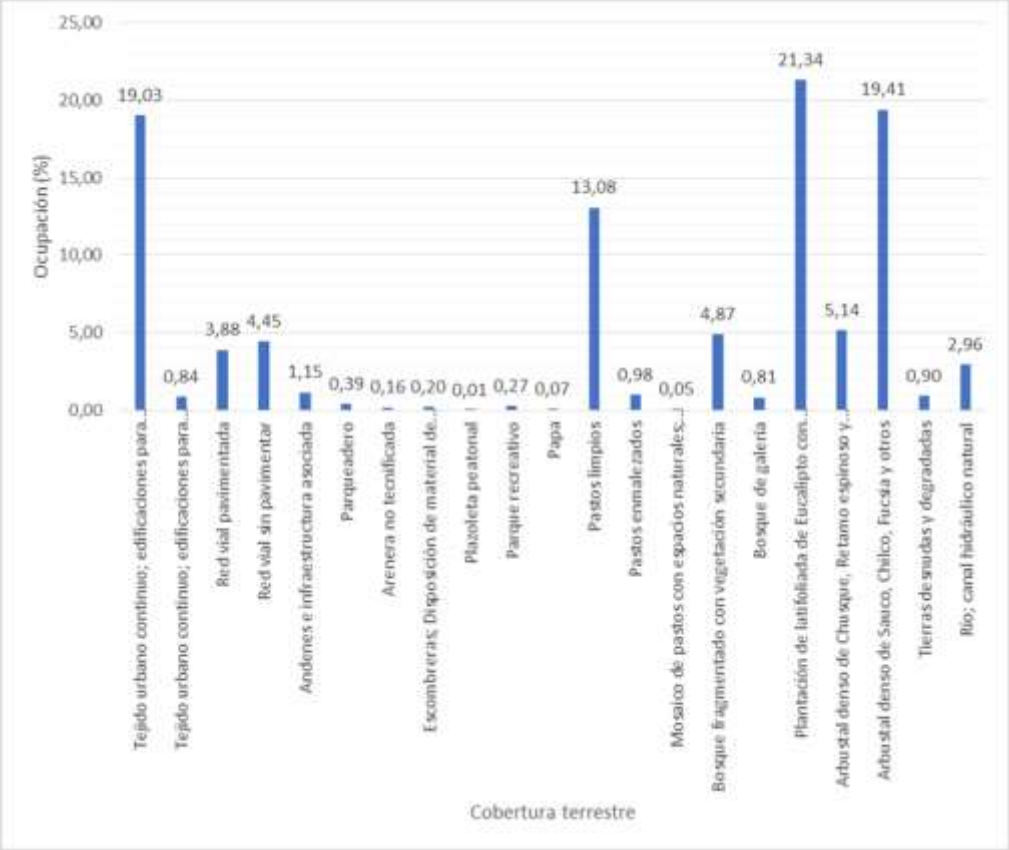


FIGURA 170. OCUPACIÓN DE LAS COBERTURAS TERRESTRES 2.019 QUE HACE PARTE DEL ÁREA DE ESTUDIO

Como se aprecia, para el AII la mayor ocupación está representada por la plantación de latifoliadas de Eucalipto (21,34%); seguido por el Arbustal denso de Sauco, Chico, Fucsia y otros (19,41%); posteriormente, el Tejido urbano continuo se encuentra representado por el 19,03%. Finalmente, los Pastos limpios se encuentran representados por el 13,08%.

De otro lado, es importante mencionar que las coberturas relacionadas con los Pastos enmalezados (0,98%), el Bosque fragmentado con vegetación secundaria (4,87%) y el Arbustal denso de Chusque, Retamo espinoso y otros (5,14%); representan en conjunto el 10,99% de la cobertura existente al interior del área de estudio.

Lo precedente, presume que la vegetación del estrato latizal, de las coberturas mencionadas anteriormente, son las encargadas de buscar una recuperabilidad de la cobertura vegetal del área de estudio.

Como ya se mencionó, la **Tabla 65** muestra en detalle tanto las áreas como los porcentajes de cobertura terrestre que se identificaron al interior tanto del área de influencia indirecta (AII) como al interior del área de influencia directa (AID).

De igual manera, la

ILUSTRACIÓN 3, muestra la distribución espacial de las diferentes coberturas terrestres 2.019 que ocupan el área de estudio.



ILUSTRACIÓN 3: COBERTURA TERRESTRE 2.019 PARA EL ÁREA DE ESTUDIO. FUENTE. PROPIA

De acuerdo con lo descrito anteriormente, es **IMPORTANTE MENCIONAR** que al interior del área de influencia directa (AID) **no hay procesos de minería y explotación de canteras**; por lo tanto, **no se puede realizar** ni un análisis precedente con énfasis en dicha cobertura del suelo, ni un enfoque del mismo en la descripción de dicha cobertura

De igual manera y para mayor detalle, se recomienda consultar los planos en el **anexo No 5**; los cuales muestran la cobertura actual tanto para el área de influencia directa como indirecta, respectivamente.

- Cobertura de la tierra 2.014

De igual manera y basados tanto en la misma definición como en la descripción que se realizó para cada una de las unidades de cobertura terrestre, **Tabla 66** relaciona las coberturas terrestres que se identificaron al interior del área de estudio para el año 2.014.

TABLA 66: COBERTURA TERRESTRE 2. 014.FUENTE PROPIA

SÍMBOLO CLC	COBERTURA DE LA TIERRA	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE (%)
111211	Tejido urbano continuo; edificaciones para vivienda	5,46	18,51
111212	Tejido urbano continuo; edificaciones para educación	0,22	0,74
111213	Tejido urbano discontinuo; edificaciones para educación	0,09	0,29
122111	Red vial pavimentada	1,03	3,50
122112	Red vial sin pavimentar	1,16	3,95
122113	Andenes e infraestructura asociada	0,34	1,14
122121	Parqueadero	0,06	0,20
13151	Arenera no tecnificada	0,04	0,14
13221	Escombreras; Disposición de material de construcción	0,14	0,47
142111	Plazoleta peatonal	0,00	0,00
1424	Parque recreativo	0,08	0,28
2151	Papa	0,10	0,35
231	Pastos limpios	4,77	16,16
233111	Pastos enmalezados	0,19	0,63
233112	Pasto enmalezado; denso bajo; de tierra firme; Gramíneas	0,03	0,11
244111	Mosaico de pastos con espacios naturales; abierto alto; de tierra firme; gramíneas y latifoliadas	0,01	0,05
3131	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	0,55	1,85
3141	Bosque de galería	0,00	0,00
31522	Plantación de latifoliada de Eucalipto con vegetación secundaria	6,49	21,99
32211	Arbustal denso de Chusque, Retamo espinoso y otros	1,16	3,93

SÍMBOLO CLC	COBERTURA DE LA TIERRA	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE (%)
32212	Arbustal denso de Sauco, Chilco, Fucsia y otros	4,18	14,19
3311	Playas	0,05	0,17
333	Tierras desnudas y degradadas	0,02	0,06
3331	Áreas erosionadas	0,34	1,16
511	Río; canal hidráulico natural	0,75	2,55
000	Sin cobertura terrestre para realizar la interpretación (*)	2,23	7,57
TOTAL		**29,49**	**100,00**

(*) Al oriente del área de estudio, la ortofoto no presenta información pictoricomorfológica

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, la **FIGURA 171** muestra la ocupación porcentual de cada una de las coberturas terrestres que hacen parte del área de estudio para el año 2.014.

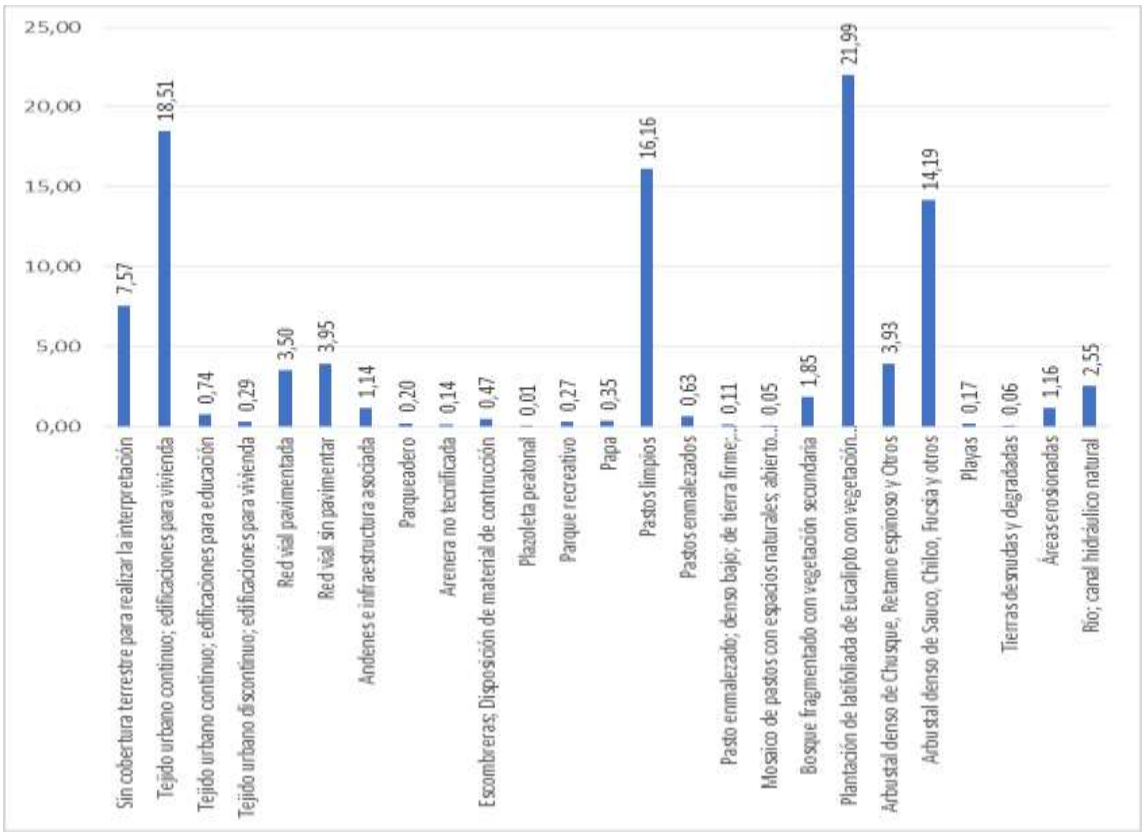


FIGURA 171. OCUPACIÓN DE LAS COBERTURAS TERRESTRES 2.014 QUE HACE PARTE DEL ÁREA DE ESTUDIO

Como se aprecia, para esta época la mayor ocupación estaba representada por la plantación de latifoliadas de Eucalipto (21,99%); seguido del Tejido urbano continúo representado por el 18,51%.

Posteriormente, le siguieron los Pastos limpios con un 16,16%; mientras que para este caso el Arbustal denso de Sauco, Chilco, Fucsia y otros, ocupa el (14,19%).

De otro lado, es importante mencionar que las coberturas relacionadas con los Pastos enmalezados (0,63%), el Bosque fragmentado con vegetación secundaria (1,85%) y el Arbustal denso de Chusque, Retamo espinoso y otros (3,93%); representan en conjunto el 6,41% de la cobertura existente al interior del área de estudio.

De igual manera, la **ILUSTRACIÓN 4** muestra la distribución espacial de las diferentes coberturas terrestres que ocupaban el área de estudio para el año 2.014.



ILUSTRACIÓN 4 COBERTURA TERRESTRE 2.019 PARA EL ÁREA DE ESTUDIO. FUENTE. PROPIA

- Cobertura de la tierra 1.998

Como ya se mencionó y basados tanto en la misma definición como en la descripción que se realizó para cada una de las unidades de cobertura terrestre, la **Tabla 67** relaciona las coberturas terrestres que se identificaron durante la interpretación de la ortofoto para el año de 1.998.

TABLA 67: COBERTURA TERRESTRE 1. 998.FUENTE PROPIA

SÍMBOLO CLC	COBERTURA DE LA TIERRA	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE (%)
111211	Tejido urbano continuo; edificaciones para vivienda	3,81	12,91
111212	Tejido urbano continuo; edificaciones para educación	0,16	0,53
111213	Tejido urbano discontinuo; edificaciones para vivienda	0,09	0,31
122111	Red vial pavimentada	0,00	0,00
122112	Red vial sin pavimentar	2,66	9,02
122113	Andenes e infraestructura asociada	0,00	0,00

SÍMBOLO CLC	COBERTURA DE LA TIERRA	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE (%)
122121	Parqueadero	0,06	0,21
13151	Arenera no tecnificada	0,00	0,00
13221	Escombreras; Disposición de material de construcción	0,00	0,01
142111	Plazoleta peatonal	0,00	0,00
1424	Parque recreativo	0,00	0,00
2151	Papa	0,03	0,09
231	Pastos limpios	3,58	12,14
23311	Pastos enmalezados	2,41	8,18
233111	Pasto enmalezado; denso bajo; de tierra firme; Gramíneas	0,03	0,10
244111	Mosaico de pastos con espacios naturales; abierto alto; de tierra firme; gramíneas y latifoliadas	0,00	0,00
313	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	1,49	5,06
3141	Bosque de galería con arbustal y herbazal	0,03	0,09
31522	Plantación de latifoliada de Eucalipto con vegetación secundaria	7,32	24,85
32211	Arbustal denso de Chusque, Retamo espinoso y otros	0,44	1,50
32212	Arbustal denso de Sauco, Chilco, Fucsia y otros	3,89	13,19
3331	Áreas erosionadas	0,36	1,21
3332	Áreas erosionadas con Pastos enmalezados	2,46	8,34
511	Río; canal hidráulico natural	0,67	2,27
TOTAL		**29,49**	**100,00**

Así mismo, la **FIGURA 172** muestra la ocupación porcentual de cada una de las coberturas terrestres que existían para el año 1.998.

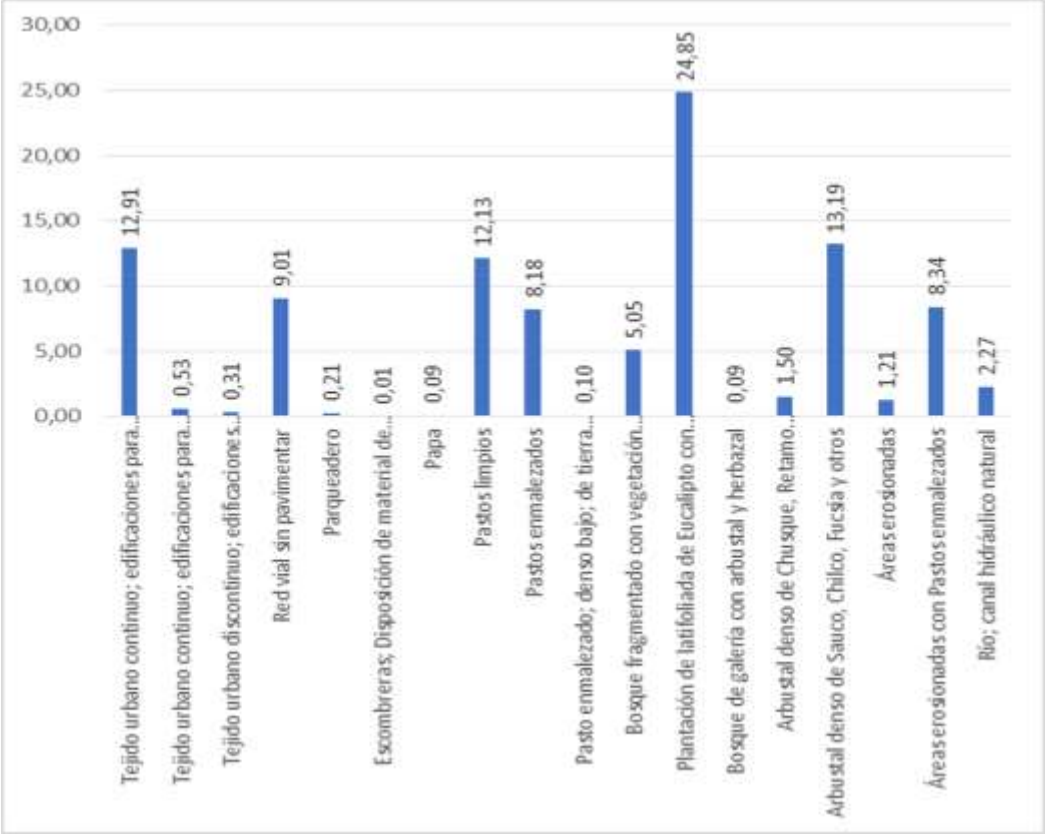


FIGURA 172. OCUPACIÓN DE LAS COBERTURAS TERRESTRES QUE HACÍA PARTE DEL ÁREA DE ESTUDIO PARA EL AÑO DE 1.998

Como se aprecia, la mayor ocupación está representada por la plantación de latifoliadas de Eucalipto (24,11%); seguido por el Arbustal denso de Sauco, Chico, Fucsia y otros (13,19%); posteriormente, el Tejido urbano continuo se encuentra representado por el 12,91%. Finalmente, los Pastos limpios se encuentran representados por el 12,14%.

De otro lado, es importante mencionar que para esta época las áreas erosionadas ocupaban el 9,55%.

De igual manera, la **ILUSTRACIÓN 5** muestra la distribución espacial de las diferentes coberturas terrestres que ocupan el área de estudio para 1.998.



ILUSTRACIÓN 5 COBERTURA TERRESTRE 1.998 PARA EL ÁREA DE ESTUDIO. FUENTE. PROPIA

10.2.2. Influencia de la Modificación de la Cobertura en las condiciones de Estabilidad

Actualmente, el hombre ha sido un permanente modificador de los elementos que conforman la superficie de la tierra y el efecto sobre los taludes ha sido el de agente desestabilizador (Suarez, 1998)[6]

Este mismo autor, menciona que las principales modificaciones causadas por el hombre y que afectan en forma importante la estabilidad de los taludes corresponde a:

[6] Suárez D. J. 1.998. Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Corporación Autónoma Regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga -CDMB-. Instituto de investigaciones sobre erosión y deslizamientos. Bucaramanga, 548p.

Cambios en la topografía y cargas del talud	-Descargue del talud por remoción de suelos y rocas por corte. -Sobrecarga por medio de rellenos, edificios, etc. -Subsidencia o hundimiento por excavaciones subterráneas (túneles).
Cambios en las condiciones de humedad	-Modificación de las condiciones naturales del agua superficial por medio de canales, zanjas, represas, etc. -Modificación de las condiciones naturales del agua subterránea por medio de pozos de bombeo, concentración de las infiltraciones, etc. -Infiltración de ductos de agua, especialmente acueductos y alcantarillados. -Aceleración de infiltración por la presencia de depósitos de basura y residuos sobre el talud. -Negligencia en el drenaje superficial y subterráneo. -Cambio general en el régimen de aguas superficiales. -Construcción de reservorios o presas.
Vibraciones	-Vibraciones de máquinas. -Vías de comunicación. -Explosivos. -Efectos de la construcción de obras (especialmente el movimiento de maquinaria).
Cambios en la cobertura vegetal	-Cambio de la estructura y condiciones de la capa superficial de suelo por prácticas de agricultura, pastoreo, tala de bosques, etc. -Modificación del uso del suelo.
Otros factores antrópicos	-Negligencia en el manejo de los taludes. -Utilización de los taludes para el paso de personas y animales.

Fuente: Tomado y modificado de Suárez (1998)

Existe una relación entre la ocurrencia de deslizamientos y la rapidez de los procesos de urbanización, en especial de los desarrollos sin planeación y sin criterios técnicos. Los casos más graves, ocurren en áreas geotécnicamente

susceptibles y con desarrollo urbano rápido y desordenado. Las diversas intervenciones del hombre tales como cortes, rellenos, deforestación, concentración de aguas lluvias y servidas, etc., determinan en buena parte la ocurrencia de deslizamientos.

De acuerdo con un estudio realizado por Hudec y Wharton (1993) y mencionado por Suárez (1998), en Trinidad, el 64,9% de los deslizamientos analizados están relacionados con alteraciones de la corona del proceso morfodinámico, de los cuales el 38,3% corresponde a áreas de cultivos y el 35,1% a deforestación.

De igual manera, las quemas de la vegetación aumentan la inestabilidad de los taludes, especialmente si esto ocurre en áreas de coluviones en los cuales la vegetación ejerce un papel preponderante en la estabilidad, especialmente por la eliminación del refuerzo de las raíces y por la exposición a la erosión acelerada.

Por lo tanto, el uso adecuado o inadecuado del suelo se considera un factor detonante en la inestabilidad de las laderas; lógicamente, la inestabilidad dependerá si el uso del suelo se encuentra en conflicto o concuerda con su potencialidad.

Una vez definida e interpretada la cobertura de la tierra, se delimitó el uso del suelo, que es caracterizado por los arreglos, las actividades y las entradas realizadas por el hombre en un tipo particular de cobertura del suelo para producir, cambiarla o mantenerla. El uso del suelo, relaciona la utilización y las actividades de manejo del suelo llevadas a cabo por el hombre para obtener productos o beneficios. Los productos son los materiales o salidas tangibles, mientras que los beneficios son inmateriales o intangibles (Castañeda y otros, 2006).

SIAC (2015), añade que el uso del suelo se relaciona con la utilidad que presta el tipo de cobertura; o, a la actividad antrópica que se lleva a cabo en la porción específica de tierra delimitada.

Conceptualmente, se ha logrado la separación entre cobertura y uso del suelo; donde, la importancia tanto de la delimitación de la cobertura terrestre como de la del uso, permite el ordenamiento o arreglo de los objetos dentro de grupos o conjuntos sobre la base de sus relaciones; describe un armazón sistemático con los nombres de las clases y los criterios usados para distinguirlos entre ellos, así como las relaciones entre las clases. La clasificación necesariamente requiere de la definición precisa y clara en lo posible cuantitativa y sobre el criterio de un objetivo único, de los límites de las clases (Castañeda y otros, 2006).

A continuación, se presenta el uso del suelo a lo largo de las épocas interpretadas.

- Uso del Suelo 2.019

Con base en lo mencionado, la **Tabla 68** muestra el porcentaje de ocupación del uso actual del suelo para el área de estudio.

TABLA 68: USO DEL SUELO PARA EL AÑO 2. 019.FUENTE PROPIA

SIMBOLO	COBERTURA DE LA TIERRA	USO DEL SUELO	AREA (Ha)	%
111211	Tejido urbano continuo; edificaciones para vivienda	Residencial	5,61	19,03
111212	Tejido urbano continuo; edificaciones para educación	Educativo	0,25	0,84
122111	Red vial pavimentada	Transporte y comunicación	1,14	3,88
122112	Red vial sin pavimentar		1,31	4,45
122113	Andenes e infraestructura asociada	Recreacional	0,34	1,15
122121	Parqueadero	Comercial	0,12	0,39
13151	Arenera no tecnificada	Minería	0,05	0,16
13221	Escombreras; Disposición de material de construcción	Sin uso	0,06	0,20
142111	Plazoleta peatonal	Recreacional	0,00	0,28
1424	Parque recreativo		0,08	
2151	Papa	Producción	0,02	0,07
231	Pastos limpios	Protección	3,86	14,11
233111	Pastos enmalezados		0,29	
244111	Mosaico de pastos con espacios naturales; abierto alto; de tierra firme; gramíneas y latifoliadas		0,01	
313	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	Protección Producción	1,44	27,02
3141	Bosque de galería		0,24	
31522	Plantación de latifoliada de Eucalipto con vegetación secundaria		6,29	
32211	Arbustal denso de Chusque, Retamo espinoso y Otros	Protección	1,52	24,55
32212	Arbustal denso de Sauco, Chilco, Fucsia y otros		5,72	
333	Tierras desnudas y degradadas	Sin uso	0,26	0,90
511	Río; canal hidráulico natural	Protección Producción	0,87	2,96
TOTAL			**29,49**	**100,00**

Como se aprecia, el 38,66% del uso de los suelos que hace parte del área de estudio, está usada con fines de Protección; el 29,98% de la cobertura corresponde a un uso de Protección Producción; mientras que el 19,03% corresponde al uso Residencial (**FIGURA 173**).

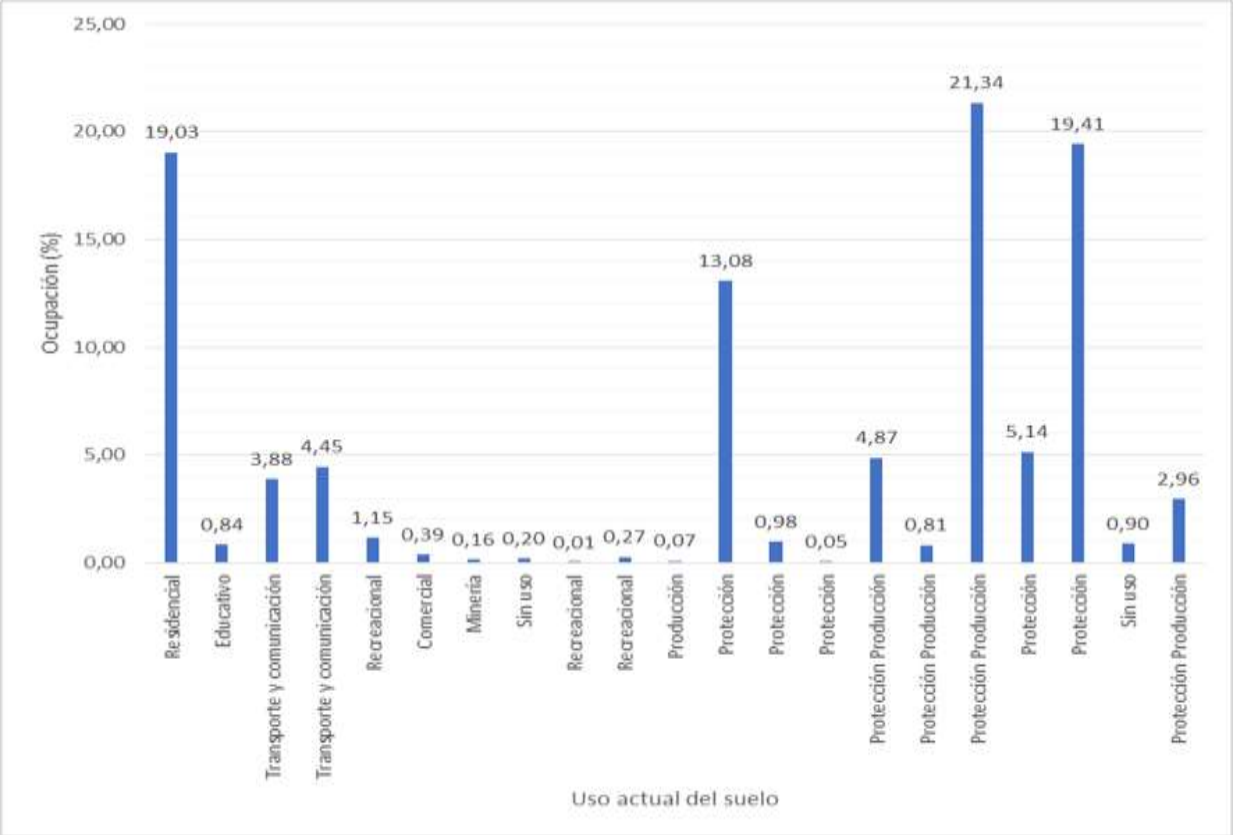


FIGURA 173. OCUPACIÓN DEL USO DEL SUELO PARA EL AÑO DE 2.019.

De igual manera y para mayor detalle, se recomienda consultar los planos en anexo No 4; los cuales muestran el uso actual tanto para el área de influencia directa como indirecta, respectivamente.

- Uso del Suelo 2.014

Con base en lo mencionado, la **Tabla 69** muestra el porcentaje de ocupación del uso del suelo para el año 2.014.

TABLA 69: USO DEL SUELO PARA EL AÑO 2. 014.FUENTE PROPIA

SIMBOLO	COBERTURA DE LA TIERRA	USO DEL SUELO	AREA (Ha)	%
122121	Parqueadero	Comercial	0,06	0,20
111212	Tejido urbano continuo; edificaciones para educación	Educativo	0,22	0,74
13151	Arenera no tecnificada	Minería	0,04	0,14
2151	Papa	Producción	0,10	0,35
000	Sin cobertura terrestre para realizar la interpretación	Protección	2,23	44,67
231	Pastos limpios		4,77	
233111	Pastos enmalezados		0,19	
233112	Pasto enmalezado; denso bajo; de tierra firme; Gramíneas		0,03	
244111	Mosaico de pastos con espacios naturales; abierto alto; de tierra firme; gramíneas y latifoliadas		0,01	
3131	Bosque fragmentado con vegetación secundaria		0,55	
32211	Arbustal denso de Chusque, Retamo espinoso y Otros		1,16	
32212	Arbustal denso de Sauco, Chilco, Fucsia y otros		4,18	
3311	Playas		0,05	
31522	Plantación de latifoliada de Eucalipto con vegetación secundaria	Protección Producción	6,49	24,54
511	Río; canal hidráulico natural		0,75	
122113	Andenes e infraestructura asociada	Recreacional	0,34	1,41
142111	Plazoleta peatonal		0,00	
1424	Parque recreativo		0,08	
111211	Tejido urbano continuo; edificaciones para vivienda	Residencial	5,46	18,80
111213	Tejido urbano discontinuo; edificaciones para vivienda		0,09	
13221	Escombreras; Disposición de material de construcción	Sin uso	0,14	1,69
333	Tierras desnudas y degradadas		0,02	
3331	Áreas erosionadas		0,34	
122111	Red vial pavimentada	Transporte y comunicación	1,03	7,45
122112	Red vial sin pavimentar		1,16	

Como se aprecia, el 44,67% del uso de los suelos que hacía parte del área de estudio, estaban usados con fines de Protección; el 24,54% de la cobertura correspondía a un uso de Protección Producción; mientras que el 18,80% correspondía a un uso Residencial (**FIGURA 174**).

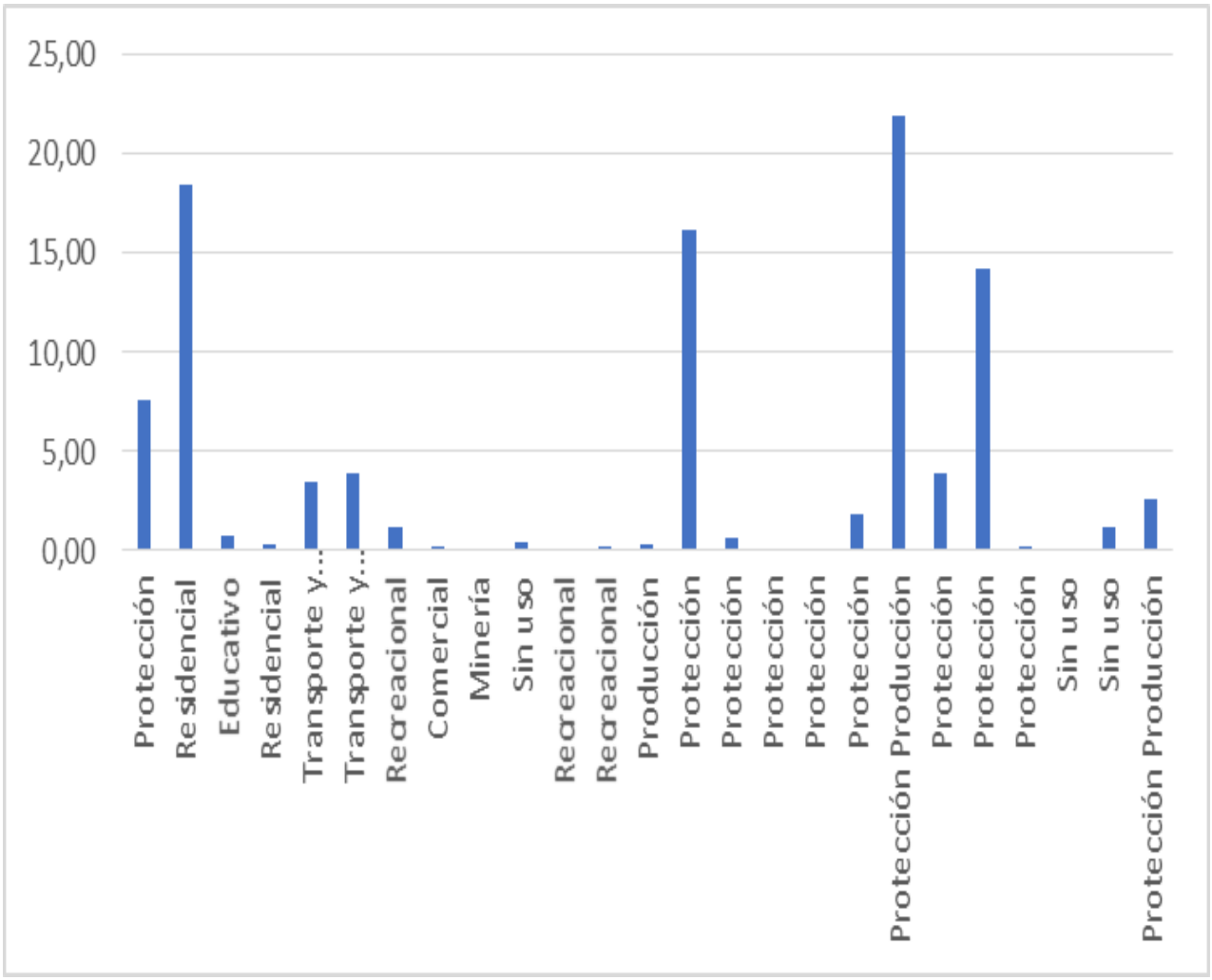


FIGURA 174. OCUPACIÓN DEL USO DEL SUELO PARA EL AÑO DE 2.014

- Uso del Suelo 1.998.

Con base en lo mencionado, la **Tabla 70** muestra el porcentaje de ocupación del uso del suelo para el año 1.998.

TABLA 70: USO DEL SUELO PARA EL AÑO 1. 998.FUENTE PROPIA

SIMBOLO	COBERTURA DE LA TIERRA	USO DEL SUELO	AREA (Ha)	%
122121	Parqueadero	Comercial	0,06	0,21
111212	Tejido urbano continuo; edificaciones para educación	Educativo	0,16	0,53
2151	Papa	Producción	0,03	0,09
231	Pastos limpios	Protección	3,58	35,12
23311	Pastos enmalezados		2,41	
233111	Pasto enmalezado; denso bajo; de tierra firme; Gramineas		0,03	
32211	Arbustal denso de Chusque, Retamo espinoso y Otros		0,44	
32212	Arbustal denso de Sauco, Chilco, Fucsia y otros		3,89	
3131	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	Protección Producción	1,49	32,25
3141	Bosque de galería con arbustal y herbazal		0,03	
31522	Plantación de latifoliada de Eucalipto con vegetación secundaria		7,33	
511	Río; canal hidráulico natural		0,67	
111211	Tejido urbano continuo; edificaciones para vivienda	Residencial	3,81	13,22
111213	Tejido urbano **dis**continuo; edificaciones para vivienda		0,09	
13221	Escombreras; Disposición de material de contrucción	Sin uso	0,00	9,56
333	Áreas erosionadas		0,36	
3332	Áreas erosionadas con Pastos enmalezados		2,46	
122112	Red vial sin pavimentar	Transporte y comunicación	2,66	9,02

Como se aprecia, el 35,12% del uso de los suelos que, hacia parte del área de estudio, estaba usado para fines de Protección; el 32,25% de la cobertura correspondía a un uso de Protección Producción; mientras que el 13,22% correspondía al uso Residencial (**FIGURA 175**).

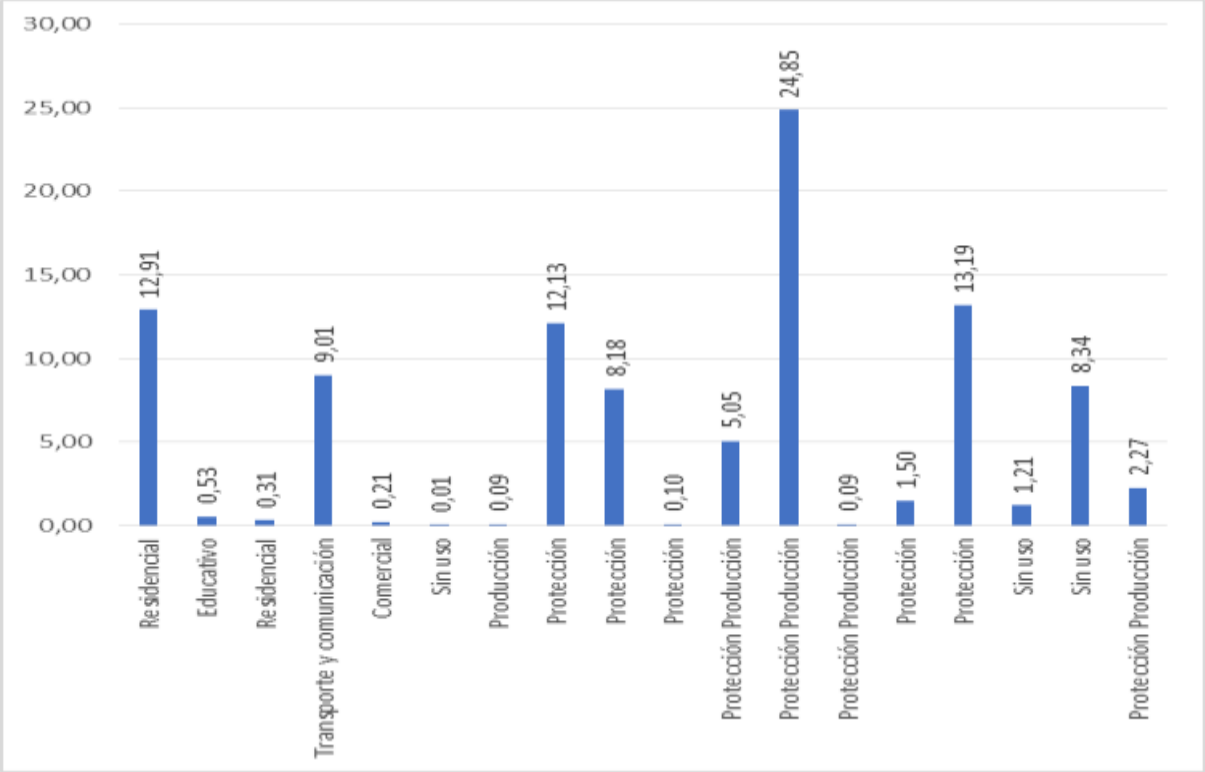


FIGURA 175. OCUPACIÓN DEL USO DEL SUELO PARA EL AÑO DE 1.998

10.2.3. Análisis y Conclusiones.

En la zona de estudio, la perturbación antrópica repercute en los cambios tanto de la estructura como de la función de los ecosistemas naturales. Actualmente, el proceso de recuperación o restauración natural, es difícil y limitado, por lo que no hay una rehabilitación de las funciones ecosistémicas de las estructuras ecológicas; en todo momento, está la presión antrópica y no existe la capacidad de resiliencia de la vegetación asociada al bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB).

Este proceso, se observa en toda el área de estudio; donde, la mayor concentración de vegetación está asociada al bosque de ribera tanto del río Fucha como de la quebrada La Pichosa.

El comportamiento de las coberturas vegetales existentes en la zona de estudio, demuestran que el proceso de sucesión no ha avanzado a través del tiempo y que depende de la disminución de los agentes tensionantes.

- Influencia de la Cobertura en las Condiciones Estabilidad

De acuerdo con los resultados obtenidos, actualmente el área de influencia indirecta (AII) está representada por las coberturas de Arbustal denso de Sauco, Chilco, Fucsia y otros; Plantación de latifoliada de Eucalipto con vegetación secundaria; Tejido urbano continuo; edificaciones para vivienda y Pastos limpios; las cuales ocupan, en conjunto, 21,49 ha. (72,87%).

Asimismo, al interior del AID, la cobertura dominante corresponde al Tejido urbano continuo; edificaciones para vivienda, con una representatividad de 1,68 ha.

De otro lado, tanto la red vial pavimentada como los pastos limpios ocupan al interior del área de influencia directa una superficie muy similar, 0,31 y 0,34 ha., respectivamente.

Al interior del AID, no existen Arenera no tecnificada, cultivos de Papa, Pastos enmalezados, Mosaico de pastos con espacios naturales; abierto alto; de tierra firme; gramíneas y latifoliadas, Bosque fragmentado con vegetación secundaria, Bosque de galería o Ríos.

En el AID, las Escombreras; Disposición de material de construcción y las Tierras desnudas y degradadas, ocupan 0,03 ha.

La **FIGURA 176**, presenta los resultados de la cobertura terrestre obtenidos para el año 2019, diferenciado el AID del AII.

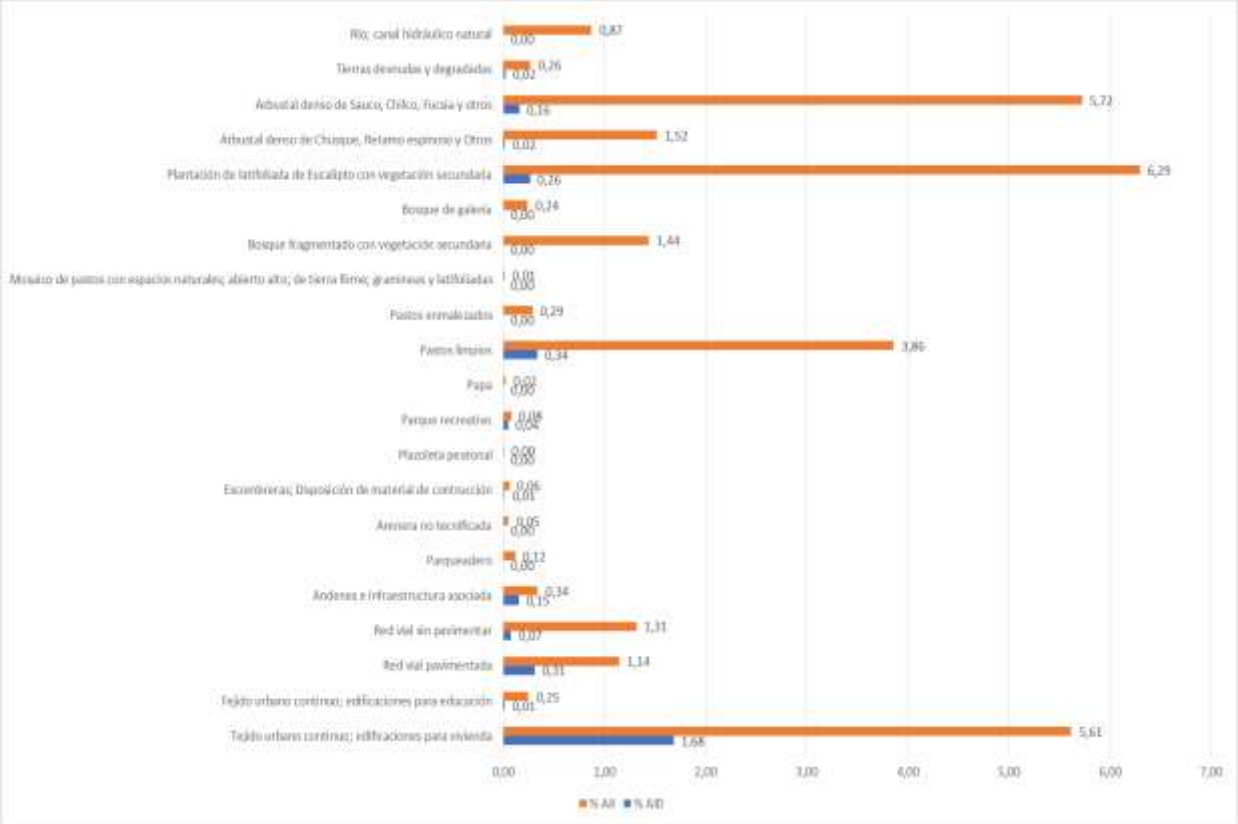


FIGURA 176. INFERENCIA DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA EN HA. PARA EL AID Y AII PARA EL AÑO 2019.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la **Tabla 71** muestra el porcentaje de cobertura existente para cada uno de los años analizados.

TABLA 71: PORCENTAJE DE LA COBERTURA EN LAS ÉPOCAS ANALIZADAS. FUENTE PROPIA

SIMBOLO	COBERTURA DE LA TIERRA	AREA (%) 2019	AREA (%) 2014	AREA (%) 1998
111211	Tejido urbano continuo; edificaciones para vivienda	19,03	18,51	12,91
111212	Tejido urbano continuo; edificaciones para educación	0,84	0,74	0,53
111213	Tejido urbano discontinuo; edificaciones para vivienda	0,00	0,29	0,31
122111	Red vial pavimentada	3,88	3,50	0,00
122112	Red vial sin pavimentar	4,45	3,95	9,02

SIMBOLO	COBERTURA DE LA TIERRA	AREA (%) 2019	AREA (%) 2014	AREA (%) 1998
122113	Andenes e infraestructura asociada	1,15	1,14	0,00
122121	Parqueadero	0,39	0,20	0,21
13151	Arenera no tecnificada	0,16	0,14	0,00
13221	Escombreras; Disposición de material de construcción	0,20	0,47	0,01
142111	Plazoleta peatonal	0,01	0,01	0,00
1424	Parque recreativo	0,27	0,27	0,00
2151	Papa	0,07	0,35	0,09
231	Pastos limpios	13,08	16,16	12,14
233111	Pastos enmalezados	0,98	0,63	8,18
233112	Pasto enmalezado; denso bajo; de tierra firme; Gramíneas	0,00	0,11	0,10
244111	Mosaico de pastos con espacios naturales; abierto alto; de tierra firme; gramíneas y latifoliadas	0,05	0,05	0,00
3131	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	4,87	1,85	5,06
3141	Bosque de galería	0,81	0,00	0,09
31522	Plantación de latifoliada de Eucalipto con vegetación secundaria	21,34	21,99	24,85
32211	Arbustal denso de Chusque, Retamo espinoso y Otros	5,14	3,93	1,50
32212	Arbustal denso de Sauco, Chilco, Fucsia y otros	19,41	14,19	13,19
3311	Playas	0,00	0,17	0,00
333	Tierras desnudas y degradadas	0,90	0,06	1,21
3331	Áreas erosionadas	0,00	1,16	8,34
511	Río; canal hidráulico natural	2,96	2,55	2,27
000	Sin cobertura terrestre para realizar la interpretación	0,00	7,58	0,00

Como se observa, el **tejido urbano continuo** ha aumentado a lo largo del tiempo en un 6,12%; se considera que este aumento del tejido urbano estuvo ligado a los fenómenos de invasión de terrenos no apto para construcción (alta vulnerabilidad). Por lo general y de acuerdo con la interpretación la mayor ocupación del terreno se observa sobre la vertiente sur del río Fucha.

Ligado a lo mencionado, los **pastos enmalezados** disminuyeron en un 7,2%. Los datos no muestran una diferencia significativa, por lo que se puede estimar que dicha disminución estuvo asociada al fenómeno de construcción.

A lo largo de estos 21 años, se estima que el bajo porcentaje de construcción se debe a las regulaciones e intervenciones distritales sobre la disminución del riesgo.

De igual manera, los **pastos limpios** se han mantenido casi estables a lo largo del tiempo; donde, el aumento del 0,94% para el año 2.019 está asociado a la recuperación de sitios no aptos para construcción.

Así mismo, el **bosque fragmentado con vegetación secundaria** disminuyó en un 0,19% con respecto a 1.998; sin embargo, para el 2.014 esta cobertura descendió al 1,85%; perdiendo el 3,21% de bosque con respecto a 1.998. Aunque no existen razones claras sobre este comportamiento de la vegetación, se estima que estuvo ligado a los procesos de "colonización"; en donde, esta sufrió las mayores presiones antrópicas.

A partir del 2.014, la recuperación del **bosque fragmentado con vegetación secundaria** fue del 3,02%, muy similar a la intervención inicial. Este fenómeno, se puede relacionar con el proceso de resiliencia o colonización de especies tanto de rápido crecimiento como de especies heliófitas y con la capacidad de alta colonización.

Ligado a lo mencionado, los **arbustales densos**, tanto de Chusque y Retamo como de Sauco y Chilco, se regeneraron en un 3,64% y en un 6,22%, respectivamente. Se estima que estas especies tienen un poder de colonización mayor y son más agresivas a la recuperación de espacios intervenidos antrópicamente.

Tanto las **tierras desnudas y degradas** como las **áreas erosionados con pastos enmalezados**, disminuyeron en un 0,31% y en un 8,34%, respectivamente. Esta disminución sustancial, se estima que se debe a la capacidad de recuperación de las gramíneas frente a la intervención antrópica.

La **FIGURA 177**; compara gráficamente las diferentes coberturas que se determinaron en el proceso de interpretación.

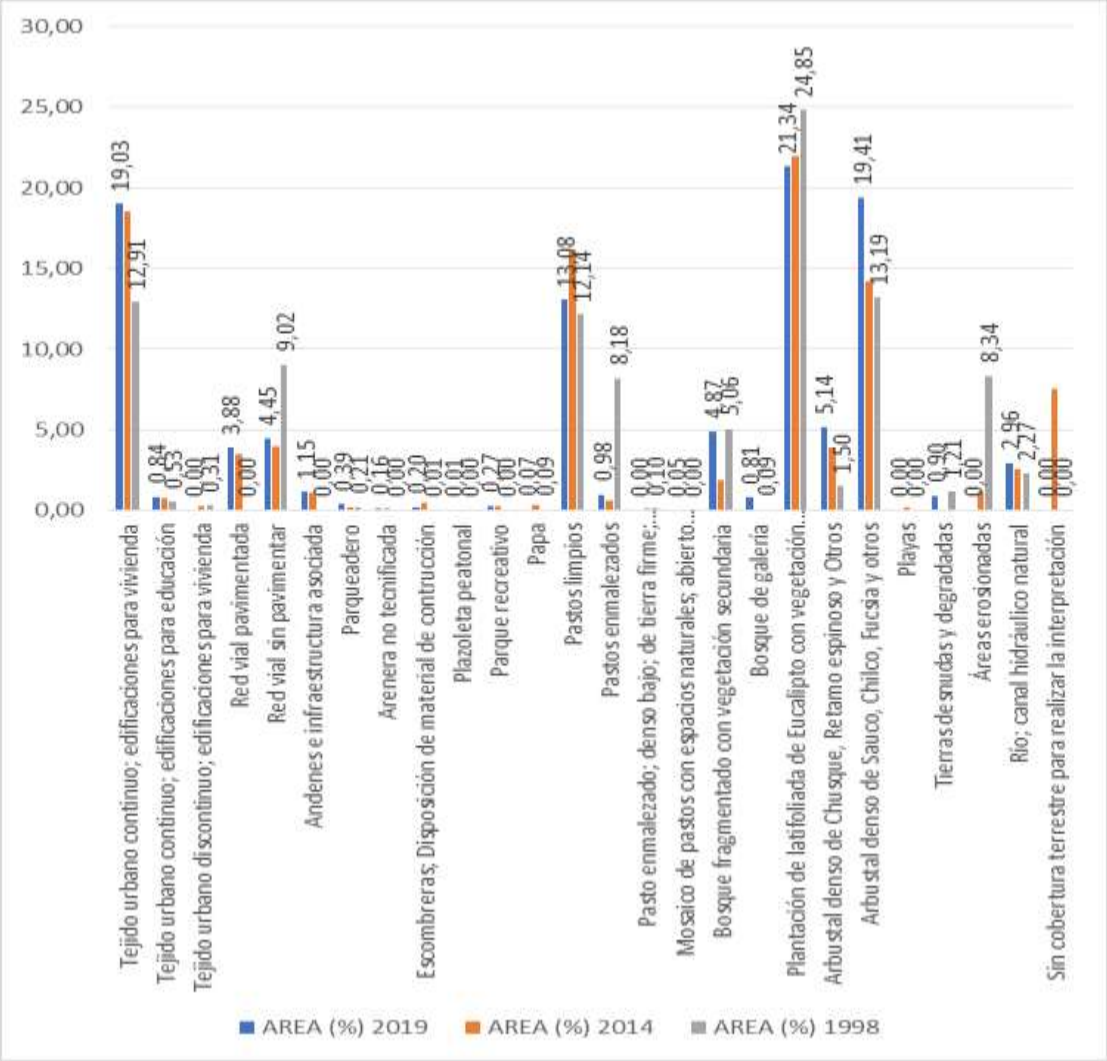


FIGURA 177. COMPARACIÓN COBERTURAS DE LA TIERRA

- Influencia de la **<u>Modificación de la Cobertura</u>** en las condiciones de Estabilidad

La modificación de la cobertura (deforestación, quemas, ampliación de la frontera agrícola y ganadera, entre otras), ha sido identificada como un elemento importante en la desestabilización de las laderas urbanas.

Bauer (1996)[7], ha demostrado que el cambio de la cobertura natural puede triplicar la escorrentía e iniciar un proceso de flujos de escombros e inundaciones. Las sobrecargas sobre las laderas, producidas por la ganadería extensiva, generan procesos relacionados con los flujos de suelos en estado plástico, llamados regionalmente, "terracetas o patevaca". Además, el cambio de las coberturas o la modificación del uso por deforestación y quemas (ampliación de la frontera agrícola y ganadera) generan procesos erosivos y deslizamientos.

La presencia de cobertura vegetal, en cualquier tipo de estrato, determina una mayor o menor protección contra el impacto de la gota de lluvia o el retardo de la escorrentía, regulando los picos de caudal de las corrientes hídricas.

Al eliminar o modificar la cobertura vegetal (cualquiera que sea ésta) se deja el terreno expuesto al impacto de las gotas de lluvia, las cuales producen erosión laminar, seguida por formación de surcos, los cuales pueden convertirse en cárcavas. La situación se agrava aún más cuando se remueve la parte superficial del terreno o descapote, la cual funciona como una segunda capa de protección natural contra la erosión y la infiltración de agua (Suárez, 1998).

Con base en lo mencionado, la **Tabla 72** muestra el porcentaje de uso del suelo existente para cada uno de los años analizados.

TABLA 72: PORCENTAJE DE USO DEL SUELO EN LAS ÉPOCAS ANALIZADAS. FUENTE PROPIA

USO DEL SUELO	COBERTURA DE LA TIERRA	SIMBOLO	AREA (%) 2019	AREA (%) 2014	AREA (%) 1998
Comercial	Parqueadero	122121	0,39	0,20	0,21
Educativo	Tejido urbano continuo; edificaciones para educación	111212	0,84	0,74	0,53
Minería	Arenera no tecnificada	13151	0,16	0,14	0,00
Producción	Papa	2151	0,07	0,35	0,09
Protección	Pastos limpios	231	38,66	42,82	35,11
	Pastos enmalezados	233111			
	Pasto enmalezado; denso bajo; de tierra firme; Gramíneas	233112			
	Mosaico de pastos con espacios naturales; abierto alto; de tierra firme; gramíneas y latifoliadas	244111			

[7] Bauer M. (1996) "Human interferences with metastable slopes of the Stubnerkogel near Badgastein (Austria) and their consecuences for slope stability". " Seventh international symposium on landslides Trondheim Norway. pp. 443-446.

USO DEL SUELO	COBERTURA DE LA TIERRA	SIMBOLO	AREA (%) 2019	AREA (%) 2014	AREA (%) 1998
	Arbustal denso de Chusque, Retamo espinoso y Otros	32211			
	Arbustal denso de Sauco, Chilco, Fucsia y otros	32212			
	Playas	3311			
	Sin cobertura terrestre para realizar la interpretación	0			
Protección Producción	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	3131	29,98	26,39	32,27
	Bosque de galería	3141			
	Plantación de latifoliada de Eucalipto con vegetación secundaria	31522			
	Río; canal hidráulico natural	511			
Recreacional	Andenes e infraestructura asociada	122113	1,42	1,41	0,00
	Plazoleta peatonal	142111			
	Parque recreativo	1424			
Residencial	Tejido urbano continuo; edificaciones para vivienda	111211	19,03	18,80	13,22
	Tejido urbano **dis**continuo; edificaciones para vivienda	111213			
Sin uso	Escombreras; Disposición de material de construcción	13221	1,10	1,69	9,56
	Tierras desnudas y degradadas	333			
	Áreas erosionadas	3331			
Transporte y comunicación	Red vial pavimentada	122111	8,34	7,45	9,02
	Red vial sin pavimentar	122112			

Como se aprecia, el uso del suelo **Residencial** aumentó en un 5,81% con respecto al año de 1.998. Este incremento, se encuentra estrechamente relacionado con la dinámica poblacional que tuvo el área de estudio, con respecto a la invasión de predios no aptos para la construcción.

Los suelos dedicados a la **Protección**, aumento en un 3,55% con respecto al año de 1.998; donde, las coberturas vegetales de Pastos limpios, Pastos enmalezados, Pasto enmalezado; denso bajo; de tierra firme; Gramíneas, Mosaico de pastos con espacios naturales; abierto alto; de tierra firme; gramíneas y latifoliadas, Arbustal denso de Chusque, Retamo espinoso y Otros

Arbustal denso de Sauco, Chilco, Fucsia y otros, y Playas; pudieron iniciar un proceso de restauración natural.

Sin embargo y aunque no son claras las hipótesis, en el año de 2.014 el uso del suelo con carácter Protector tuvo un aumento del 7,71% con respecto al año de 1.998 y una disminución del 4,16% con respecto al año de 2.019.

El uso del suelo con carácter **Protector Productor**, presenta una disminución del 2,29% con respecto al 1.998. De acuerdo con la interpretación multitemporal, se estima que las zonas de amortiguación de las coberturas de Bosque fragmentado con vegetación secundaria, Bosque de galería y Plantación de latifoliada de Eucalipto con vegetación secundaria, fueron las más afectadas por la intervención antrópica.

Aunque para 1.998, los alrededores del área de estudio, presentaban bastante intervención minera; se estima que, a lo largo de estos 21 años, al interior del área de estudio el uso del suelo dedicado a las **actividades mineras** (Arenera no tecnificada) aumentaron en un 0,02% con respecto al 2.014.

La **FIGURA 178**; compara gráficamente los usos del suelo que se determinaron al interior del área de estudio, para cada una de los años interpretados.

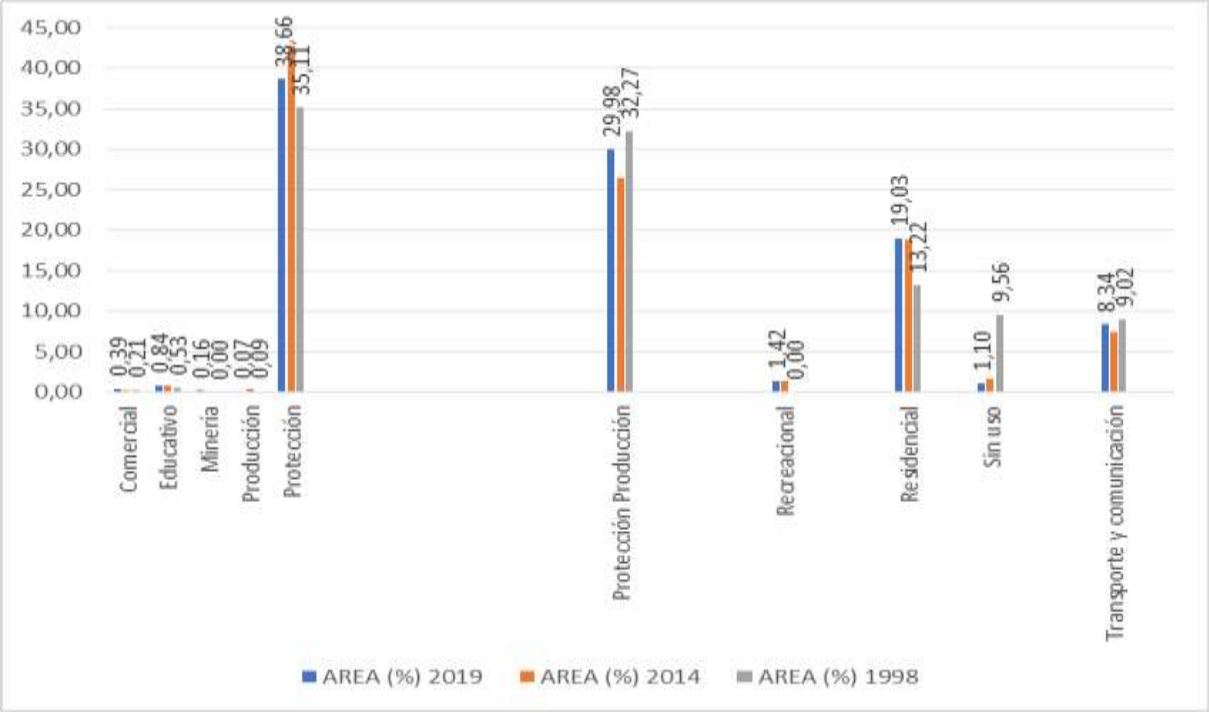


FIGURA 178. COMPARACIÓN DEL USO DEL SUELO.

Finalmente, y con base en los análisis realizados, los procesos de erosión y de movimientos en masa obedecen a fenómenos regidos por leyes naturales y puede considerarse normales cuando ocurren; sin embargo, cuando se presenta un cambio del uso del suelo, ya sea por conflicto de uso o por subutilización de uso (acción antrópica), estos fenómenos naturales pueden ser acelerarlos a tal punto de poner en riesgo tanto las vidas humanas como las construcciones.

De acuerdo con la alternativa seleccionada y con las implementaciones propuestas para la estabilización del talud; no se recomienda soluciones de estabilización con especies de porte arbóreo o arbustivo.

Se recomienda que el enriquecimiento vegetal, sea proveniente de la regeneración natural por parte de la vegetación existente; ya que, de acuerdo con el análisis multitemporal, se observó que la vegetación secundaria (**bosque fragmentado con vegetación secundaria**) tiene la capacidad de resiliencia o colonización de especies tanto de rápido crecimiento como de especies heliófitas y con la capacidad de alta colonización.

11. INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA, ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA Y DETERMINACIÓN DEL MODELO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

En este capítulo se relaciona la exploración del subsuelo mediante métodos directos e indirectos realizada, ensayos de laboratorio y la caracterización geotécnica de los materiales identificados en la zona de estudio. También se presenta la zonificación geotécnica y las condiciones sísmicas.

11.1. EXPLORACIÓN DIRECTA

Se desarrolló un programa de exploración directa mediante la ejecución de perforaciones con equipo mecánico y trincheras escalonadas sobre taludes en el sitio de estudio. En el **Anexo 5** se presentan los registros de exploración directa realizada.

Se ejecutó un total de diez (10) perforaciones con equipo mecánico dentro del área de influencia directa del estudio. Las perforaciones se desarrollaron mediante métodos de rotación, percusión y lavado. En la zona de suelos se avanzó con muestreadores de cuchara partida "Split Spoon", y la ejecución simultánea del ensayo de penetración estándar SPT.

En zonas de bloques y roca, se utilizaron sistemas de rotación, percusión y lavado con tricono, y se recuperaron muestras con muestreadores de doble tubo en diámetro NQ. Con el avance del muestreador se determinó el índice de recuperación de núcleos IRN y en la zona de roca se midió además el índice de calidad del macizo rocoso RQD. En la **Tabla 73** se presentan las coordenadas de ubicación de las perforaciones mecánicas, ver plano PL-GEO-001 y 002.

TABLA 73: COORDENADAS DE LAS PERFORACIONES MECÁNICAS. FUENTE PROPIA

SONDEO	Prof. (m)	Nivel freático (m)	Coordenadas Planas		Cantidades (m)	
			Norte	Este	Suelo	Roca/Coluvión
P1	26.4	N.R.	96931.302	100878.218	10.0	16.4
P2	21.3	*N.E.	96915.018	100901.965	2.0	19.3
P3	24.5	6.0	96895.345	100848.927	8.0	16.5
P4	34.4	N.R.	96857.552	100891.486	1.1	33.3
P5	24.5	N.R.	96797.624	100842.770	5.0	19.5
P6	13.5	N.R.	96918.712	100963.638	7.0	6.5
P7	17.0	N.R.	96874.156	100983.070	12.0	5.0
P8	22.0	N.R.	96826.219	100992.326	7.0	15.0
P9	22.5	N.R.	96720.809	100920.796	3.8	18.7
P10	14.0	N.R.	96795.788	100913.387	6.5	7.5

Nota 1: En la perforación 3 al llegar a los 15 m de profundidad presentó un nivel saltante de agua, se instaló un piezómetro y se estabilizó el nivel de agua a 6.0m de profundidad.

Nota 2: En la perforación 5 se identificó nivel de agua a 0.5m de profundidad y se pierde a 7.0m de profundidad de perforación.

*N.E.=No se encontró. N.R.= No se reporta nivel freático

Como complemento a la campaña de exploración directa se ejecutaron seis (6) trincheras escalonadas sobre superficies horizontales e inclinadas dentro del área directa de estudio con el fin de obtener muestras de suelo alteradas, e inalteradas e identificar espesores de estratos de suelo y roca. En la Tabla 74 se presentan las coordenadas de los sitios donde se ejecutaron las trincheras, ver plano PL-GEO-001 y 002.

TABLA 74: COORDENADAS DE LAS TRINCHERAS.FUENTE PROPIA

TRINCHERA	FECHA DE EJECUCIÓN	Prof. (m)	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas	
			Latitud	Longitud	Norte	Este
TR1	07/11/2019	3.0	4°34'0.97"	74° 4'10.18"	96759.833	100893.655
TR2	07/11/2019	3.0	4°34'2.43"	74° 4'6.94"	96804.709	100993.562
TR3	05/11/2019	8.0	4°34'6.82"	74° 4'11.12"	96939.597	100864.649
TR4	07/11/2019	2.7	4°34'2.78"	74° 4'12.68"	96815.445	100816.557
TR5	05/11/2019	4.1	4°34'6.07"	74° 4'7.44"	96916.562	100978.131
TR6	12/11/2019	6.8	4°34'4.81"	74° 4'5.68"	96877.849	101032.408

Lo anterior con el objeto de obtener la información geotécnica necesaria para conocer la distribución lateral y en profundidad de los diferentes tipos de materiales que componen los depósitos existentes, y recuperar muestras alteradas e inalteradas para realizar los ensayos de laboratorio. Además, se realizaron pruebas de campo como penetración estándar (SPT), y ensayos de laboratorio para clasificación y obtención de parámetros de resistencia que permitan conocer el comportamiento de estos materiales.

11.2. EXPLORACIÓN INDIRECTA

Se desarrolló un programa de exploración geotécnica indirecta mediante ensayos geofísicos de refracción de ondas y resistividad eléctrica con el fin de identificar los espesores de los materiales en el subsuelo, y los contactos de cuerpos de agua en la zona de estudio. En el **Anexo 5** se presentan los resultados de exploración indirecta. En la **TABLA 75**, se presentan las coordenadas de los puntos de inicio y fin de las líneas de refracción sísmica ejecutadas, ver plano PL-GEO-005.

TABLA 75: COORDENADAS INICIO-FIN DE LÍNEAS DE REFRACCIÓN SÍSMICA.FUENTE PROPIA

Línea Refracción Sísmica	Long. de la Línea (m)	Coordenadas Planas Inicio		Coordenadas Planas Fin	
		Norte	Este	Norte	Este
LRS 1	45	96841.871	100808.537	96881.515	100829.810
LRS 2	45	96892.887	100849.853	96931.915	100869.276
LRS 3	45	96915.320	100861.260	96954.964	100881.916
LRS 4	45	96808.381	100854.796	96843.723	100882.237
LRS 5	45	96854.480	100893.337	96884.291	100928.179
LRS 6	45	96884.291	100928.179	96915.332	100962.713
LRS 7	60	96724.807	100947.932	96776.743	100973.213
LRS 8	60	96777.972	100973.521	96831.444	100996.951
LRS 9	45	96832.675	101011.444	96874.469	101031.792
L1-MASW	60	96854.787	100893.337	96894.681	100938.153
L2-MASW	60	96945.320	100877.713	96892.120	100849.785

Se realizaron también tomografías eléctricas, el ensayo consistió en la propagación de corriente eléctrica a través del subsuelo con la ayuda de pares de electrodos. La generación de esta corriente eléctrica genera un flujo de corriente que es impulsada por un potencial de campo eléctrico. Con base en este potencial se midió la resistencia del suelo al flujo de corriente, que se conoce como resistividad. En la **Tabla 76** se presentan las coordenadas de inicio y fin de los ensayos de resistividad eléctrica mediante tomografías, ver plano PL-GEO-005.

TABLA 76: COORDENADAS INICIO-FIN DE ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA

Línea de R.E	Long. de la Línea (m)	Coordenadas Planas Inicio		Coordenadas Planas Fin	
		Norte	Este	Norte	Este
LTM-1	80	96720.195	100921.721	96766.590	100861.892
LTM-2	80	96769.355	100862.201	96821.590	100806.997
LTM-3	80	96939.290	100864.649	97008.735	100834.730
LTM-4	80	96887.058	100939.588	96932.223	100876.676
LTM-5	40	96874.162	101037.651	96897.513	101003.728
ERT1	93	96889.226	100937.076	96942.051	100860.535
ERT2	93	96759.506	100873.551	96821.854	100804.546

Fuente: Elaboración propia

La localización de la exploración geotécnica indirecta en planta y perfil se presenta dentro del anexo de geotecnia, en el plano PL-GEOT-001 y PL-GEOT-002 respectivamente.

Según lo acordado en el comité No 13 realizado el pasado 5 de febrero del 2020, en el cual el IDIGER aceptó por una parte que no era posible cumplir los términos de referencia de hacer líneas sísmicas de 100 m previstas en los alcances de estos trabajos debido a la presencia de vías y otros obstáculos urbanísticos, y decidió solo se aceptar líneas sísmicas de no menos de 60 m de longitud. Por otra parte, se rechaza los ensayos de tomografías eléctricas por la baja potencia de los equipos utilizados.

En estas condiciones planteadas, de la primera campaña solo se aceptaron dos las líneas de refracción sísmica de 60 m, es decir las líneas 7 y 8 ya presentadas y se solicita incluir ensayos MASW.

Al respecto esta consultoría hace la siguiente aclaración: si bien la información no fue aceptada por el IDIGER, por razones contractuales, la calidad de los ensayos es la adecuada y fue determinante en la definición del modelo geológico geotécnico del sitio, por lo tanto, se tomó la decisión de dejar estos resultados que son sin duda alguna de un aporte invaluable para la definición del modelo geotécnico.

Ante la dificulta presentada en la primera campaña, (de orden técnico, cobertura del suelo y demás), fue necesario efectuar una segunda campaña de Geofísica para poder obtener los resultados esperados, se presenta en este documento en el ANEXO 5.6 los resultados obtenidos y que no genera ninguna variación al modelo geotécnico inicialmente presentado.

11.3. COMPORTAMIENTO DEL AGUA EN EL SUBSUELO

Con base en los resultados de la exploración tanto directa como indirecta se concluye lo siguiente:

En la mayoría de las perforaciones se perdió el agua; y se nota una mayor pérdida hacia las perforaciones que quedan cercanas al rio Fucha P1, P2, P6 y P7.

En las perforaciones P6 y P7 se encontró nivel freático a 6 m de profundidad y está relacionado con la proximidad del rio Fucha.

En las perforaciones P4, P5, P8, P9 y P10 se perdió el agua durante el proceso de perforación.

En la perforación P3 se encontró una particularidad; al alcanzar los 15 m de profundidad, se detectó un acuífero confinado que hizo que brotara agua hasta la superficie del terreno y luego de unas horas se estabilizo; al finalizar la perforación en este sitio se instaló un piezómetro de tubo abierto y el agua se equilibró a 6 m de profundidad.

Es importante anotar que se detectan en el depósito fluvioglaciar, la alternancia de estratos granulares con otros ligeramente más arcillosos que generan bolsas de agua que desaparecen en el momento de la perforación, al interconectar las diferentes capas; la presencia de agua también afectó localmente el proceso de muestreo durante la perforación.

Por su parte En las tomografías eléctricas de la parte alta es decir la tomografía LTM1 y LTM2 se encuentra niveles bajos de resistividad en el estrato Qat que ratifica la presencia de agua en dichos estratos; hacia la parte superior de la LTM1 se encontraron zonas más húmedas que reflejan zonas de concentración de agua superficial en los primeros 3 metros. En las tomografías bajas es decir LTM3, LTM4 y LTM5, se reportan zonas de baja resistividad en la roca fracturada, que indican la presencia de agua dentro del macizo rocoso.

También es importante resaltar que en el estudio realizado por IFCAYA Ltda para la Secretaria de Obras Publicas del Distrito (1988) se menciona de las perforaciones realizadas en la fecha del estudio que para los niveles estratigráficos con mayor contenido de material granular se presentan mayores contenidos de agua, encontrando el suelo en estado saturado e incluso semilíquido; que dejan en evidencia la presencia de acuíferos confinados en el cuerpo del depósito.

En el mismo estudio citado anteriormente se menciona la existencia de zonas pantanosas en la parte alta del deslizamiento, el cambio de alineamiento del cauce de la quebrada La Pichosa que hacen suponer un antiguo cauce de dicha corriente que continúa fluyendo de manera subterránea hacia la zona inestable. Llama la atención que en mediciones de caudal realizadas entre dos puntos sobre el cauce de la quebrada y en un punto intermedio se encuentra la parte alta del Barrio Gran Colombia se registra una pérdida de caudal de 0.9 litros/seg, que permite inferir un aporte de caudal al deslizamiento.

También se hace referencia a una gran cantidad de manantiales (32 en total) que afloran en la zona inestable del Barrio Gran Colombia.

11.4. ENSAYOS DE LABORATORIO

Para la correcta identificación y caracterización de los diferentes materiales de suelo presentes en el área de estudio se realizaron ensayos de laboratorio para la caracterización física y mecánica de las muestras de suelo y roca obtenidas en la exploración directa mediante perforaciones mecánicas y trincheras sobre los taludes.

Estos ensayos se plantean así:

- Ensayos de clasificación como: humedades, límites de consistencia, peso específico, peso unitario, lavado sobre tamiz 200 y granulometría.

- Ensayos especiales como: ensayos de cortes directos (consolidado drenado), compresión simple en roca, permeabilidad de laboratorio y consolidación unidimensional.

A continuación, en **Tabla 77** se presenta la relación de ensayos de laboratorio efectuados:

Tabla 77: Resumen de los resultados de laboratorio. Fuente: Elaboración propia

BARRIO LA GRAN COLOMBIA														
RESUMEN DE DATOS														
PERF	**MTRA**	**CLAS**	**Profundidad (m)**		**Zprom (m)**	**Humedad natural (%)**	**Límite Liquido**	**Límite Plástico**	**Indice de plasticidad**	**Peso Unitario (Ton/m3)**	**SPT (golpes/pie)**	**Cu (Ton/m2)**	**Gs**	**PT200 (%)**
			de	a										
P-1	1	Qr	0	0,5	0,25	23,74							2,33	47,18
P-1	2	Qr	0,5	1	0,75	13,65					4			
P-1	3	Qr	1	1,5	1,25	22,35				1,88	5			60,88
P-1	4		1,5	1,6	1,55						50			
P-1	5	Qfgc	1,6	3	2,3	21,59								
P-1	6	Qfgc	3	3,5	3,25	26,05	55,1	26,3	28,8		13			
P-1	7	Qfgc	3,5	4	3,75	18,35				1,85	13		2,51	79,4
P-1	8	Qfgc	4	4,5	4,25	23,82	39,3	20,3	19		13			
P-1	9	Qfgs	4,5	5	4,75	10,8				1,99	42			13,65
P-1	10	Qfgc	5	5,5	5,25						13			
P-1	11	Qfgc	5,5	6	5,75	18,02					9		2,59	
P-1	12	Qfgc	6	6,5	6,25	11,01	33,3	18,8	14,5		9			
P-1	13	Qfgc	6,5	7	6,75	18,23				2,14	13			77,99
P-1	14	Qfgc	7	7,5	7,25	15,1					14		2,4	
P-1	15	Qfgc	7,5	8	7,75	14,18	39,4	20,1	19,3		15			
P-1	16	Qfgs	8	8,5	8,25	16,01					21			67,12
P-1	17	Qfgc	8,5	9	8,75	16,04				2,19	16			
P-1	18		9	9,5	9,25	15,93	49,5	21,8	27,7		28			
P-1	19	Qfgs	9,5	10	9,75	17,16					50		2,55	
P-1	20	Qfgs	10	11,5	10,75									
P-1	21	Qfgs	11,5	13	12,25	6,27								
P-1	22	Qat	13	14,5	13,75									
P-1	23	Qat	14,5	16	15,25									
P-1	24	Qat	16	17,5	16,75									
P-1	25	Qat	17,5	19	18,25	7,28								
P-1	26	Rb	19	20,5	19,75									
P-1	27	Rb	20,5	22	21,25									
P-1	28	Rb	22	23,5	22,75									
P-1	29	Rb	23,5	25	24,25									
P-2	1	Qr	0	0,5	0,25	13,8	35,1	25,7	9,4		8		2,45	41,71
P-2	2	Qr	0,5	1	0,75	9,88				1,9	13			28,73
P-2	3	Qr	1	1,5	1,25	22,27	49,3	27,3	22	1,76	24		2,4	69,84
P-2	4	Qr	1,5	1,8	1,65	25,71	54,8	27,5	27,3	1,91	50			69,94
P-2	5	Qat	2	3,8	2,9									
P-2	6	Qat	3,8	5,3	4,55									
P-2	7	Qat	5,3	6,8	6,05									
P-2	8	Qat	6,8	6,85	6,825						50			
P-2	9	Qat	6,85	8,3	7,575									
P-2	10	Qat	8,3	9,8	9,05									
P-2	11	Qat	9,8	11,3	10,55	11,78								
P-2	12	Qat	11,3	12,8	12,05									
P-2	13	Qat	12,8	14,3	13,55									
P-2	14	Qat	14,3	15,8	15,05									
P-2	15	Qat	15,8	16,8	16,3									
P-2	16	Qat	16,8	18,3	17,55									
P-2	17	Qat	18,3	19,8	19,05									
P-2	18	Qat	19,8	21,3	20,55									

RESUMEN DE DATOS

PERF	MTRA	CLAS	Profundidad (m)		Zprom (m)	Humedad natural (%)	Límite Liquido	Límite Plástico	Indice de plasticidad	Peso Unitario (Ton/m3)	SPT (golpes/pie)	Cu (Ton/m2)	Gs	PT200 (%)
			de	a										
P-3	1	Qr	0,2	0,3	0,25	5,29								
P-3	2	Qr	0,3	1,5	0,9	32,78							2,34	46,27
P-3	3	Qr	1,5	2	1,75	36,99				1,63	2			
P-3	4	Qfgc	2	2,5	2,25	15,5					7			
P-3	5	Qfgc	2,5	3	2,75	11,72				2,09	13			28,4
P-3	6	Qfgs	3	3,5	3,25	9,94					30			
P-3	7	Qfgc	3,5	4	3,75	11,12					14		2,52	
P-3	8	Qfgc	4	4,5	4,25	10,49					13			19,71
P-3	9	Qfgc	4,5	5	4,75	13,26					10			
P-3	10	Qfgc	5	5,5	5,25	10,83				2,07	15			17,5
P-3	11	Qfgs	5,5	6	5,75	12,35					32		2,55	
P-3	12	Qfgc	6	6,5	6,25						13			
P-3	13	Qfgc	6,5	7	6,75	14,25					18			34,36
P-3	14	Qfgc	7	7,5	7,25						24			
P-3	15	Qfgc	7,5	8	7,75	16,7				2,06	22			
P-3	16		8	8,5	8,25						50			
P-3	17	Qat	8,5	10	9,25									
P-3	18	Qat	10	10,5	10,25	12,3	33,9	20,8	13,1	2,17	26			
P-3	19	Qat	10,5	11	10,75	10,81					50		2,55	20,5
P-3	20	Qat	11	12,5	11,75									
P-3	21	Qat	12,5	14	13,25									
P-3	22	Qat	14	15,5	14,75									
P-3	23	Qat	15,5	15,5	15,5						50			
P-3	24	Qat	15,5	17	16,25									
P-3	25	Qat	17	17,5	17,25	12,82					50			32,18
P-3	26	Qat	17,5	19	18,25									
P-3	27	Qat	19	20,5	19,75	19,43				2,08				
P-3	28	Qat	20,5	21	20,75	10,19	37,3	20,2	17,1		28			14,2
P-3	29	Qat	21	22,5	21,75									
P-3	30	Qat	22,5	22,5	22,5						50			
P-3	31	Qat	22,5	24	23,25									
P-3	32	Qat	24	24	24						50			
P-3	33	Rb	24	25,5	24,75									
P-3	34	Rb	25,5	27	26,25					2,33				
P-3	35	Rb	27	28,5	27,75									
P-4	1	Qr	0	1	0,5	12,29							2,62	31,11
P-4	2	Qat	1	1,1	1,05	18,97				1,8	50			
P-4	3	Qat	1,1	2,1	1,6	8,81								9,7
P-4	4	Qat	2,1	3,6	2,85									
P-4	5	Qat	3,6	5,1	4,35									
P-4	6	Qat	5,1	5,6	5,35						44			
P-4	7	Qat	5,6	7	6,3									
P-4	8	Qat	7	7,05	7,025						50			
P-4	9	Qat	7,05	8,05	7,55									
P-4	10	Qat	8,05	8,55	8,3						65			
P-4	11	Qat	8,55	10,05	9,3									
P-4	12	Qat	10,05	11,5	10,775									
P-4	13	Qat	11,5	12,5	12									
P-4	14	Qat	12,5	14	13,25									
P-4	15	Qat	14	15,5	14,75									
P-4	16	Qat	15,5	15,5	15,5						50			
P-4	17	Qat	15,5	17	16,25									
P-4	18	Qat	17	18,5	17,75									
P-4	19	Qat	18,5	20	19,25									
P-4	20	Qat	20	21,5	20,75									
P-4	21	Qat	21,5	23	22,25	6,34				2,07			2,69	92,37
P-4	22	Qat	23	24,5	23,75									
P-4	23	Qat	24,5	26	25,25	6,81								99,7
P-4	24	Qat	26	27,5	26,75									
P-4	25	Qat	27,5	29	28,25									
P-4	26	Qat	29	30	29,5									
P-4	27	Rb	30	31,5	30,75					2,03				
P-4	28	Rb	31,5	33	32,25	9,3							2,5	92,46
P-4	29	Rb	33	34,5	33,75									
P-4	30	Rb	34,5	35,5	35	8,38				2,48				

RESUMEN DE DATOS

PERF	MTRA	CLAS	Profundidad (m)		Zprom (m)	Humedad natural (%)	Límite Liquido	Límite Plástico	Indice de plasticidad	Peso Unitario (Ton/m3)	SPT (golpes/pie)	Cu (Ton/m2)	Gs	PT200 (%)
			de	a										
P-5	1	Qr	0	0,5	0,25					1,98	16			
P-5	2	Qfgc	0,5	1	0,75						7			
P-5	3	Qfgc	1	1,5	1,25						5			
P-5	4	Qfgc	1,5	2	1,75					1,96	18			
P-5	5	Qfgc	2	2,5	2,25						43			
P-5	6	Qfgc	2,5	3	2,75						42			
P-5	7	Qfgc	3	3,5	3,25						26			
P-5	8	Qfgc	3,5	4	3,75						36			
P-5	9	Qfgc	4	4,5	4,25					1,93	50			
P-5	10	Qfgc	4,5	5	4,75						23			
P-5	11	Qfgc	5	5,5	5,25						60			
P-5	12	Qat	5,5	7	6,25									
P-5	13	Qat	7	8,5	7,75									
P-5	14	Qat	8,5	10	9,25									
P-5	15	Qat	10	11,5	10,75									
P-5	16	Qat	11,5	13	12,25									
P-5	17	Qat	13	14,5	13,75									
P-5	18	Qat	14,5	16	15,25									
P-5	19	Qat	16	17,5	16,75									
P-5	20	Rb	17,5	19	18,25									
P-5	21	Rb	19	20,5	19,75									
P-5	22	Rb	20,5	22	21,25					2,11				
P-5	23	Rb	22	23,5	22,75									
P-5	24	Rb	23,5	25	24,25									
P-6	1	Qr	0	0,5	0,25	19,27					10		2,52	58,81
P-6	2	Qr	0,5	1	0,75	24,35				1,6	14			
P-6	3	Qr	1	1,5	1,25	3,41					18			
P-6	4	Qr	1,5	2	1,75	9,73					27		2,5	
P-6	5	Qr	2	2,5	2,25	15,92					23			48,6
P-6	6	Qr	2,5	3	2,75	17,3					17			
P-6	7	Qr	3	3,5	3,25	21,58				1,94	21			
P-6	8	Qr	3,5	4	3,75	16,15					10			
P-6	9	Qr	4	4,5	4,25	11,62					21		2,58	
P-6	10	Qfgs	4,5	5	4,75	9,78					38			23,54
P-6	11	Qfgs	5	5,5	5,25	6,98					50			
P-6	12	Qfgs	5,5	6	5,75									
P-6	13	Sr	6	6,5	6,25	10,13					32			
P-6	14	Sr	6,5	7	6,75	7,73	33,9	19,9	14	2,13	50		2,5	95,74
P-6	15	Rb	7	8,5	7,75		37,1	20,2	16,9					
P-6	16	Rb	8,5	10	9,25									
P-6	17	Rb	10	11,5	10,75									
P-6	18	Rb	11,5	13	12,25									
P-6	19	Rb	13	14	13,5									
P-7	1	Qr	0	0,5	0,25	16,37								
P-7	2	Qr	0,5	1	0,75	25,3					4			29,64
P-7	3	Qr	1	1,5	1,25	19,03				1,88	11		2,42	
P-7	4	Qr	1,5	2	1,75	23,46					10			
P-7	5	Qfgc	2	2,5	2,25						7			
P-7	6	Qfgc	2,5	3	2,75	21,91					4			
P-7	7	Qfgc	3	3,5	3,25	21,85					9			56,28
P-7	8	Qfgc	3,5	4	3,75	41,84					10		2,64	
P-7	9	Qfgc	4	4,5	4,25	24,69				1,87	55			
P-7	10	Qfgc	4,5	5	4,75	16,3					30			
P-7	11	Qfgc	5	5,5	5,25	12,98					12			
P-7	12	Qfgc	5,5	6	5,75	13,47					22			36,64
P-7	13	Qfgc	6	6,5	6,25	11,04				2,22	55			
P-7	14	Qfgc	6,5	7	6,75	12,34					36			17
P-7	15	Qfgc	7	7,5	7,25	9,43					26		2,56	
P-7	16	Qfgs	7,5	8	7,75	9,19					67			
P-7	17	Qfgs	8	8,5	8,25	14,71					29			14,41
P-7	18	Qfgs	8,5	9	8,75	11,62				2,1	52			
P-7	19	Qfgs	9	9,5	9,25	8,34					48			
P-7	20	Qfgs	9,5	10	9,75	18,24				1,98	28			
P-7	21	Qfgc	10	10,5	10,25	13,86					54			
P-7	22	Qfgc	10,5	11	10,75	19,79					55			84,24
P-7	23	Qfgc	11	11,5	11,25						75			
P-7	24	Qfgc	11,5	12	11,75	15,92					80			27,9
P-7	25	Rb	12	13,5	12,75									
P-7	26	Rb	13,5	14,5	14									
P-7	27	Rb	14,5	15,5	15									
P-7	28	Rb	15,5	17	16,25									

RESUMEN DE DATOS

PERF	MTRA	CLAS	Profundidad (m)		Zprom (m)	Humedad natural (%)	Límite Liquido	Límite Plástico	Indice de plasticidad	Peso Unitario (Ton/m3)	SPT (golpes/pie)	Cu (Ton/m2)	Gs	PT200 (%)
			de	a										
P-8	1	Qfgc	0	0,5	0,25	11,22				1,98	5			
P-8	2	Qfgc	0,5	1	0,75	13					6		2,55	26,62
P-8	3	Qfgc	1	1,5	1,25	13,81	58,1	28,2	29,9		4			
P-8	4	Qfgc	1,5	2	1,75	24,58				1,89	14			
P-8	5	Qfgc	2	2,5	2,25	25,72					17		2,67	
P-8	6	Qfgc	2,5	3	2,75	25,58					16			97,93
P-8	7	Qfgc	3	3,5	3,25	33,83	64,4	33	31,4		13			
P-8	8		3,5	4	3,75	21,9				1,95	60			
P-8	9	Qat	4	5,5	4,75	8,39								9,5
P-8	10		5,5	5,5	5,5						50			
P-8	11	Qat	5,5	7	6,25									
P-8	12		7	7	7						50			
P-8	13	Qat	7	8,5	7,75									
P-8	14		8,5	8,7	8,6	8,89					50			36,1
P-8	15	Rb	8,7	10,2	9,45	10,04	30,9	20,7	10,2				2,4	79,3
P-8	16	Rb	10,2	11	10,6									
P-8	17	Rb	11	12	11,5					2,16				
P-8	18	Rb	12	13	12,5	17,06								48
P-8	19	Rb	13	14,5	13,75		40	22,1	17,9					
P-8	20	Rb	14,5	16	15,25									
P-8	21	Rb	16	17,5	16,75									
P-8	22	Rb	17,5	19	18,25									
P-8	23	Rb	19	20,5	19,75					2,43				
P-9	1	Qfgc	0,2	0,7	0,45									
P-9	2	Qfgc	0,7	1,2	0,95					1,55	18			
P-9	3	Qfgc	1,2	1,7	1,45						18			
P-9	4	Qfgc	2,3	2,8	2,55					1,69	50			
P-9	5	Qfgs	3,3	3,8	3,55						44			
P-9	6	Qat	3,8	4,8	4,3									
P-9	7	Qat	4,8	6	5,4									
P-9	8	Qat	6	7,5	6,75									
P-9	9	Qat	7,5	9	8,25									
P-9	10	Qat	9	9,5	9,25					1,98	35			
P-9	11	Qat	9,5	11	10,25									
P-9	12	Qat	11	11,5	11,25						51			
P-9	13	Qat	11,5	13	12,25									
P-9	14	Qat	13	13,5	13,25						40			
P-9	15	Qat	13,5	15	14,25									
P-9	16	Qat	15	16,5	15,75									
P-9	17	Qat	16,5	18	17,25									
P-9	18	Qat	18	19	18,5									
P-9	19	Qat	19	20	19,5									
P-9	20	Qat	20	21	20,5									
P-9	21	Rb	21	22,5	21,75									
P-9	22	Rb	22,5	24	23,25					2,33				
P-10	1	Qfgc	0,5	1	0,75	12,69					19			21,59
P-10	2	Qfgc	1	1,5	1,25	14,68				2,08	18			
P-10	3	Qfgc	2	2,5	2,25	30,32	30,6	22,9	7,7		3			
P-10	4	Qfgc	2,5	3	2,75	26,2				1,53	18			64,62
P-10	5	Qfgc	3	3,5	3,25	33,99					37			
P-10	6	Qfgc	4	4,5	4,25	20,73	51,9	27,5	24,4	2,18	12			
P-10	7	Qfgc	4,5	5	4,75	18,04					64			
P-10	8	Qat	6	6,5	6,25	12,79	37	21,8	15,2	2,13				99,66
P-10	9	Rb	6,5	8	7,25	16,44								
P-10	10	Rb	8	9,5	8,75									
P-10	11	Rb	9,5	11	10,25	25,27				2,23				
P-10	12	Rb	11	12,5	11,75									
TR-1	1	Qr	1,4	1,6	1,5	30,12				1,39				88,4
TR-1	2	Qfgs	2,7	3	2,85	13,86							2,56	30,42
TR-2	1	Qr	0,5	0,8	0,65	26,54				1,38				82,58
TR-2	2	Qfgc	2	2,5	2,25	30,17	48,8	30,8	18				2,4	73,44
TR-3	1	Qfgc	0,9	1,1	1	13,63								82,92
TR-3	2	Qfgc	1,6	2	1,8	16,46	39,5	21	18,5	1,9			2,55	
TR-3	3	Qfgc	7,5	7,8	7,65	27,01								95,87
TR-4	1	Qfgs	0,7	1	0,85	1,12								
TR-4	2	Qfgs	2,4	2,7	2,55	2,5				1,95			2,56	27,85
TR-5	1	Qfgs	1	1,5	1,25	23,88							2,52	56,36
TR-5	2	Rb	3,5	4	3,75	4,47				2,58				
TR-6	1	Qr	0	1,5	0,75	20,5								61,56
TR-6	2	Qfgc	1,5	2,6	2,05	27,58				1,73			2,67	65,36
TR-6	3	Qfgc	2,6	3	2,8	16,3							2,48	14,7

A continuación, en **Tabla 78** se presenta la relación de ensayos de laboratorio efectuados:

TABLA 78 ENSAYOS DE LABORATORIO EJECUTADOS

ENSAYOS DE LABORATORIO	UNIDAD	CANTIDAD PROPUESTA	CANTIDAD EJECUTADA
Peso unitario por peso y volumen	Un	20	51
Humedad natural	Un	20	137
Peso específico de solidos	Un	15	40
Límites de Atterberg	Un	15	45
Granulometría por tamizado sin lavado	Un	10	13
Carga puntual en roca	Un	2	18
Corte directo consolidado drenado (3 puntos)	Un	8	9
Compresión simple en roca	Un	5	20
Compresión inconfinada (curva esf-def)	Un	5	0

Fuente: Elaboración propia

En el **Anexo 5** se presentan los reportes de los ensayos de laboratorio ejecutados en desarrollo del estudio.

11.4.1. Resultados ensayos especiales

A continuación, se presentan los resultados de los ensayos especiales tales como cortes directos (consolidado drenado), compresión simple en roca, carga puntual, permeabilidad de laboratorio, consolidación unidimensional.

- Ensayo de permeabilidad de laboratorio:

TABLA 79: RESULTADOS DE ENSAYO DE PERMEABILIDAD.

Perforación	Muestra	Profundidad (m)	Valor de permeabilidad k (m/seg)
P3	11	5.5 - 6.0	2.07E-04
P3	27	19 - 20.5	4.97E-05
P5	5	3.3 – 3.8	1.02E-05
P5	10	4.5 – 5.0	1.69E-05
P7	16	7.5 – 8.0	2.71E-05

Fuente: elaboración propia

- Ensayo de consolidación unidimensional:

Los ensayos de consolidación se realizaron con el propósito de determinar los índices de compresibilidad de los materiales arcillosos y el coeficiente de consolidación Cv, los cuales guardan una estrecha relación con la permeabilidad del suelo.

TABLA 80: RESULTADOS DE ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL.

Perforación	Muestra	Profundidad (m)		Coeficiente de compresibilidad			
		De	Hasta	C. de re compresión Cr	C. de compresión Cc	C. de consolidación Cv (cm²/min)	Presión de pre consolidación (Ton/m2)
P-8	8	3.5	4.0	0.034	0.335	0.0291	20.0
P-6	13	6.0	6.50	0.030	0.279	0.081	10.0
TR6	2	1.5	2.6	0.030	0.220	0.333	10.0
TR3	1	0.9	1.1	0.035	0.250	0.051	10.0

Fuente: elaboración propia

- Ensayo de compresión simple:

TABLA 81: RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE.

MUESTRA	PROFUNDIDAD (mt)	DESCRIPCION	Qult (kg/cm²)
P1 - M27	20.5 - 22.0	Arcillolita gris	14.65
P1 - M29	23.5 - 25.0	Arcillolita gris	145.90
P3 - M34	25.5 - 27.0	Arcillolita gris	77.04
P4 – M28	31.5 - 33.0	Arcillolita gris	30.14
P4 – M29	33.0 – 34.5	Arcillolita gris	37.03
P5 - M21	19.0 - 20.5	Arcillolita gris	7.26
P5 - M24	23.5 – 25.0	Arcillolita gris	91.01
P6 - M16	8.5 - 10.0	Arcillolita gris	141.87
P6 - M18	11.5 - 13.0	Arcillolita gris	402.57
P7 - M25	12.0 – 13.5	Arcillolita gris	16.43
P7 - M26	13.5 - 14.5	Arcillolita gris	18.18
P7 - M27	14.5 - 15.5	Arcillolita gris	19.05
P7 - M28	15.5 - 17.0	Arcillolita gris	15.13

MUESTRA	PROFUNDIDAD (mt)	DESCRIPCION	Qult (kg/cm²)
P8 - M19	13.0 - 14.5	Arcillolita gris	3.22
P8 - M22	17.5 - 19.0	Arcillolita gris	18.87
P8 - M23	19.0 - 20.5	Arcillolita gris	30.31
P9 - M21	21.0 – 22.5	Arcillolita gris	6.94
P9 - M22	22.5 – 24.0	Arcillolita gris	6.55
P10 – M10	8.0 – 9.5	Arcillolita gris	22.41
P10 - M12	11.0 - 12.5	Arcillolita gris	73.46

Fuente: elaboración propia

- Ensayo de carga puntual:

TABLA 82: RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE.

MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCION	DISTANCIA (cm)	CARGA P(kg)	Is=P/D² kg/cm²	σc==12 Is kg/cm²
P1 - M26	19.0 - 20.5	Arcillolita gris claro	4.5	15.0	0.74	8.9
			4.5	24.0	1.19	14.2
			4.5	19.0	0.94	11.3
P1 - M28	22.0 - 23.5	Arcillolita gris claro	4.5	84.0	4.15	49.8
			4.5	92.0	4.54	54.5
P3 - M33	24.0 - 25.5	Arcillolita gris claro	4.5	140.0	6.91	83.0
			4.5	160.0	7.90	94.8
P3 - M35	27.0 - 28.5	Arcillolita gris claro	4.5	110.0	5.43	65.2
			4.5	115.0	5.68	68.1
P4 - M23	24.5 - 26.0	Arcillolita gris claro	4.5	164.0	8.10	97.2
			4.5	195.0	9.63	115.6
			4.5	176.0	8.69	104.3
P4 - M27	30.0 - 31.5	Arcillolita gris claro	4.5	8.0	0.40	4.7
			4.5	6.0	0.30	3.6
P4 - M30	34.5 - 35.5	Arcillolita gris claro	4.5	15.0	0.74	8.9
			4.5	14.0	0.69	8.3
			4.5	10.0	0.49	5.9
P5 - M20	17.5 - 19.0	Arcillolita gris claro	4.5	8.0	0.40	4.7
			4.5	7.0	0.35	4.1
P6 - M15	7.0 - 8.5	Arcillolita gris claro	4.5	214	10.57	126.8

MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCION	DISTANCIA (cm)	CARGA P(kg)	Is=P/D² kg/cm²	σc==12 Is kg/cm²
P6 - M19	13.0 - 14.0	Arcillolita gris claro	4.5	63.0	3.11	37.3
			4.5	61.0	3.01	36.1
			4.5	59.0	2.91	35.0
P8 - M15	8.7 - 10.2	Arcillolita gris claro	4.5	7.0	0.35	4.1
			4.5	5.0	0.25	3.0
P8 - M18	12.0 - 13.0	Arcillolita gris claro	4.5	10.0	0.49	5.9
			4.5	12.0	0.59	7.1
			4.5	9.0	0.44	5.3
P8 - M20	14.5 - 16.0	Arcillolita gris claro	4.5	14.0	0.69	8.3
			4.5	16.0	0.79	9.5
			4.5	15.0	0.74	8.9
P8 - M21	16.0 - 17.5	Arcillolita gris claro	4.5	32.0	1.58	19.0
			4.5	38.0	1.88	22.5
			4.5	43.0	2.12	25.5
P10 - M8	5.0 - 6.5	Arcillolita gris claro	4.5	15.0	0.74	8.9
P10 - M9	6.5 - 8.0	Arcillolita gris claro	4.5	16.0	0.79	9.5
			4.5	14.0	0.69	8.3
			4.5	15.0	0.74	8.9
P10 - M11	9.5 - 11.0	Arcillolita gris claro	4.5	10.0	0.49	5.9
			4.5	8.0	0.40	4.7
			4.5	7.0	0.35	4.1
TR5 - M2	3.5 - 4.0	Arcillolita gris claro	4.2	153.0	8.67	104.1
			4.2	146.0	8.28	99.3

Fuente: elaboración propia

- Ensayo de corte directo:

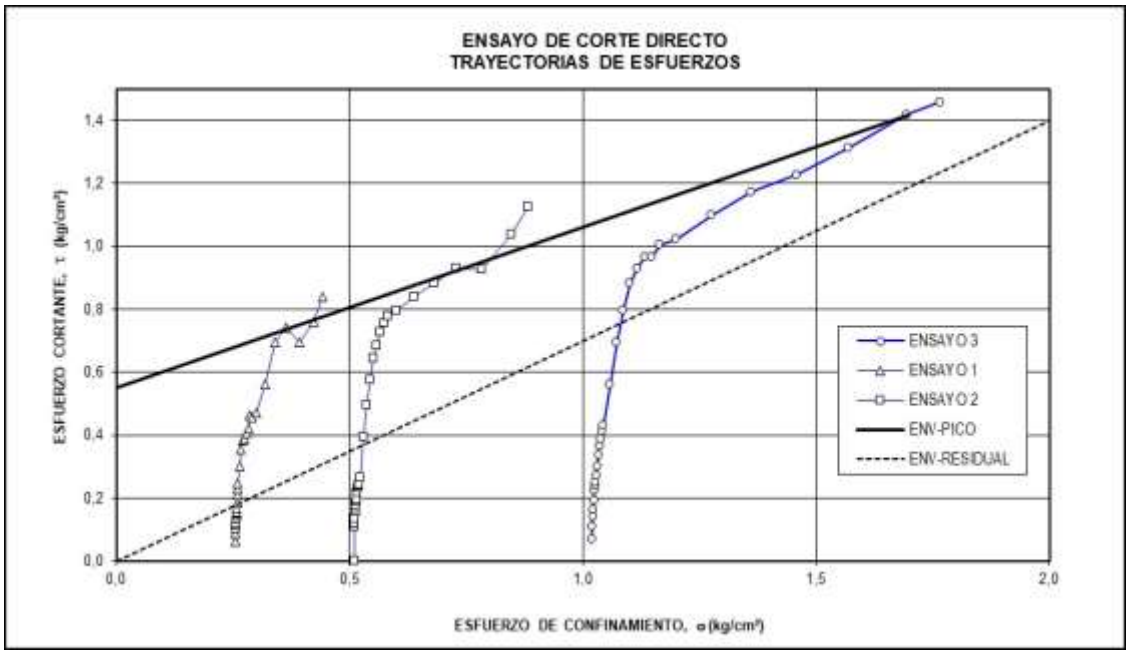
TABLA 83: RESULTADOS DE ENSAYO DE CORTE DIRECTO.

MUESTRA	PROFUNDIDAD (mt)	DESCRIPCION	PARAMETROS DE RESISTENCIA PICO	
			C' (kPa)	ϕ (°)
P3 - M13	6.5 - 7.0	Arena marrón con gravas	55.0	27.0
P5 – M8	6.5 - 7.0	Limo areno arcilloso	25.0	34.0
P6 - M13	6.0 - 6.5	Arcilla de color gris	16.0	26.0

P7 - M11	5.0 - 5.5	Arcilla gris con gravas	40.0	20.0
P8 - M18	12.0 - 13.0	Arcillolita gris	51.0	22.0
P9 - M5	3.3 - 3.8	Arena limosa gris	15.0	49.0
TR2 - M2	2.0 - 2.5	Arcilla limo arenosa marrón	20.0	26.0
TR3 - M1	0.9 - 1.0	Arcilla limosa marrón	27.0	25.0
TR6 - M2	1.5 - 2.6	Arcilla limosa gris	22.0	23.0

En la se presenta una muestra de la trayectoria de esfuerzos, en uno de los ensayos de corte directo ejecutados en desarrollo de este estudio. Las demas memorias de los ensayos de laboratorio tanto de caracterización como especiales se presentan en el **Anexo 5**.

FIGURA 179. TRAYECTORIA DE ESFUERZOS – ENSAYO DE CORTE DIRECTO P3 M13.



Fuente: Ingeomar S.A.S., 2019

11.5. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

La caracterización geotécnica se adelantó mediante reconocimientos detallados realizados por parte del geotecnista y el geólogo para determinar el mecanismo del deslizamiento y la posibilidad de retrogresión del movimiento. Se procedió a determinar las propiedades geotécnicas de los materiales encontrados dentro de la exploración del subsuelo, el perfil promedio del subsuelo y con base en los

ensayos de laboratorio establecer los parámetros de resistencia del suelo, a utilizar en los análisis geotécnicos.

Considerando la población de datos de resultados de ensayos de laboratorio tales como ensayos básicos de clasificación física y ensayos de resistencia efectuados sobre muestras representativas, se hace un análisis estadístico de los resultados obtenidos para cada estrato identificado en el que se define un umbral promedio y un valor de desviación estándar, y en conjunto con los modelos de resistencia aplicados tales como Janbu Bjerrum (L. Bjerrum, 1960), Álvaro González (Alvaro, 1999) se definen valores razonables a los obtenidos en los ensayos de corte directo efectuados para una condición de baja tasa de deformación (condición drenada).

11.5.1. Caracterización Física

Con el fin de clasificar los diferentes tipos de materiales en el área de estudio, éstos se agruparon en función de sus características y propiedades geotécnicas.

Para la clasificación de los materiales se determinaron las propiedades índices de los suelos, tales como contenido de humedad natural, límites líquido y plástico, granulometría por tamizado mecánico y contenido de finos. Con base en los resultados de estos ensayos se determinó el tipo de suelo.

Con los datos de contenido de humedad, peso unitario y peso específico de sólidos se determinaron las relaciones de fase de peso y volumen de los diferentes tipos de suelo en su estado natural, tales como relación de vacíos, saturación y peso unitario seco y total saturado.

11.5.2. Caracterización de resistencia y compresibilidad - suelos:

La determinación de los parámetros de resistencia al corte de los suelos en condiciones drenadas y no drenadas se realizó con base en los resultados de ensayos de compresión inconfinada, sobre muestras representativas de suelos en estado inalterado, y la ejecución de los ensayos de corte directo en condiciones sumergidas (condición más crítica) y cargadas a una baja tasa de deformación, simulando lo mejor posible una condición de carga drenada.

Los ensayos de corte directos se programaron para esfuerzos de cortes con presiones de confinamiento bajos del orden de 10 y 100 kPa, determinando con ellos la envolvente de resistencia al corte tipo Coulomb, en condiciones drenadas, expresada como una componente de cohesión (c´) y un ángulo de fricción (ϕ').

Para la determinación de los parámetros no drenados de resistencia al corte de los suelos, se basan en el ensayo de penetración estándar y se aplica el criterio propuesto por el Ingeniero Jorge Enrique Durán (Duran, 2005), en función del Índice de plasticidad y el valor de campo del ensayo de penetración estándar.

$$Cu/N = \frac{IP/2}{21{,}9317 + 0{,}172977 * IP}$$

Donde IP es el Índice de plasticidad y Cu/N es la relación entre la resistencia al corte no drenado Cu y el valor de campo del ensayo de penetración estándar medido en campo N. Con el fin de efectuar un modelo estadístico de los parámetros de resistencia de los suelos, en condiciones drenadas y no drenadas, y teniendo en cuenta que la totalidad de suelos estudios son predominantemente finos, para el análisis se consideraron los criterios de resistencia al corte de suelos planteados por Skempton, Gibson, Bjerrum y Simons, (Kenney, 1959) en función de su estado de pre consolidación.

Los análisis se efectuaron correlacionando los ensayos de resistencia obtenidos de las muestras de compresión simple y corte directo, con los ensayos de plasticidad de suelos efectuados a toda la población de muestras; mediante estas correlaciones se contó con una herramienta estadística para valorar la variación de los parámetros de resistencia al corte de los diferentes tipos de suelos encontrados en la zona.

El procedimiento de correlación es el siguiente:

Se determina el esfuerzo de pre consolidación se determina a partir de ensayos edométricos con base en la fórmula de Skempton (1975) así:

$$Cu/p' = 0.11 + 0.0037*(IP)$$

En donde:

p’ = esfuerzo vertical efectivo de pre consolidación

IP = Índice de plasticidad

A partir de esta fórmula se determina el esfuerzo vertical efectivo de pre consolidación (p’), el cual es comparable con los resultados obtenidos en ensayos edométricos.

Para la determinación de los parámetros de resistencia en la zona normalmente consolidada. En la siguiente figura se obtiene el ángulo de fricción ϕ NC en función del Índice de plasticidad.

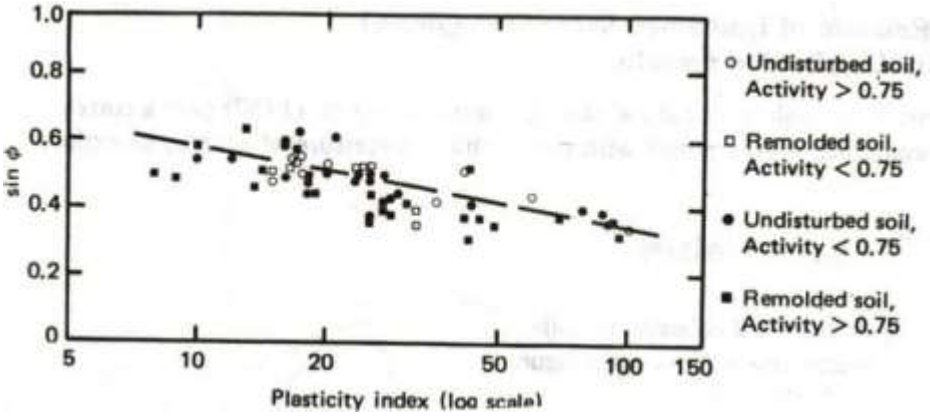


FIGURA 180. RELACIÓN ENTRE EL ÁNGULO DE FRICCIÓN NORMALMENTE CONSOLIDADO Y EL ÍNDICE DE PLASTICIDAD, DAS, BRAJA (1983).

Estos valores se comparan con los resultados obtenidos en la zona NC de los ensayos de corte directo.

Para la determinación de los parámetros de resistencia en la zona sobreconsolidadada, se determinó el ángulo de fricción verdadero, a partir del índice de plasticidad, con base en la tendencia de la siguiente figura.

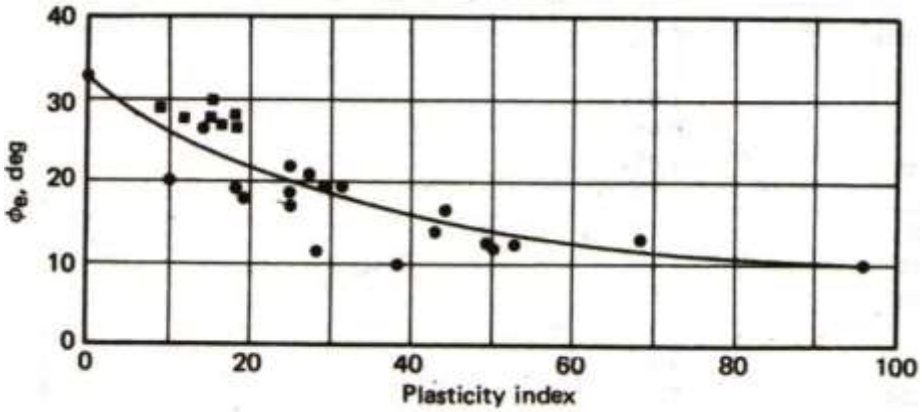


FIGURA 181. RELACIÓN ENTRE EL ÁNGULO DE FRICCIÓN SOBRECONSOLIDADO Y EL ÍNDICE DE PLASTICIDAD, (DAS, ADVANCED SOIL MECHANICS, 1983).

Con los datos anteriores se determinó la envolvente de resistencia en la zona sobre consolidada, a partir del esfuerzo de consolidación que se adopta como la mitad del esfuerzo de pre consolidación del ensayo edométrico. Mediante relaciones geométricas se obtiene el valor de cohesión Ce.

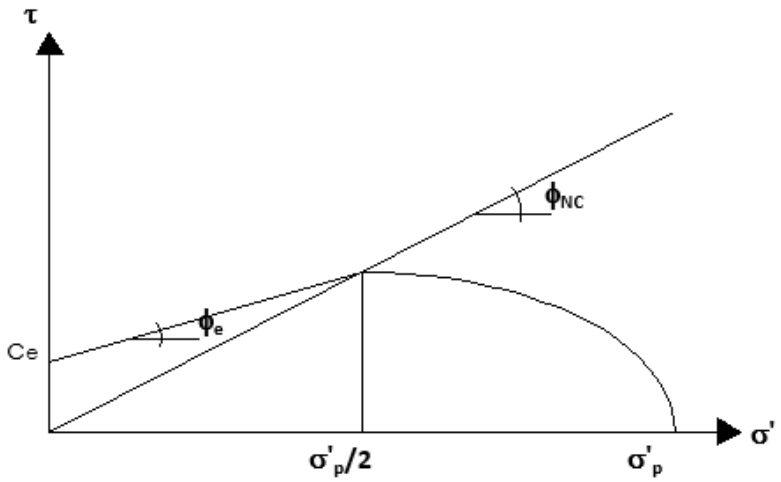


FIGURA 182. DIAGRAMA PARA LA OBTENCIÓN DE LA COHESIÓN CE, (DAS, 1983).

Los parámetros de compresibilidad de suelos se determinaron en función del Módulo Elástico en condición no drenada (Eo), es obtenido de los ensayos de compresión simple y se extienden estadísticamente a través de la correlación entre la resistencia a la compresión simple (Qult) y el Módulo elástico (Eo) donde:

De los ensayos edométricos se obtienen los correspondientes coeficientes de compresibilidad cr y cc, que corresponden a los índices de re compresión y compresión obtenidos respectivamente de la zona sobre consolidada y normalmente consolidada de los ensayos edométricos, de las curvas logaritmo de esfuerzo vs relación de vacíos, y a partir de correlaciones empíricas con el límite liquido; el umbral entre las dos tendencias de compresibilidad corresponde al esfuerzo límite de pre consolidación p´.

11.5.3. Caracterización de material rocoso:

Se aplicó el criterio de rotura de macizos rocosos de Hoek Carranza y Torres (Hoek, 1990) usando el programa de computación asociado, denominado "RocLab".

Este criterio tiene en cuenta roturas frágiles de rocas intactas y un modelo de estudio del comportamiento de macizos rocosos de Brown. Parte de las propiedades de la roca intacta y la aplicación de factores reductores de estas propiedades sobre la base de las características del macizo rocoso diaclasado.

La idea de macizos rocosos "inalterados" y "alterados" por Hoek, y el criterio modificado para obligar a la resistencia a tracción del macizo rocoso a tender a

cero para macizos de calidad muy mala hace más conveniente tratar el criterio original de Hoek- Brown en términos de esfuerzos normales y al corte, según la ecuación original:

$$\sigma_1' = \sigma_3' + \sigma_{ci}\left(m\frac{\sigma_3'}{\sigma_{ci}} + s\right)^{0.5}$$

Donde:

σ'1 y σ'3 son los esfuerzos principales efectivos mayor y menor en el momento de rotura.

σci es la resistencia a compresión uniaxial del material intacto

m y s son las constantes del material, siendo: s = 1 para roca intacta.

Con el fin encontrar relación de los esfuerzos normales y de corte derivando las resistencias cohesivas y ángulos de fricción equivalentes se basó en las tangentes a la envolvente de Mohr obtenida por Bray. Hoek, que sugiere que la resistencia cohesiva determinada al ajustar una tangente a la envolvente curvilínea de Mohr es un valor sobredimensionado y puede dar unos resultados optimistas en los cálculos de estabilidad. Consecuentemente, puede ser más apropiado un valor medio determinado al ajustar una relación lineal de Mohr-Coulomb por métodos de mínimos cuadrados. El concepto de criterio de Hoek-Brown Generalizado en el que la forma de la curva de la tensión principal o la envolvente de Mohr podría ajustarse por medio de un coeficiente variable, a, en lugar del término de la raíz cuadrada de la ecuación original.

El programa usa el criterio de Hoek-Brown generalizado que se expresa:

$$\sigma_1' = \sigma_3' + \sigma_{ci}\left(m_b\frac{\sigma_3'}{\sigma_{ci}} + s\right)^{a}$$

Donde mb es un valor reducido de la constante del material mi y está dado por:

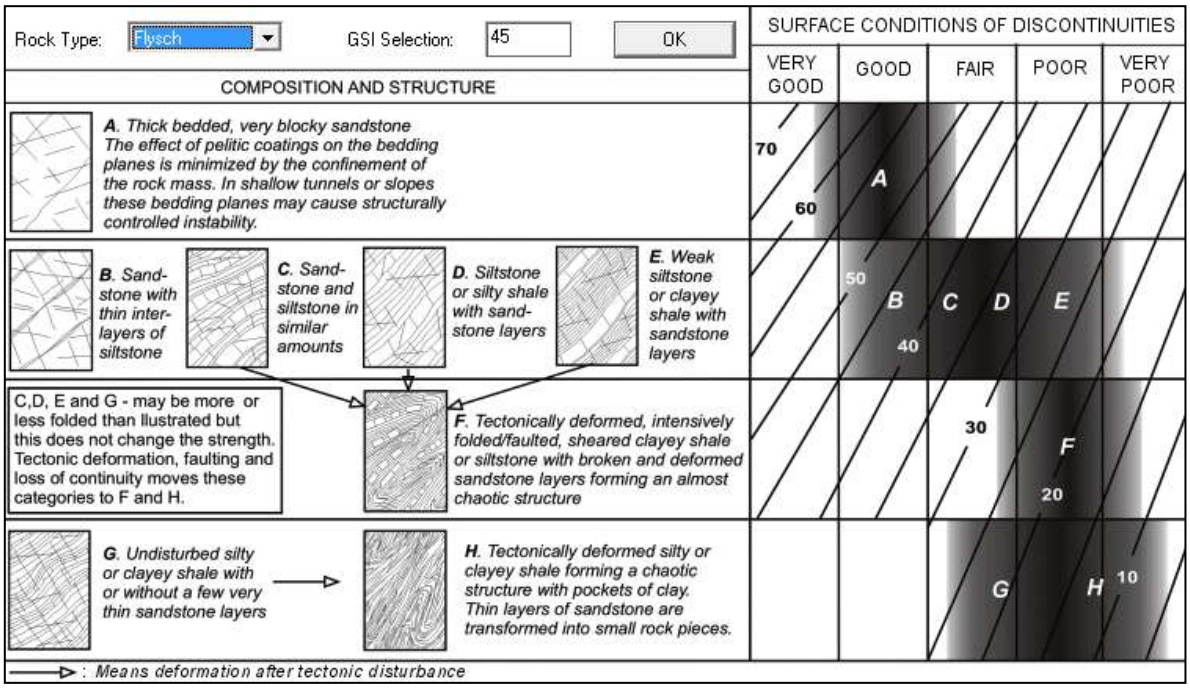
$$m_b = m_i \exp\left(\frac{\mathrm{GSI} - 100}{28 - 14D}\right)$$

s y a son constantes del macizo rocoso dadas por las siguientes relaciones:

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6}\left(e^{-\mathrm{GSI}/15} - e^{-20/3}\right)$$

D es un factor que depende sobre todo del grado de alteración al que ha sido sometido el macizo rocoso por los efectos de las voladuras o por la relajación de esfuerzos. Varía desde 0 para macizos rocosos in situ inalterados hasta 1 para macizos rocosos muy alterados.

Para el valor de GSI se tuvo en cuenta las condiciones de las discontinuidades, así:



11.5.4. Modelo de Caracterización geotécnica del suelo

Considerando la población de datos de resultados de ensayos de laboratorio tales como ensayos básicos de clasificación física y ensayos de resistencia efectuados sobre muestras representativas, se hace un análisis estadístico de los resultados obtenidos para cada estrato identificado en el que se define un umbral promedio y un valor de desviación estándar, y en conjunto con los modelos de resistencia aplicados tales como Janbu Bjerrum (L. Bjerrum, 1960), Álvaro González (Gonzalez J, 1999), se definen valores razonables a los obtenidos en los ensayos de corte directo efectuados para una condición de baja tasa de deformación (condición drenada).

A partir de los resultados obtenidos en las trincheras exploratorias, y los ensayos de laboratorio, se encontraron principalmente cinco (5) materiales diferenciados

por textura, densidad, cementación y plasticidad, tal y como se resumen en la **TABLA 84**.

TABLA 84: ESTRATOS DE MATERIALES IDENTIFICADOS.

Material	Símbolo
Depósito de relleno antrópico	Qr
Deposito fluvio-glaciar gravo arenoso	Qfgs
Deposito fluvio-glaciar arcilloso	Qfgc
Deposito aluvio-torrencial	Qat
Contacto rocoso de Arcillolita	Rb

La caracterización de los estratos que conforman el modelo se presenta a continuación; el rango de variación que se reporta corresponde a una desviación estándar obtenido de la población de datos reportado en la tabla 77.

11.5.4.1 Depósito de Relleno Antrópico: Or

Se trata de un estrato superficial de material de relleno compuesto por limo arenoso de color marrón con presencia ocasional de gravas angulares e intercalaciones con material de escombros. Este depósito se identifica hacia el costado Nor-oeste del barrio hasta una profundidad de 2.0m a partir de la superficie. Hacia la parte media y Sur-este del barrio se identifica con espesor entre 0.5 y 1.0m. En la perforación P-6 sobre la ronda del rio se identificó un espesor de depósito de hasta 5.0m compuesto por limo arenoso con gravas angulares y escombros en matriz limo arcillosa. Las propiedades físicas de este material se describen a continuación:

Humedad natural	ω_n = 18 ± 8 %
Limite Líquido (LL)	LL = 42 ± 10 %
Limite Plástico (LP)	LP = 27 ± 1 %
Índice de plasticidad (IP)	IP = 16 ± 9
Pasa tamiz 200	PT200= 48 ± 15 %
Peso Específico de solidos	Gs = 2.43 ± 0.15
Peso Unitario Total	γt = 17.95 kN/m^3
Saturación	s = 74 ± 21% (máximo 100%)
Relación de vacíos	e = 0.57 ± 0.17
Ensayo de penetración estándar	N^1_{70}= 14 ± 7 golpes/pie

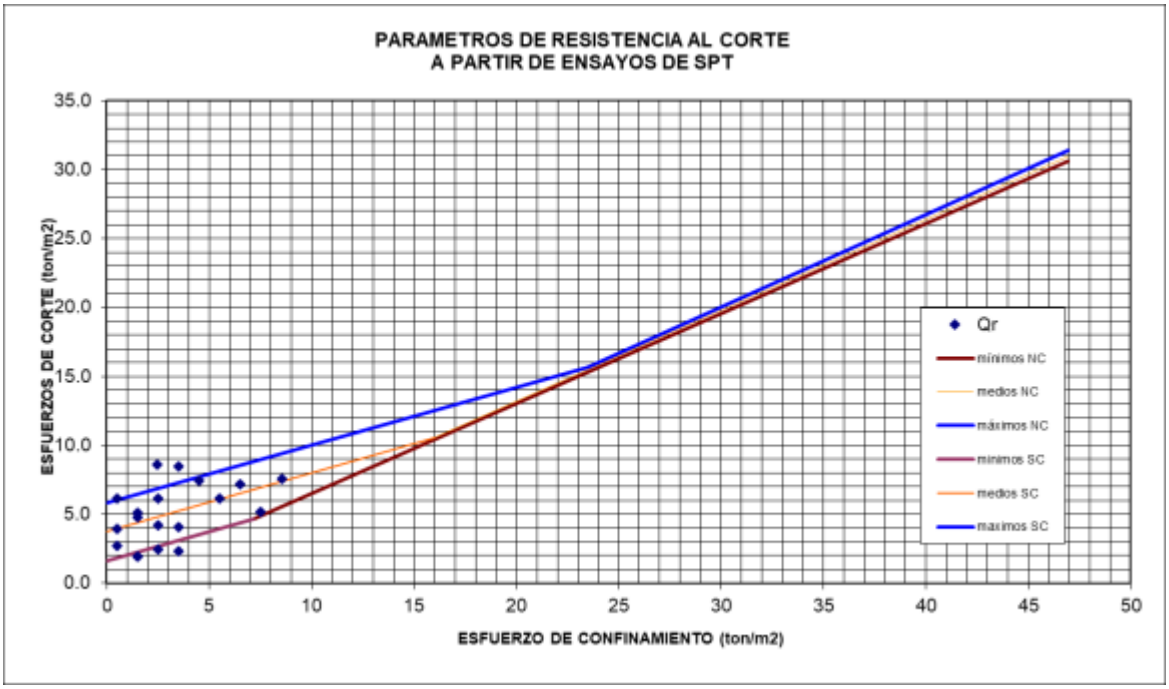


FIGURA 183. ENVOLVENTE DE RESISTENCIA MÉTODO – JANBU BJERRUM, Q_R

De correlaciones con el ensayo SPT y siguiendo los criterios de Janbu Bjerrum, se estiman los siguientes parámetros promedio:

Cohesión (c')	= 37 ± 21 kPa
Angulo de fricción (ϕ')	= 23.1 ± 0.3º
Angulo de fricción (ϕ_{NC})	= 33.4 ± 0.3°

11.5.4.2 Depósito Fluvio-Glaciar Gravo Arenoso: Qfgs

Se trata de un depósito compuesto por gravas angulares de arenisca de tamaño variable entre 1 y 5 pulgadas en matriz areno limosa de color marrón. Se identificó en las perforaciones P-1, P-3 y P-7 con espesor variable entre 3 y 7m a partir de 10 3 y 7m de profundidad respectivamente. Las propiedades físicas de este material se describen a continuación:

Humedad natural	ω_n = 12 ± 4 %
Limite Líquido (LL)	LL = N.L.
Limite Plástico (LP)	LP = N.P.
Índice de plasticidad (IP)	IP = N.P.

Pasa tamiz 200	PT200= 30 ± 25 %
Peso Específico de solidos	Gs = 2.55
Peso Unitario Total	γt = 19.84 kN/m^3
Saturación	s = 72 ± 14% (máximo 100%)
Relación de vacíos	e = 0.41 ± 0.05
Ensayo de penetración estándar	N^1_{70}= 41 ± 13 golpes/pie

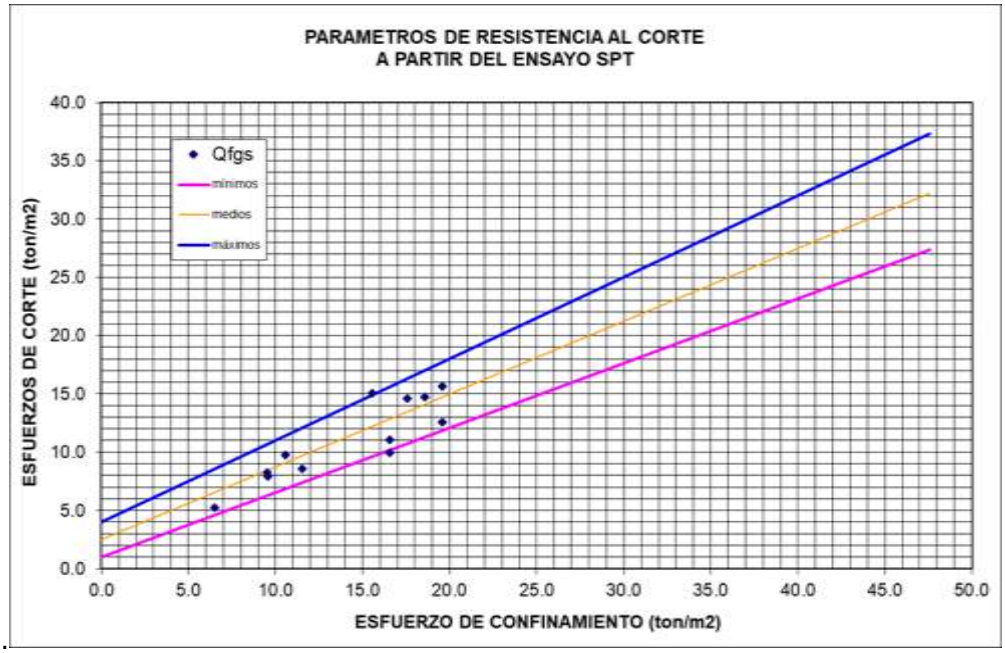


FIGURA 184. ENVOLVENTE DE RESISTENCIA MÉTODO SEGÚN– ÁLVARO GONZÁLEZ, QFGS

De correlaciones con el ensayo SPT y siguiendo los criterios de Álvaro González, se estiman los siguientes parámetros promedio:

Cohesión (c')	= 25 ± 15 kPa
Angulo de fricción (ϕ')	= 32.0 ± 3º

11.5.4.3 Depósito Fluvio-Glaciar Arcilloso: Qfgc

Se trata de un depósito fluvio-glaciar compuesto por limo areno arcilloso gris con gravas angulares ocasionales de tamaños de ½ a 1 pulgada. Se identificó en las perforaciones P-1 y P-5 entre 0.5 y 1.5 m de profundidad a partir de la superficie. Hacia el costado Nor-oeste del barrio se encontró con un espesor del depósito de 8.5m hasta la profundidad de 10.0m, y hacia el costado Sur-este se

identificó un espesor menor entre 1.5 y 5.0m a partir de 2.0m de profundidad y desde la superficie. Las propiedades físicas de este material se describen a continuación:

Humedad natural	ω_n = 17 ± 6 %
Limite Líquido (LL)	LL = 45 ± 11 %
Limite Plástico (LP)	LP = 23 ± 4 %
Índice de plasticidad (IP)	IP = 22 ± 7
Pasa tamiz 200	PT200= 42 ± 25 %
Peso Específico de solidos	Gs = 2.54 ± 0.08
Peso Unitario Total	γt = 19.68 kN/m^3
Saturación	s = 88 ± 10% (máximo 100%)
Relación de vacíos	e = 0.48 ± 0.12
Ensayo de penetración estándar	N^1_{70}= 23 ± 19 golpes/pie

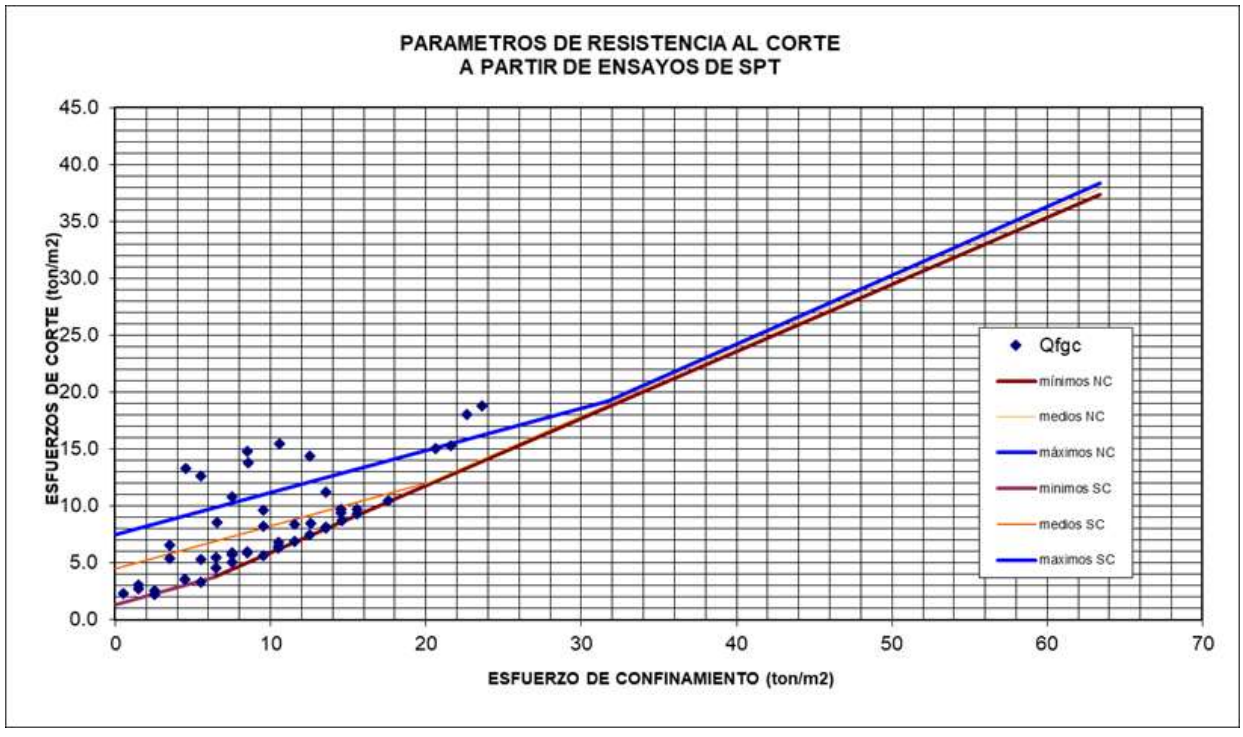


FIGURA 185.ENVOLVENTE DE RESISTENCIA MÉTODO – JANBU BJERRUM, QFGC

De correlaciones con el ensayo SPT y siguiendo los criterios de Janbu Bjerrum, se estiman los siguientes parámetros promedio:

Cohesión (c')	= 45 ± 13 kPa
Angulo de fricción (ϕ')	= 20.5 ± 0.4º
Angulo de fricción (ϕ_{NC})	= 30.9 ± 0.4°

11.5.4.4 Depósito Aluvio-Torrencial: Qat

Se trata de un depósito aluvio-torrencial compuesto por bloques, cantos y gravas angulares de arenisca de tamaños entre 5 y 15 pulgadas en matriz areno arcillosa de color marrón. Este depósito se identificó en las perforaciones P-2 y P-4 entre 1.2 y 2.0 m de profundidad a partir de la superficie hasta 30.0m de profundidad. En las perforaciones P-1, P-3, P-5 y P-9 se identificó entre 5 y 13m de profundidad hasta una profundidad entre 24 y 16m. Las propiedades físicas de este material se describen a continuación:

Humedad natural	ω_n = 11 ± 4 %
Limite Líquido (LL)	LL = 36 ± 2 %
Limite Plástico (LP)	LP = 21 ± 1 %
Índice de plasticidad (IP)	IP = 15 ± 3
Pasa tamiz 200	PT200= 45 ± 40 %
Peso Específico de solidos	Gs = 2.62 ± 0.1
Peso Unitario Total	γt = 19.91 kN/m^3
Saturación	s = 68 ± 7% (máximo 100%)
Relación de vacíos	e = 0.44 ± 0.04
Ensayo de penetración estándar	$N^1{}_{70}$= 47 ± 10 golpes/pie

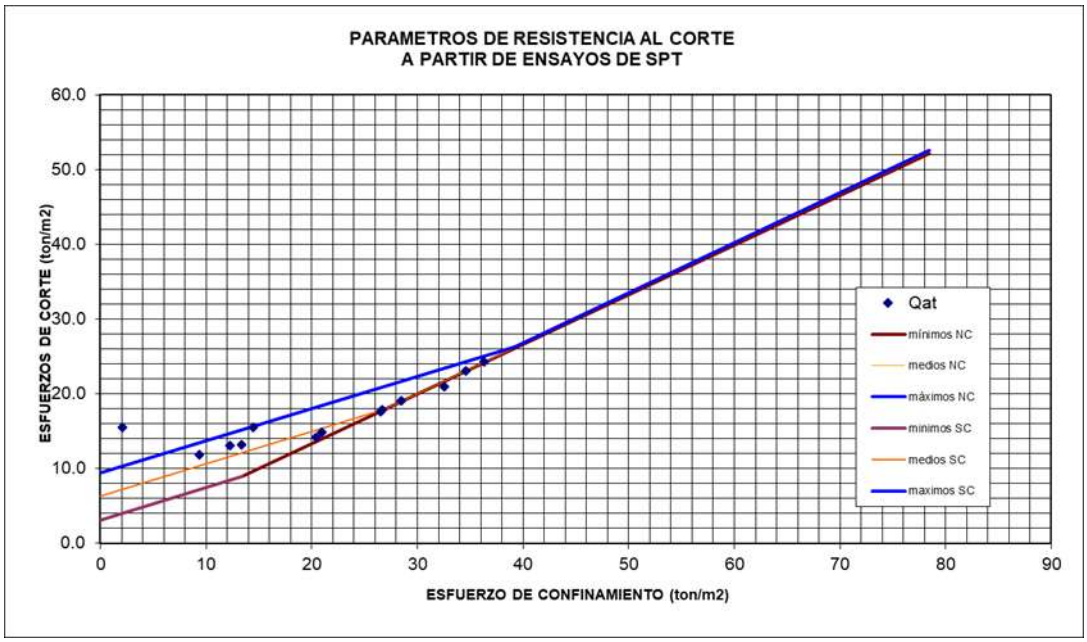


FIGURA 186. ENVOLVENTE DE RESISTENCIA MÉTODO – JANBU BJERRUM, QAT

De correlaciones con el ensayo SPT y siguiendo los criterios de Janbu Bjerrum, se estiman los siguientes parámetros promedio:

Cohesión (c')	= 63 ± 32 kPa
Angulo de fricción (ϕ')	= 23.3 ± 0.1º
Angulo de fricción (ϕ_{NC})	= 33.7 ± 0.1°

11.5.4.5 Material Rocoso – Arcillolita: Rba

Se trata de un estrato de roca Arcillolita gris con vetas negras que se localiza entre 20 y 30m de profundidad hacia el costado Nor-oeste y entre 8 y 16 m hacia el costado Sur-este. Con base en los resultados de resistencia y compresibilidad de laboratorio se presentan a continuación los parámetros de resistencia al corte del sustrato rocoso:

Propiedades de la roca inalterada:

Resistencia a la compresión de la roca inalterada	σci= 8982 kPa[8]
Coeficiente de material inalterado	mi= 4

[8] Este valor es obtenido por retro análisis fijando el valor de resistencia de la roca alterada y estimando los parámetros de la roca en condición in situ, basado en el modelo de Hoek, Carranza y Torres (Hoek, 2002).

Coeficiente de material inalterado si= 1.0

Propiedades de la roca alterada:

Índice Geológico de Resistencia, condiciones del macizo rocoso Tipo D, con pliegues angulares de bloques formados por conjuntos de discontinuidades de intersección.

	GSI= 35[9]
Resistencia a la compresión de la roca alterada	σcim= 645 kPa[10]
Coeficiente de material alterado	mb= 0.393
Coeficiente de material alterado	sb= 0.00073
Coeficiente de potencia	α = 0.516

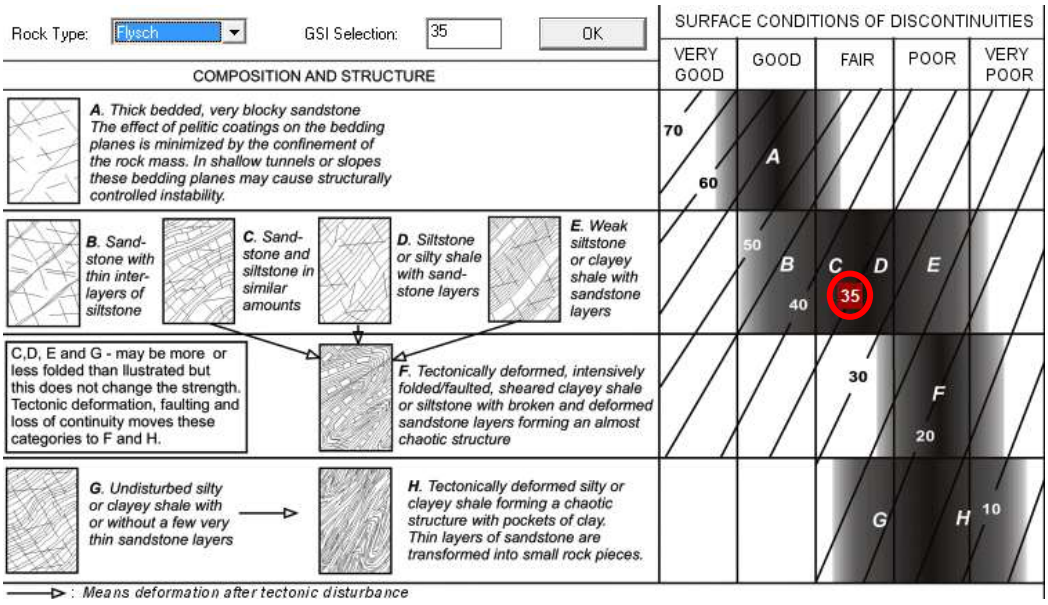


FIGURA 187. CRITERIO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE GEOLÓGICO DE RESISTENCIA GSI (KOEK, 2002).

[9] El Índice Geológico de Resistencia se determinó en función del grado de fracturamiento de la roca y corresponde de acuerdo con las observaciones de campo a un macizo rocoso tipo D, siguiendo el criterio de Hoek, Carranza y Torres (Hoek, 2002).
[10] El valor de Resistencia alterado se obtiene del ensayo de compresión simple y carga puntual

En la **FIGURA 188** se presenta la envolvente del macizo rocoso según el criterio de Hoek, Carranza y Torres (2003).

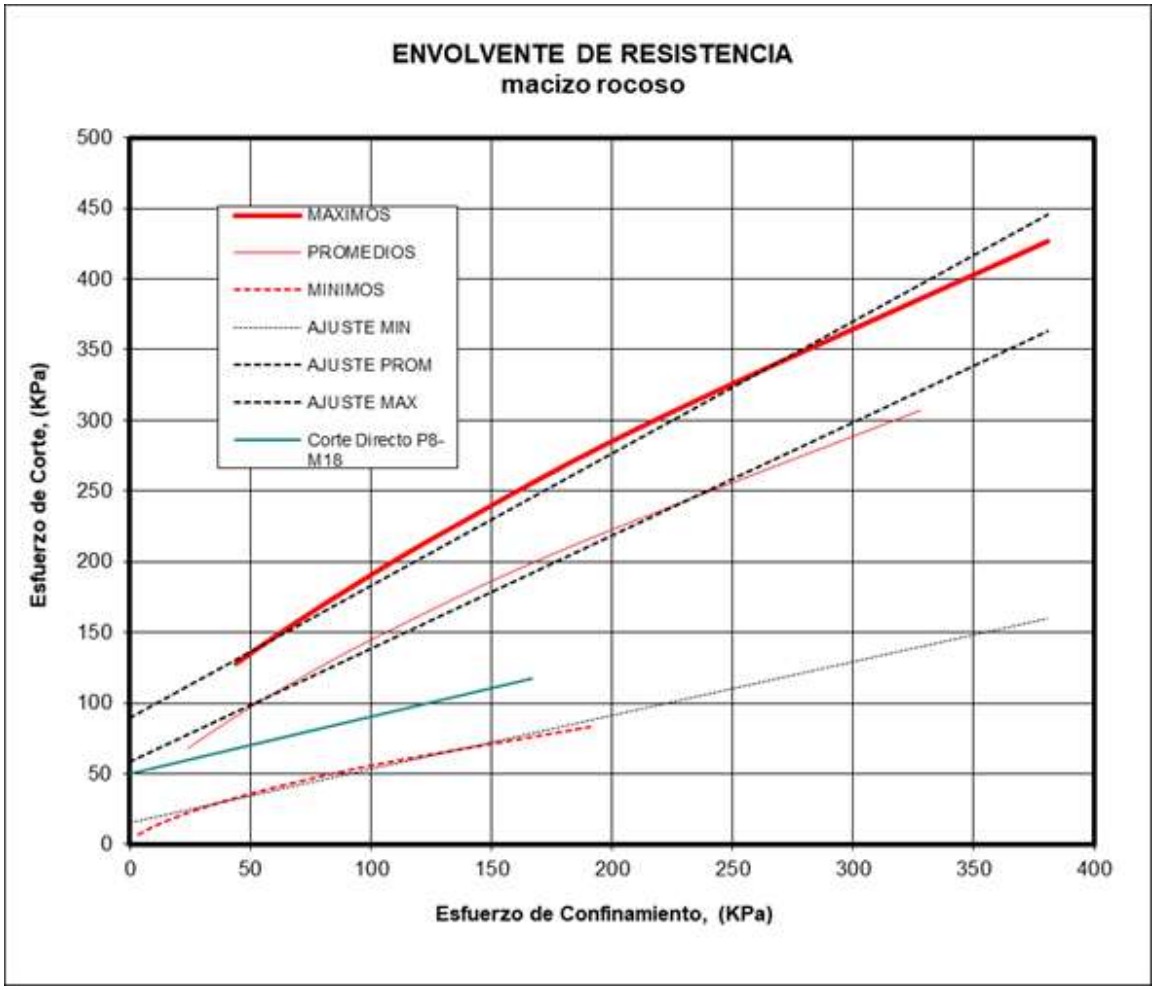


FIGURA 188. ENVOLVENTE PROMEDIO CON DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL MACIZO ROCOSO RBA (KOEK, 2002).

Los parámetros promedio de resistencia al corte del modelo de Hoek y Bray, aproximados a una envolvente tipo Coulomb, son los siguientes:

Cohesión	$c' = 58 \pm 42$ kPa
Ángulo de fricción interna	$\phi' = 38 \pm 18$ º

TABLA 85 PARÁMETROS DE RESISTENCIA DEL SUELO.

MATERIAL	γt (kN/m3)	c'(kPa)	ϕ'(grados)	ϕNc(grados)	GSI	σcim (kPa)	mb	sb	α
Qr	17.95	37 ± 21	23.1 ± 0.3	33 ± 0.3	-	-	-	-	-
Qfgc	19.68	45 ± 13	20.5 ± 0.4	30.9 ± 0.4	-	-	-	-	-
Qfgs	19.84	25 ± 15	32.0 ± 3	32.0 ± 3	-	-	-	-	-
Qat	19.91	63 ± 32	23.3 ± 0.1	33.7 ± 0.1	-	-	-	-	-
Rb	22.0	58 ± 42	38 ± 18	-	35	645	0.393	0.00073	0.516

11.6. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

Previo a los análisis de estabilidad y con el fin de facilitar la labor de asignación de la probabilidad de falla, se establecieron zonas de comportamiento geotécnico similar tanto en conformación como en la dinámica de las laderas, lo cual se logró una vez sintetizada la información geológica, geomorfológica y geotécnica. Los criterios de zonificación corresponden a morfología, litología, pendiente y condición de drenaje. A continuación, se hace la descripción de cada una de las zonas geotécnicas de comportamiento homogéneo. En el numeral 8.2 presenta la geomorfología local del sitio de estudio, el cual sirvió como uno de los insumos para generar el plano **PL-GEOT-003** donde se presenta la zonificación geotécnica del área de influencia directa del proyecto.

Zona geotécnica I. Zona con estructura en forma de cono o lóbulo con morfología alomada baja, asociada a movimientos en masa de carácter activo. Está constituido por bloques y fragmentos heterométricos de areniscas y arcillolitas en matriz arcillosa a areno limosa. En esta zona se realizaron las perforaciones P-1, P-2 y P-3, identificando material de lleno antrópico Qr en los primeros 2 m de profundidad, luego materiales del depósito fluvio glaciar (Qfgc/Qfs) hasta los 8.5 m y 10 m aproximadamente, a continuación, apareció el depósito fluviotorrencial y finalmente entre los 21 y 24 m afloran las arcillolitas de la formación Guaduas. Con referencia a la presencia de agua, durante la ejecución de la perforación P-3 se evidenció un nivel de agua saltante con una altura aproximada de 1 m.

Su origen está relacionado con procesos resultantes del desplazamiento y acumulación de materiales sobre la parte baja o media de la ladera por procesos hidrogravitacionales en materiales saturados y no saturados.

En esta zona geotécnica se concentra la mayor cantidad de procesos de remoción identificados en el área de estudio. Se aprecian movimientos latentes, inactivos y activos. Estos procesos se han caracterizado por ser de baja velocidad, no se evidencia de manera clara una posible superficie de falla, pero de acuerdo con

la exploración geotécnica realizada se infiere a una profundidad entre 7 m y 10 m de profundidad.

Zona geotécnica II. Corresponde a una zona con pendientes entre 6 y 15 grados, por esta área se presenta el paso de agua desde la quebrada la Pichosa hacia la zona de deslizamientos de la zona geotécnica I. En esta zona geotécnica se realizó la perforación P-5, en la cual se puede identificar un espesor de material de lleno antrópico (Qr) de 0.5 m de espesor, seguido por el deposito fluvio glaciar arcilloso (Qfgc) hasta los 5.5 m de profundidad, luego es posible encontrar el deposito aluvio torrencial (Qat) constituido por bloques heterométricos en matriz areno arcillosa y finalmente afloran las arcillolitas de la formación Guaduas hacia los 16.7 m de profundidad. Esta zona geotécnica presenta algunas grietas hacia la parte alta de la zona de estudio debido al desconfinamiento de la parte baja de la zona de estudio.

Zona geotécnica III. Corresponde a superficies del terreno con pendientes entre 6 y 15 grados, con formas planas a convexas en depósitos fluvioglaciares. En esta zona geotécnica se realizaron las perforaciones P-7, P-9 y P-10, superficialmente se encuentra llenos antrópicos de hasta 2 m de espesor para la conformación de vías, seguidos por materiales del depósito fluvio glaciar (Qfgc/Qfgs) de hasta 6 m hacia la parte alta de la zona de estudio, luego aparece el material aluvio torrencial (Qat) y finalmente arcillolita a partir de los 12 m de profundidad. Esta es la zona de mayor extensión dentro del área de estudio, se pueden evidenciar pequeñas deformaciones que indican antiguos procesos de movimiento en masa.

Zona geotécnica IV. Se ubica en la parte más baja del área de estudio, agrupa las franjas del cauce activo del Río Fucha y sus terrazas aluviales. Se formó a partir de procesos de erosión de las laderas aledañas, transporte y acumulación de materiales en el valle aluvial. Presenta una morfología plana a suavemente ondulada modelada sobre sedimentos, se presenta en forma pareada, limitada por escarpes de diferente altura a lo largo del Río Fucha.

Zona geotécnica V. Esta zona está asociada con elementos de origen estructural, se desarrolla sobre rocas de la formación Guaduas, en laderas cuyas rocas se disponen en contrapendiente. Esta zona homogénea se encuentra por fuera del AID, por la margen izquierda de la quebrada La Pichosa. Esta zona geotécnica solamente se puede observar en el plano de zonificación del área de influencia indirecta del proyecto.

11.7. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO.

El modelo geológico geotécnico es el resultado de la interpretación de la información geológica, geomorfológica, de procesos, exploración geotécnica

directa e indirecta ejecutada, ensayos de laboratorio, la caracterización geotécnica de los estratos identificados, las condiciones de agua en el sitio de estudio como agente detonante de los procesos de inestabilidad actuales y potenciales evidenciados en el sitio de estudio.

A continuación, se presenta la descripción de las unidades de techo a base, de manera general:

11.7.1. Depósitos de Relleno Antrópico (Qr).

Son todos aquellos materiales producto de residuos de construcción, residuos y desechos que provienen de las actividades de la población urbana, que han sido arrojados sobre las laderas o para rellenar depresiones en el terreno con fines constructivos. Por lo general presentan una baja compactación, con un espesor variable entre 0.5 m y 5 m. Este depósito se identifica hacia el costado Nor-oeste del barrio hasta una profundidad de 2.0 m a partir de la superficie; en la parte media y Sur-este del barrio se identifica con espesor entre 0.5 y 1.0m, sobre la ronda del rio se identificó con un espesor de hasta 5.0 m.

11.7.2. Depósitos fluvio glaciar gravo arenoso (Qfgs).

Corresponde con un depósito compuesto por gravas angulares de arenisca de tamaño variable entre 1 y 5 pulgadas en matriz areno limosa de color marrón, presenta una matriz no liquida no plástica; presenta un espesor variable entre 3 y 7 m. Este depósito por su condición de permeabilidad actúa como zona de recarga.

11.7.3. Depósitos fluvio glaciar gravo arcilloso (Qfgc).

Se trata de un depósito fluvio-glaciar compuesto por limo areno arcilloso gris con gravas angulares ocasionales de tamaños de ½ a 1 pulgada. Se identificó por el costado Nor-oeste del barrio con un espesor de 8.5 m, hacia el costado Sur-este se identificó un espesor entre 1.5 y 5.0 m. En este depósito se presenta la acumulación de agua que actúa como factor detonante de los procesos de inestabilidad.

11.7.4. Depósitos aluvio-torrencial (Qat).

Los depósitos que conforman esta unidad, son matrizsoportados, con un contenido de matriz de alrededor del 40%, de textura limo arcillosa, color café oscuro a marrón, a habano, de consistencia blanda, humedad natural alta, con presencia de flujos de agua de carácter continuo y plasticidad media a alta.

Los bloques y gravas que conforman aproximadamente el 60% del depósito, son angulares a subangulares, con tamaños que fluctúan entre 0,50 a 1,0 m; están compuestos por areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, de color pardo amarillento a blanca, arcillolitas grises oscuras, los materiales desplazados son depósitos aluviales y depósitos fluvioglaciares de la formación Siecha. El espesor que alcanzan estos depósitos en las perforaciones P-2 y P-4 es del orden de 15 m. En las perforaciones P-1, P-3, P-5 y P-9 se identificó entre los 5 m y los 13m de profundidad hasta una profundidad entre 24 m y 16 m, con un espesor variable entre 3 m y 12 m.

11.7.5. Arcillolita de la formación Guaduas (Rb).

Corresponde a una arcillolita gris con vetas negras que se localiza entre 20 y 30m de profundidad hacia el costado Nor-oeste y entre 8 y 16 m hacia el costado Sur-este. Se pueden observar afloramientos de este material en la margen izquierda del río Fucha con algunas vetas de carbón.

A continuación, se presentan las secciones geotécnicas resultado de la interpretación y definición del modelo geológico geotécnico las cuales serán empleadas para los análisis de estabilidad de la zona de estudio. Estas secciones geotécnicas se encuentran en el plano **PL-GEOT-002** y su localización en planta en el plano **PL-GEOT-001**.

El mecanismo de falla es de tipo compuesto que incluye un planar con una componente rotacional de radio muy amplio en el material del depósito fluvio glaciar arcilloso.

En cuanto a la condición del agua freática durante la exploración geotécnica solamente se encontró agua con nivel saltante sobre la superficie cuando se realizó la perforación P-3 ubicada frente al jardín infantil, en las demás perforaciones no se identificó presencia de agua. Sin embargo, de la exploración mediante tomografías eléctricas se infiere la posible presencia de algunos almacenamientos de agua a manera de bolsas o acuíferos confinados.

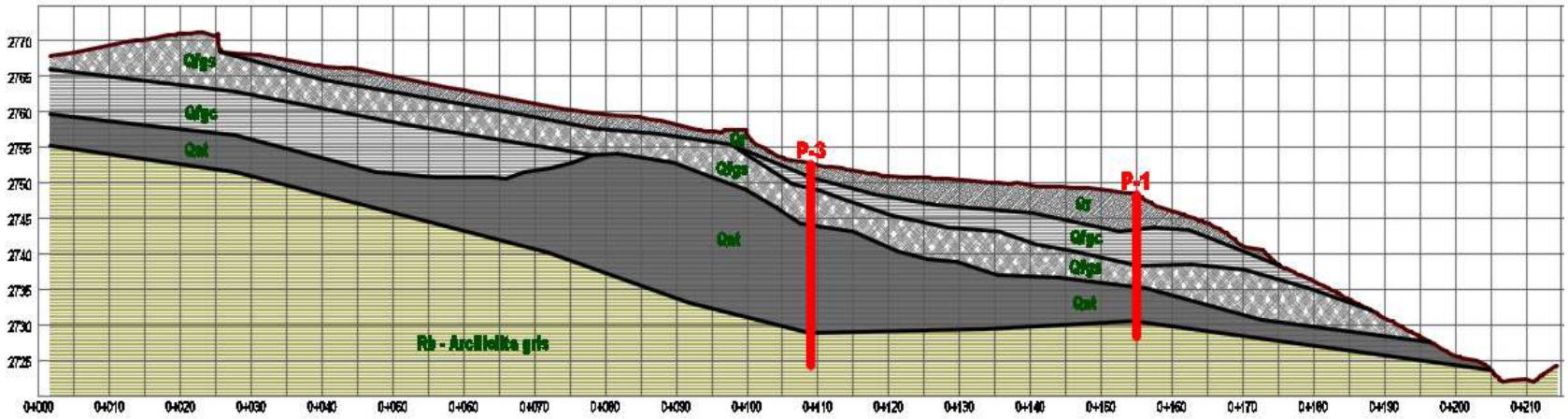


FIGURA 189. SECCIÓN GEOTÉCNICA 4-4'SECTOR NOROCCIDENTAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.

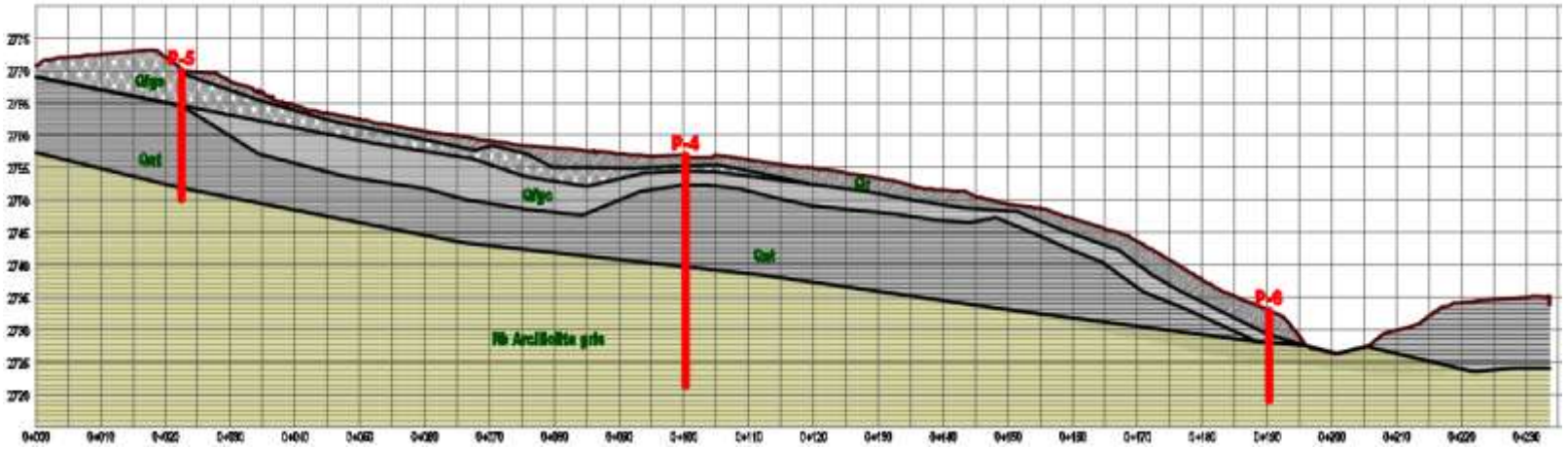


FIGURA 190. SECCIÓN GEOTÉCNICA 5-5' SOBRE CARRERA 22 ESTE.

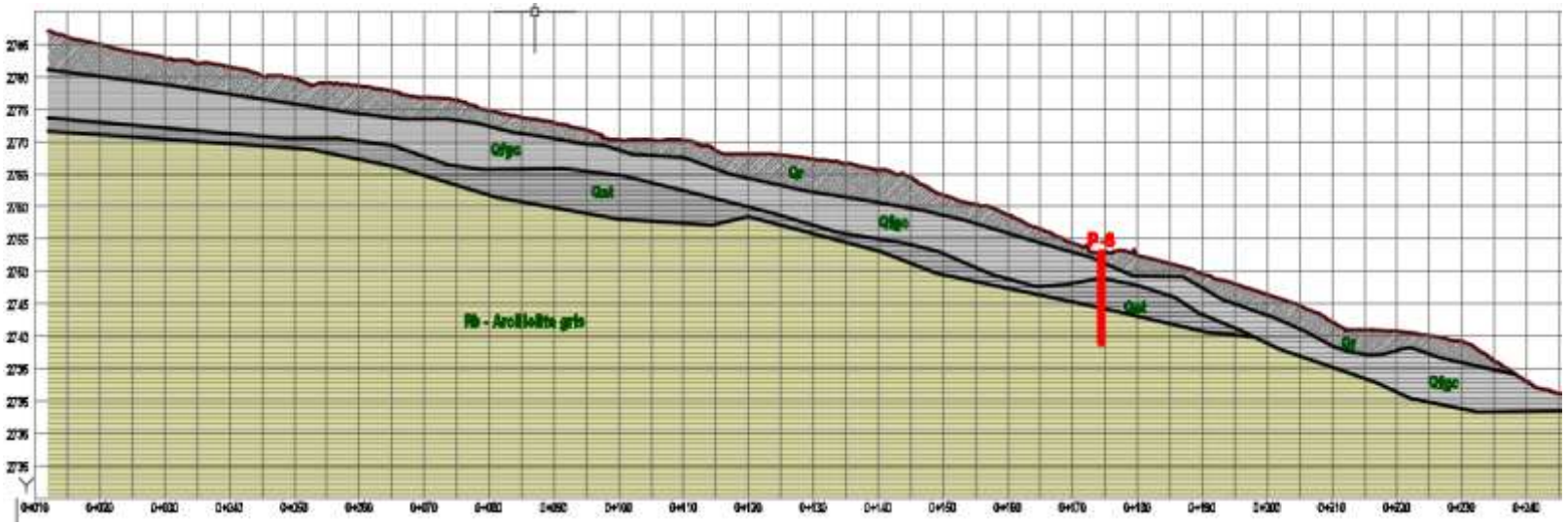


FIGURA 191. SECCIÓN GEOTÉCNICA 6-6' SECTOR SURESTE DE LA ZONA DE ESTUDIO, SOBRE CARRERA 23 ESTE.

TABLA 86: VALORES PROMEDIO DE VELOCIDAD DE ONDA DE COMPRESIÓN VP M/SEG, PARA CADA ESTRATO IDENTIFICADO

LINEA	Qr		Qfg		Qat		Rb	
	prom	desv est	prom	desv est	prom	desv est	prom	desv est
LRS1	835	17	1078	154	1697	148		
LRS2	834	31	1296	271	2113	164		
LRS3	782	74	1480	213	2015	141	2103	0
LRS4	902	48	1336	319	2068	0		
LRS5	837	15	1140	201	1386	0		
LRS6	899	5	1117	138	1358	9		
LRS7	550	58	1646	339	2086	102	2250	70
LRS8	675	58	1617	312	2052	134	2157	65
LRS9	666	51	1016	245	1744	30	1713	75
L1-MASW	679	54	1059	209	NA	NA	1262	55
L2-MASW	701	63	1165	77	1367	18	1375	0
TOTAL	**760**	**43**	**1268**	**226**	**1788**	**75**	**1810**	**44**

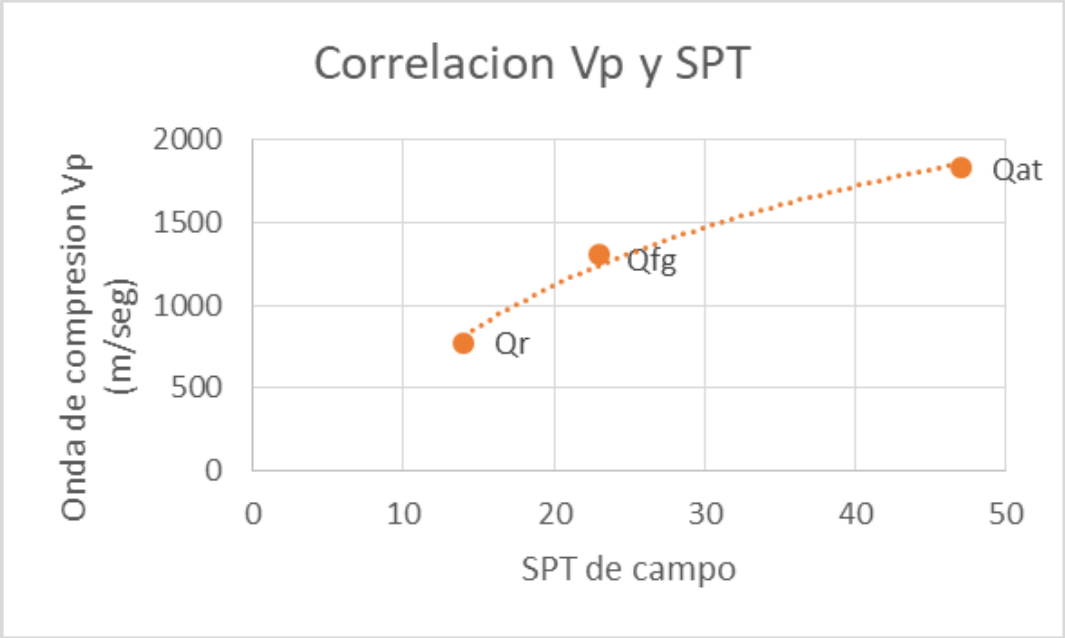


FIGURA 192: GRAFICA DE CORRELACIÓN ONDA DE COMPRESIÓN VP Y SPT DE CAMPO

TABLA 87: VALORES PROMEDIO DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA OHM-M, PARA CADA ESTRATO IDENTIFICADO

LINEA	Qr				Qfgs				Qfgc				Qat				Rb			
	min	max	textura	estado	min	max	textura	estado	min	max	textura	estado	min	max	textura	estado	min	max	textura	estado
LTM1	nd	nd	nd	nd	20	300	gradual	con agua	300	1500	dispersa	semiseco	20	50	uniforme	con agua	20	300	unif a grad	con agua
					300	1500	gradual	semiseco									300	1500	unif a grad	semiseco
LTM2	nd	nd	nd	nd	300	1500	gradual	semiseco	nd	nd	nd	nd	20	300	gradual	con agua	20	300	unif a grad	con agua
LTM3	20	300	moteada	con agua	300	1500	gradual borde-centro	semiseco	300	1500	uniforme	semiseco	nd	nd	nd	nd	20	300	unif a grad	con agua
	300	1500	moteada	seco																
LTM4	20	300	moteada	con agua	nd	nd	nd	nd	40	300	dispersa	semiseco	40	300	gradual	semiseco	1000	1500	uniforme	seco
	300	1500	moteada	seco					300	1500	uniforme	con agua	300	1500	gradual	con agua				
LTM5	20	300	moteada	con agua	20	300	gradual	con agua	20	300	dispersa	con agua	nd	nd	nd	nd	1000	1500	uniforme	seco
	300	1500	moteada	seco	300	1500	gradual	semiseco	300	1500	dispersa	semiseco								
ERT-1	20	300	gradual borde-centro	con agua	90	120	gradual borde-centro	con agua	90	120	gradual borde-centro	con agua	100	160	uniforme	nd	nd	nd	nd	nd
	300	1500		seco	120	160		seco	120	1500		seco								
ERT-2	nd	nd	nd	nd	20	300	gradual borde-centro	con agua	300	1500	aleatoria	semiseco a saturado	20	300	gradual	con agua	nd	nd	nd	nd
					300	1200		semiseco												

11.8. CONSIDERACIONES SÍSMICAS

De acuerdo con el Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá (2010), el sitio de estudio se encuentra en un área de transición entre la zona de respuesta sísmica identificada como Cerros y la del Depósito de Ladera, esta última con un Aa (coeficiente de aceleración pico efectiva) de 0.22 g, que corresponde a un periodo de retorno de 475 años, según el Decreto 523 de 2010.

Los parámetros de diseño sísmico para estas dos zonas se presentan a continuación:

TABLA 88 PARÁMETROS SÍSMICOS DEL ESPECTRO DE RESPUESTA.

PARÁMETRO SÍSMICO	CERROS EMS 2010	DEPÓSITO DE LADERA EMS 2010
Periodo Corto (T_C)	0.62	0.66
Periodo Largo (T_L)	3.0	3.0
Aceleración horizontal pico efectiva del terreno en superficie (A0)	0.18	0.22
Coeficiente de Amplificación en Periodos Cortos (Fa)	1.35	1.65
Coeficiente de Amplificación en Periodos Largos (Fv)	1.30	1.70

Fuente: Decreto 523 de 2010

De acuerdo con las líneas de refracción sísmica el espesor del depósito de suelo varía entre los 6 y 12 m por lo tanto se considera como un Depósito de ladera.

Los efectos de sitio relacionados tanto para la zona de Cerros como del Depósito de ladera son de tipo topográfico.

Para los análisis de estabilidad en condición seudostática se utilizará un valor de aceleración de 2/3 de la aceleración horizontal pico en superficie, dando cumplimiento a la normativa vigente.

12. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y EVALUACIÓN DE AMENAZA

En este capítulo se presentan los análisis de estabilidad realizados para la zona de estudio con los cuales se obtuvieron los factores de seguridad asociados con la falla de los materiales.

Se puede definir para las condiciones del suelo el siguiente modelo de análisis:

- Se definen la o las secciones típicas para análisis, la configuración o perfil geotécnico y sus propiedades mecánicas.
- Posterior a esto se define el mecanismo de falla, se hace el análisis de las variables aleatorias, en este caso los parámetros geomecánicos (c y ϕ) e influencia de los sismos y las lluvias.
- Se hacen los análisis de estabilidad por métodos determinísticos para dos escenarios: en condición actual y futura con obras con la ayuda del software Slide 8 de Rocscience.

Para el análisis se definieron tres secciones de análisis, la sección No. 4-4', 5-5', y 6-6', que se presentan en el Plano **PL-GEOT-002** y su localización en planta en el Plano **PL-GEOT-001**, en las cuales en el marco de interrelación geológica y geotécnica se identificaron los espesores de materiales y sus características.

Estas secciones presentan las condiciones más críticas de espesor de materiales y pendiente, y dada su longitud y disposición se tienen en cuenta la totalidad de la zona de estudio.

12.1. CONDICIONES DEL MECANISMO DE FALLA DE LA ZONA

Las condiciones de suelo contemplan en general los siguientes espesores de material:

- Relleno antrópico con espesor variable entre 1.0 y 5.0 m.
- Deposito fluvio glaciar (Qfgc/Qfgs) con espesor variable entre 5.0 m y 20.0 m
- Deposito aluvio torrencial cuyo espesor varía entre 5.0 m y 14.0 m.

- Formación Guaduas en la base de la columna estratigráfica con prevalencia de arcillolita y algunas intercalaciones de arenisca.

Los mecanismos de falla presentes en el área de trabajo son de tipo compuesto con componente principal traslacional y hacia los bordes tipo rotacional. La componente traslacional se desarrolla a lo largo de la pendiente de la ladera, la masa en movimiento corresponde a los materiales del depósito fluvio glaciar los cuales, al estar mezclados, se puede ver que los predominantemente arenosos son muy permeables y saturan los materiales del fluvioglaciar de matriz arcillosas generando zonas de acumulación de agua que generan grandes presiones, las cuales tienden a relajarse con el desplazamiento lento del terreno FIGURA 193.

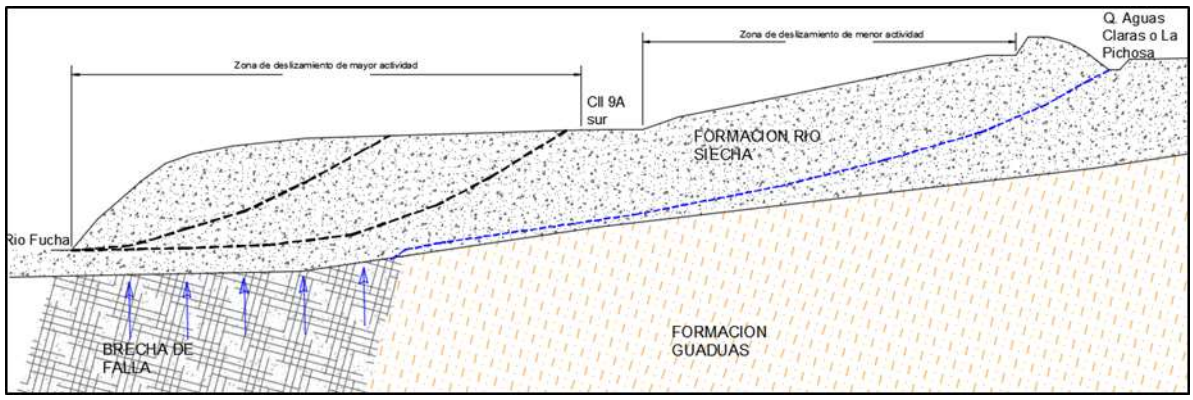


FIGURA 193: MECANISMO DE FALLA DE TIPO COMPUESTO IDENTIFICADO EN EL ÁREA DE TRABAJO

Para el análisis y en FIGURA 193 sentido práctico se adelanta con superficies circulares de radio amplio las cuales generan dentro del plano de falla condiciones traslacionales. No obstante, para las zonas más críticas se desarrolló falla traslacional utilizando la herramienta del Slide como búsqueda de bloques y falla compuesta la cual simula el mecanismo de falla planteado.

De otra parte, el Río Fucha genera socavación en la base de la ladera sobre su margen izquierda, que actúa como agente detonante para el movimiento del terreno. Hacia el sector norte de la zona de estudio se puede ver que el proceso de remoción en masa tiene un carácter retrogresivo evidenciado por la presencia de algunos escalones o diferencias de nivel en la superficie del terreno.

Se evidencia también el aporte de agua de la quebrada la Pichosa a los materiales del depósito fluvioglaciar, especialmente a la masa de suelo comprendida en la zona geotécnica ZG-II.

Los procesos de remoción en masa que registra el barrio La Gran Colombia se caracterizan por ser de baja velocidad con una tasa de desplazamiento del orden de 0.18 m/año de acuerdo con el estudio realizado por IFCAYA (1988), se vienen registrando desde finales de la década de los 90's y poco a poco generan daños de tipo estructural a las viviendas, que sumado a la baja calidad en su construcción las deja en una condición de riesgo por lo que ha sido necesario proceder con la evacuación de un alto número de viviendas entre 1998 y la actualidad. A partir de los Conceptos y Diagnósticos Técnicos emitidos por el IDIGER se tienen 43 viviendas evacuadas.

En la Tabla 89 mostrada a continuación se presenta el resumen de los procesos identificados en la zona de estudio, la cual muestra sus principales características.

TABLA 89: RESUMEN DE LOS PROCESOS INVENTARIADOS CON SUS CARACTERÍSTICAS MÁS RELEVANTES

CÓDIGO	LOCALIZACIÓN		MECANISMO	TIPO DE MATERIAL DESPLAZADO	ACTIVIDAD MOVIMIENTO			MORFOMETRIA							
	ESTE	NORTE			ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCIÓN	Wd (m)	Wr (m)	Ld (m)	Dd (m)	Dr (m)	L (m)	Vd (m3)	Ata (m2)
INV-GC-1 (1998)	100760	96984	Deslizamiento traslacional	Depósitos fluvioglaciares de la formación Siecha (Qrs)	Latente		Retrogresivo y Ensanchado	~ 44	~ 44	~ 81	~ 4 a 5	~ 4 a 5	~ 87	~ 7896	~ 1974
INV-GC-2 (1998)	100848	96972	Desliz. Traslacional, que evoluciona a flujo	Depósitos fluvioglaciares de la formación Siecha (Qrs) y depósitos fluviotorrenciales	Activo	Sucesivo	Retrogresivo y Ensanchado	~ 38	~ 36	~ 39	~ 2 a 3	~ 2 a 3	~ 43	~ 3270	~ 1308
INV-GC-3 (1998)	100869	96936	Deslizamiento traslacional	Depósitos fluvioglaciares de la formación Siecha (Qrs) y depósitos fluviotorrenciales	Latente	Único	Retrogresivo y Ensanchado	~ 26	~ 26	~ 43	~ 2 a 3	~ 2 a 3	~ 47	~ 2602	~ 1401
INV-GC-4 (1998)	100842	96889	Deslizamiento traslacional	Depósitos fluvioglaciares de la formación Siecha (Qrs	Inactivo	Único		~ 78	~ 78	~ 95	~ 2 a 3	~ 2 a 3	~ 99	~ 12095	~ 4838
INV-GC-5 (1998)	100854	96807	Deslizamiento traslacional	Depósitos fluvioglaciares de la formación Siecha (Qrs), con capa de suelo residual	Activo	Sucesivo	Móvil	~ 100	~ 100	~ 95	~ 2 a 3	~ 2 a 3	~ 99	~ 12880	~ 4912

CÓDIGO	LOCALIZACIÓN		MECANISMO	TIPO DE MATERIAL DESPLAZADO	ACTIVIDAD MOVIMIENTO			MORFOMETRIA							
	ESTE	NORTE			ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCIÓN	Wd (m)	Wr (m)	Ld (m)	Dd (m)	Dr (m)	L (m)	Vd (m3)	Ata (m2)
INV-GC-6 (2004)	100911	96866	Deslizamiento traslacional	Depósitos fluvioglaciares de la formación Siecha (Qrs), con capa de suelo residual y en algunos sectores depósitos de llenos antrópicos (Qra)	Activo	Único	Móvil	~ 18	~ 18	~33	~ 1 a 2	~ 1 a 2	~36	~ 1134	~ 756
INV-GC-7 (1998)	100932	96902	Deslizamiento traslacional	Depósitos fluvioglaciares de la formación Siecha (Qrs), y depósitos de llenos antropicos (Qra)	Suspendido	Unico	Con posibilidad de Retrogresivo y Ensanchado	~ 34	~ 34		~ 2 a 3	~ 2 a 3		~ 2332	~ 933
INV-GC-8 (1998)	100922	96796	Deslizamiento traslacional	Depósitos fluvioglaciares de la formación Siecha (Qrs), con capa de suelo residual	Activo/Reactivado	Sucesivo	Retrogresivo y Ensanchado	~ 43	~ 43		~ 2 a 3	~ 2 a 3	47	~ 4615	~ 1846

CONVENCIONES

ANCHO DE LA MASA DESPLAZADA WD, ANCHO DE LA SUPERFICIE DE RUPTURA WR, ESPESOR DE LA MASA DESPLAZADA DD, PROFUNDIDAD DE SUPERFICIE DE RUPTURA DR, LONGITUD TOTAL L, LONGITUD DE LA MASA DESPLAZADA LD VOLUMEN DESPLAZADO VD, ÁREA TOTAL AFECTADA ATA

12.2. VARIABLES ALEATORIAS: LÍMITES

Se consideran como variables aleatorias o fuentes de incertidumbre: la cohesión, el ángulo de fricción, el grado de reblandecimiento de los materiales (relacionado con la lluvia o la presencia de presiones de agua) y la aceleración sísmica.

Los valores de cohesión y ángulo de fricción se obtuvieron del análisis de la información de referencia, de ensayos de laboratorio (cortes directos), el ensayo de penetración estándar y de un análisis retrospectivo utilizando el programa SLIDE.

12.2.1. Variables geotécnicas estudios previos

La información geotécnica existente tiene además como base la presentada en el "Estudio y diseño de obras para la estabilización de márgenes, control de erosión, socavación y renaturalización del curso del río Fucha en el tramo comprendido desde la Carrera 19 Este hasta la Carrera 1 Este, de la localidad de San Cristóbal de la Ciudad de Bogotá D.C", realizado por GEOCING SAS bajo el Contrato 490-2014.

TABLA 90 PARÁMETROS DE RESISTENCIA OBTENIDOS DE ESTUDIOS PREVIOS.

MATERIAL	PESO UNITARIO (kN/m3)	DESCRIPCION	PARAMETROS DE RESISTENCIA PICO	
			c' (kPa)	ϕ (°)
1 (Qd)	18.1	Limo arenoso con gravas	17.5	28.0
1 – (Qd fallado)	18.0	Limo arenoso con gravas	6.5	28.0
2 (Qf)	19.0	Gravas en matriz arcillosa / bolos de aluvial	7.0	32.7
6 (Tkgu)	21.9	Arcillolita	20.8	29.7

12.2.2. Variables geotécnicas estudio actual

Para el presente estudio se realizaron 9 cortes directos sobre muestras de los distintos materiales caracterizados:

TABLA 91 PARÁMETROS DE RESISTENCIA OBTENIDOS A PARTIR DE ENSAYOS DE CORTE DIRECTO.

MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCION	PARAMETROS DE RESISTENCIA PICO	
			c' (kPa)	ϕ (°)
P3 - M13	6.5 - 7.0	Arena marrón con arcilla y gravas. Aluvio torrencial	55.0	27.0
P5 – M8	6.5 - 7.0	Limo areno arcilloso	25.0	34.0
P6 - M13	6.0 - 6.5	Arcilla de color gris	16.0	26.0
P7 - M11	5.0 - 5.5	Arcilla gris con gravas	40.0	20.0
P8 - M18	12.0 - 13.0	Arcillolita gris	51.0	22.0
P9 - M5	3.3 - 3.8	Arena limosa gris	15.0	49.0
TR2 - M2	2.0 - 2.5	Arcilla limo arenosa marrón	20.0	26.0
TR3 - M1	0.9 - 1.0	Arcilla limosa marrón	27.0	25.0
TR6 - M2	1.5 - 2.6	Arcilla limosa gris	22.0	23.0

Los parámetros obtenidos de la correlación del ensayo de penetración estándar para este estudio se presentan en la siguiente tabla:

TABLA 92PARÁMETROS DE RESISTENCIA OBTENIDOS DEL SPT

Material	Límite	c (kPa)	ϕ (°)
LLENO ANTRÓPICO (QR)	MÍNIMO	16	23.4
	MEDIO	37	23.1
	MÁXIMO	58	22.8
FLUVIOGLACIAR ARCILLOSO (QFGC)	MÍNIMO	13	20.9
	MEDIO	45	20.5
	MÁXIMO	75	20.2
FLUVIOGLACIAR ARENOSO (QFGS)	MÍNIMO	10	29.0
	MEDIO	25	32.0
	MÁXIMO	40	35.0
ALUVIOTORRENCIAL (QAT)	MÍNIMO	31	23.4
	MEDIO	63	23.3
	MÁXIMO	94	23.3

12.2.3. Análisis retrospectivos

Para la calibración del modelo se hicieron análisis retrospectivos de estabilidad del sector de análisis, se hace la presunción que los materiales con condiciones críticas fueron los depósitos superficiales incluyendo los materiales del depósito fluvio glaciar (Qfgc y Qfgs) los cuales se encuentran mezclados entre sí, siendo el Qfgs de materiales permeables compuesto por gravas con cantos angulares de arenisca en matriz areno limosa y el Qfgc en el que predomina una matriz limo arcillosa. Se analiza el modelo para obtener los parámetros de resistencia adoptando como posible superficie de falla el contacto con el depósito aluviotorrencial.

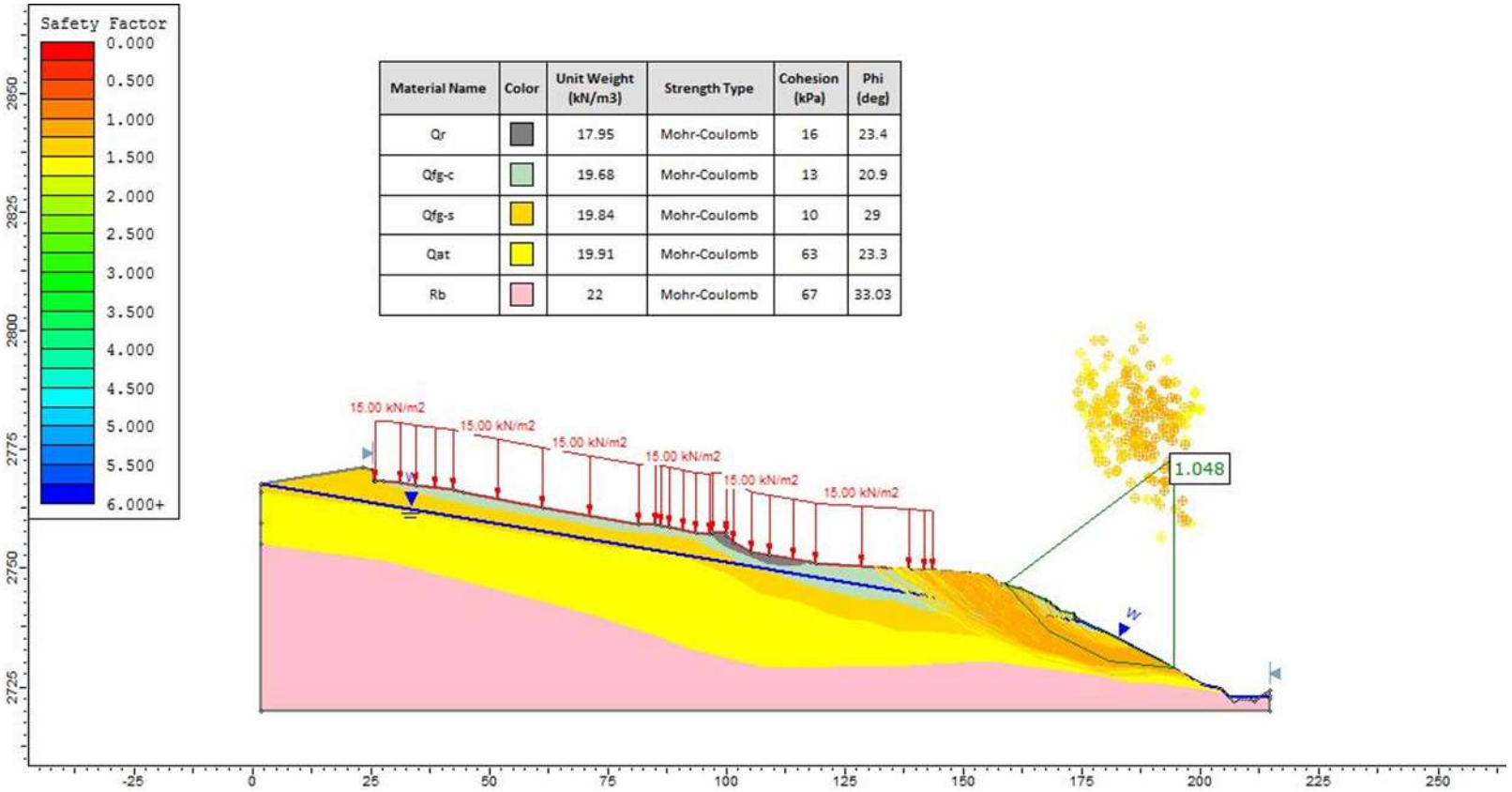
Para el análisis por modelo retrospectivo se consideraron dos tipos de modelo:

- Saturación por el aumento del nivel piezométrico.
- Análisis con el parámetro Ru.

Se analizó la sección 4-4’ como sección crítica ya que sobre ella se encuentra una zona ya evacuada de viviendas y sobre esta se concentran varios procesos de remoción. De la misma manera se analizó la sección 5-5’ a fin de cubrir todas las zonas geotécnicas definidas en el estudio. Se adopta una sobrecarga vertical sobre el terreno de 15 kPa a fin de simular las cargas que trasmiten las viviendas y/o las cargas vehiculares sobre la vía.

En las figuras mostradas a continuación se puede apreciar de forma clara que con el nivel piezométrico en la interface entre el deposito aluvio torrencial y el fluvioglaciar se obtiene un factor de seguridad del orden de 1.0, utilizando los parámetros de resistencia del suelo obtenidos mediante SPT.

También fue posible obtener una condición similar de factor de seguridad cercano a la unidad, dejando estos mismos parámetros de resistencia del suelo determinados mediante correlaciones con la prueba de SPT y utilizando un valor para el parámetro Ru de 0.4, que simula el aumento del nivel piezométrico con el cual se llegó a la condición de equilibrio limite. Es importante aclarar que los valores del parámetro Ru para la condición normal varían entre 0.02 y 0.24, mientras que para la condición extrema se acercan a 0.5, por lo tanto, el valor de Ru de 0.4 representa la condición de equilibrio límite como se indicó.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
Qr		17.95	Mohr-Coulomb	16	23.4
Qfg-c		19.68	Mohr-Coulomb	13	20.9
Qfg-s		19.84	Mohr-Coulomb	10	29
Qat		19.91	Mohr-Coulomb	63	23.3
Rb		22	Mohr-Coulomb	67	33.03

FIGURA 194: RESULTADOS DEL BACKANALYSIS EN LA SECCIÓN 4-4

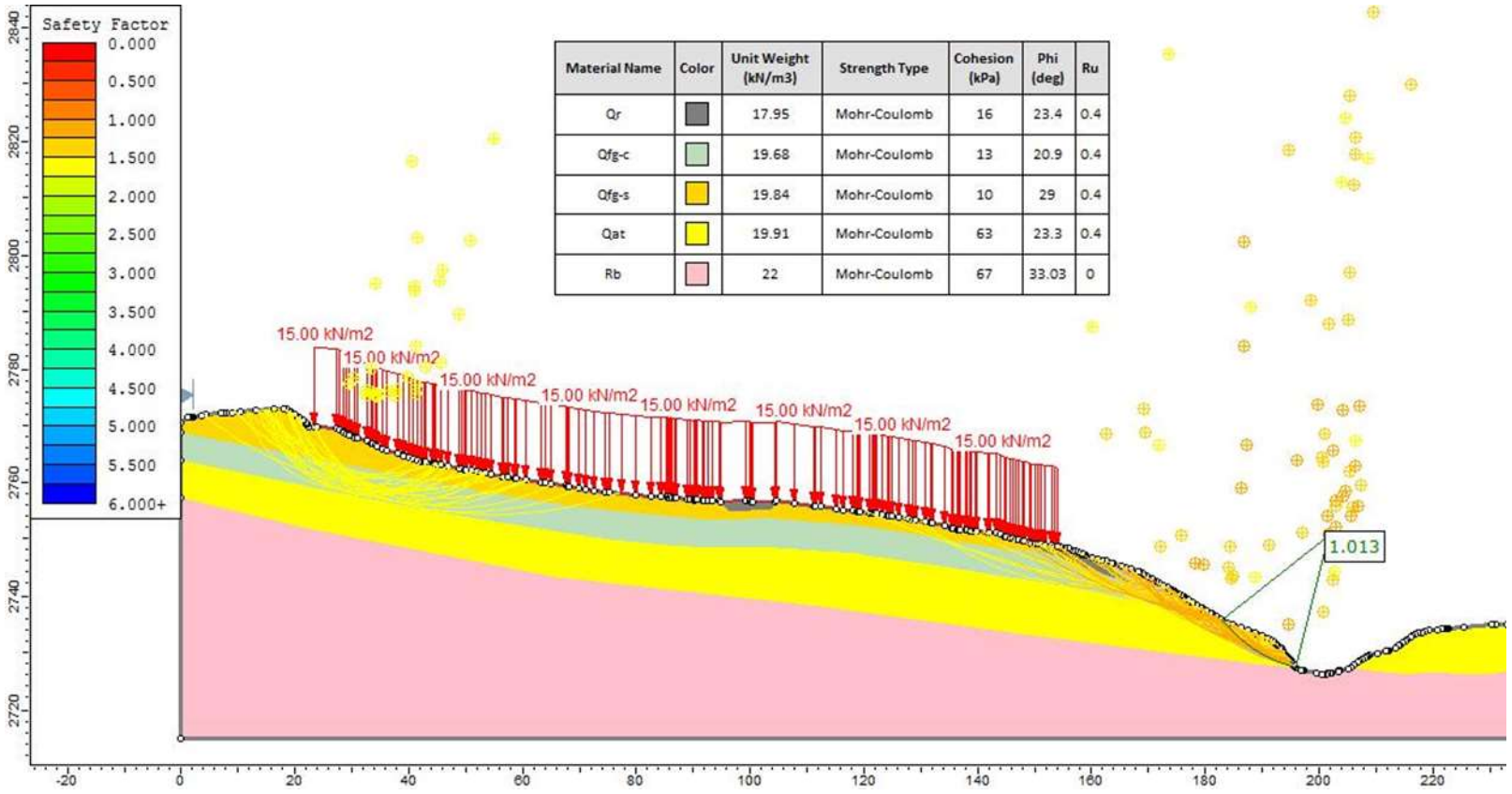


FIGURA 195: RESULTADOS DEL BACKANALYSIS EN LA SECCIÓN 5-5, CON PARÁMETRO RU.

Los parámetros de resistencia utilizados para los análisis retrospectivos son los determinados a partir de correlaciones con las pruebas de SPT, los cuales dan como resultado factores de seguridad que reflejan la situación actual de la ladera del Barrio La Gran Colombia. Los parámetros definitivos que se adoptan para los análisis de estabilidad son los mostrados en la siguiente figura.

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
Qr		17.95	Mohr-Coulomb	16	23.4
Qfg-c		19.68	Mohr-Coulomb	13	20.9
Qfg-s		19.84	Mohr-Coulomb	10	29
Qat		19.91	Mohr-Coulomb	63	23.3
Rb		22	Mohr-Coulomb	67	33.03

FIGURA 196: PARÁMETROS ADOPTADOS PARA LOS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.

12.2.4. Condiciones de sismo

El sitio de estudio se encuentra en un área de transición entre la zona de respuesta sísmica identificada como Cerros y la del Depósito de Ladera, esta última con un Aa (coeficiente de aceleración pico efectiva) de 0.22 g, que corresponde a un periodo de retorno de 475 años, según el Decreto 523 de 2010.

Para los análisis de estabilidad en condición seudostática se utilizará un valor de aceleración de 2/3 de la aceleración horizontal pico en superficie.

12.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD CONDICION ACTUAL

Teniendo como base el plano de zonificación geotécnica del área de influencia directa objeto del presente estudio, se analizaron 3 secciones (4-4', 5-5' y 6-6') para los siguientes escenarios de evaluación de estabilidad.

- En condiciones normales se analizó con el nivel de agua en la interface entre el material aluviotorrencial (Qat) y los depósitos fluvioglaciares.

- La misma condición anterior, pero con un sismo de 0.15 g correspondiente a 2/3 de la aceleración máxima de la zona de estudio según la Microzonificación Sísmica de Bogotá.

- En condiciones extremas de agua. Se dispone una tabla de agua muy cerca de la superficie con una profundidad variable entre 5 m en la zona alta del área de estudio y en la superficie en la margen izquierda del Rio Fucha.

- La misma condición anterior con un sismo de 0.15 g, correspondiente a 2/3 de la aceleración máxima de la zona de estudio.

Como herramienta para la ejecución de los análisis de estabilidad se utilizó el software Slide8.0 de la casa Rocscience.

A continuación, a manera de ejemplo se presenta la sección 4-4’ utilizada para la ejecución de los análisis de estabilidad.

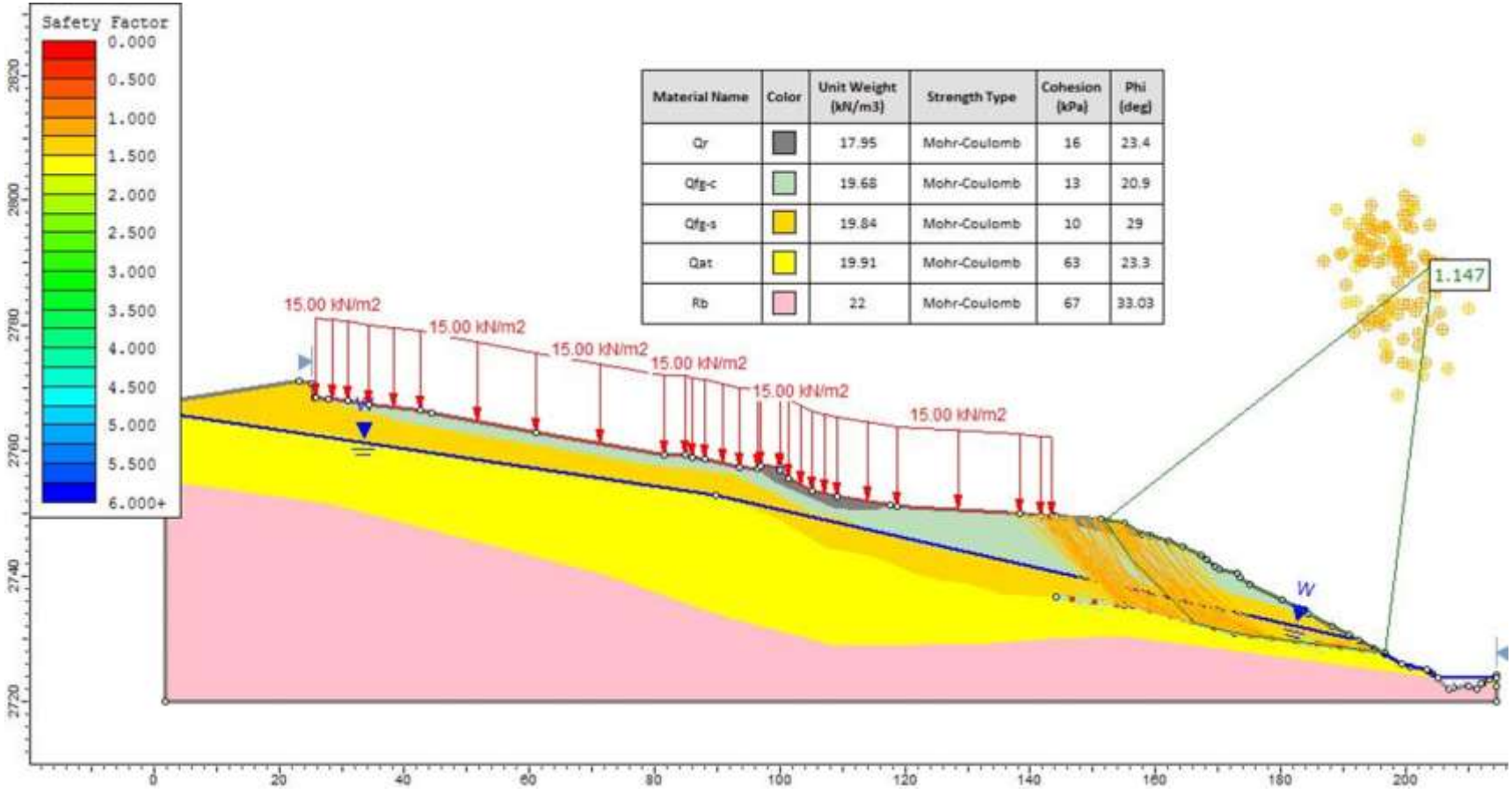


FIGURA 197: SECCIÓN DE ANÁLISIS 4-4'

A continuación, se presenta la tabla de factores de seguridad obtenidos en los análisis de estabilidad para la condición normal y extrema de agua en el escenario actual sin sismo y con sismo:

TABLA 93 FACTORES DE SEGURIDAD - SECCIONES DE ANÁLISIS

SECCIÓN	CONDICIÓN NORMAL DE AGUA		CONDICIÓN EXTREMA DE AGUA	
	ESTÁTICA	SISMO	ESTÁTICA	SISMO
4-4'	1.147	0.813	0.879	0.617
5-5'	1.169	0.866	1.000	0.735
6-6'	1.649	1.172	1.344	0.946

Los factores de seguridad presentados en la tabla anterior generalmente corresponden a superficies de falla ubicadas en la parte baja de la zona de estudio y específicamente en la zona de manejo y preservación ambiental (ZMPA). Para los demás sectores del área de estudio se tienen factores de seguridad mayores.

Las memorias de los análisis de estabilidad realizados se presentan en el Anexo 6.

12.4. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

El sitio de estudio se encuentra localizado en la parte alta de la localidad de San Cristóbal, sobre la margen izquierda del Rio Fucha donde el cauce tiene un comportamiento de tipo torrencial, el cual ha generado procesos de socavación lateral con el consecuente desconfinamiento de la parte baja del barrio La Gran Colombia.

Se tiene documentado en el diagnostico técnico DI-7027 emitido por el Idiger una avenida torrencial del río Fucha a mediados del mes de noviembre de 2013, con la cual se afectó los barrios Laureles sur oriental, La Gran Colombia,

Montecarlo por la ocurrencia de varios procesos de remoción en masa sobre las márgenes del río.

Hacia el sector suroriental del área de influencia indirecta se identifica la falla de Bogotá; está falla se define por cambios de pendiente en forma de silletas, presenta una dirección promedio N25E y plano de falla hacia el oriente.

De acuerdo con el Estudio técnico E-4-RM-9 del 2000 con las mediciones realizadas a la instrumentación geotécnica se indica que gran parte del barrio Gran Colombia presenta desplazamiento, siendo más acentuado hacia la parte media baja del barrio, y en menor proporción hacia la parte alta; lo que revela un problema generalizado de estabilidad.

Dentro de los factores contribuyentes al proceso de remoción en masa se pueden mencionar entre otros la presencia de la falla geológica de Bogotá identificada en la zona de influencia indirecta, la pérdida de cobertura vegetal de la cuenca del río Fucha, la presencia de materiales susceptibles a deslizarse en este caso los depósitos fluvioglaciares por la heterogeneidad de los mismos al presentarse mezclados tanto los de predominio de matriz arcillosa con los de matriz arenosa con bloques angulares.

Como factores detonantes de los procesos de inestabilidad de la ladera en el área de estudio se pueden mencionar la ocurrencia de lluvias intensas y prolongadas que generan saturación de los materiales, ascenso del nivel freático, erosión de la superficie del terreno. Con una menor incidencia se puede hablar de la ocurrencia de sismos, los cuales en la ciudad de Bogotá por lo general han sido de baja magnitud.

También actúan como detonantes del movimiento intervenciones de tipo antrópico como los cortes y llenos para la adecuación del terreno para la construcción de viviendas, así como la presencia de vertimientos realizados de forma inadecuada sobre la margen del río Fucha.

Otro factor detonante del desplazamiento del terreno es el aporte de aguas infiltradas de la Quebrada La Pichosa al depósito fluvio torrencial de la formación de Rio Siecha compuesto bloques angulares y sub-redondeados en una matriz areno-arcillosa. El caudal de entrada proveniente de la quebrada La Pichosa, de acuerdo con los aforos realizados en el estudio de IFCAYA (1988) entre los

puntos en que la quebrada hace un desvío hacia el occidente que corresponde a la parte alta del barrio La Gran Colombia varían entre 0.18 l/s y 0.9 l/s, la cual depende de la condición de saturación del suelo.

Actualmente no se evidencian posibles filtraciones de agua provenientes del sistema de alcantarillado, sin embargo, esta condición puede variar en el tiempo en la medida en que no se tomen acciones correctivas que eviten la progresión de los procesos de inestabilidad registrados en la zona de estudio.

En el numeral 8.3 se presenta el análisis multitemporal y procesos morfodinámicos en el cual es posible evidenciar la evolución de los movimientos que afectan al barrio La Gran Colombia. También en el numeral 12.1 se presenta el resumen del inventario de procesos identificados en la zona de estudio con sus principales características.

13. DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN

13.1. MITIGABILIDAD

Con las alternativas de obras que se plantean a continuación, es posible mitigar parte de la problemática que se registra en el barrio La Gran Colombia. Sin embargo, la zona de ronda o ZMPA del río Fucha requerirá la implementación de obras propias que garanticen la estabilidad del cauce, las cuales no hacen parte del objeto del presente estudio, solamente se enunciaran a manera de recomendación a la EAAB, la CAR o la entidad encargada de su conservación.

13.2. ALTERNATIVAS PLANTEADAS

A continuación, se hace una descripción de las diferentes alternativas de mitigación para reducir el riesgo por fenómenos de remoción en masa en el sitio de estudio. Las tres primeras alternativas tienen que ver con la intervención mediante obras de tipo estructural, mientras que las dos últimas corresponden con el manejo actual que se viene realizando (reubicación de viviendas y convivir con el problema).

13.2.1. Alternativa 1: Obras de contención y drenaje

Esta alternativa plantea la construcción de una obra de contención conformada por una cortina de pilas de 2.0 m de diámetro con profundidaes entre 12.5 m y 24.5 m respectivamente, un sistema de subdrenaje mediante drenes horizontales de 40 m de longitud distribuidos de manera conveniente en todas las áreas de estudio, se ubican unos pozos que recogen el agua en puntos estratégicos y posteriormente se realizan las entregas mediante canales conformados con sacos de suelo-cemento que descolan en el río Fucha. Las medidas planteadas tienen como fin evitar que continúe el avance del movimiento el cual tiene carácter retrogresivo y de esta manera se puede controlar la zona con procesos de remoción activos ubicados en la parte baja del área de estudio sobre la margen izquierda del Río Fucha, de las viviendas ubicadas en la parte alta desde la calle 11 sur y la quebrada La Pichosa.

En los planos **DGEOT-001** y **DGEOT-002** se presenta el planteamiento de las obras de la alternativa 1, localizadas en planta y secciones.

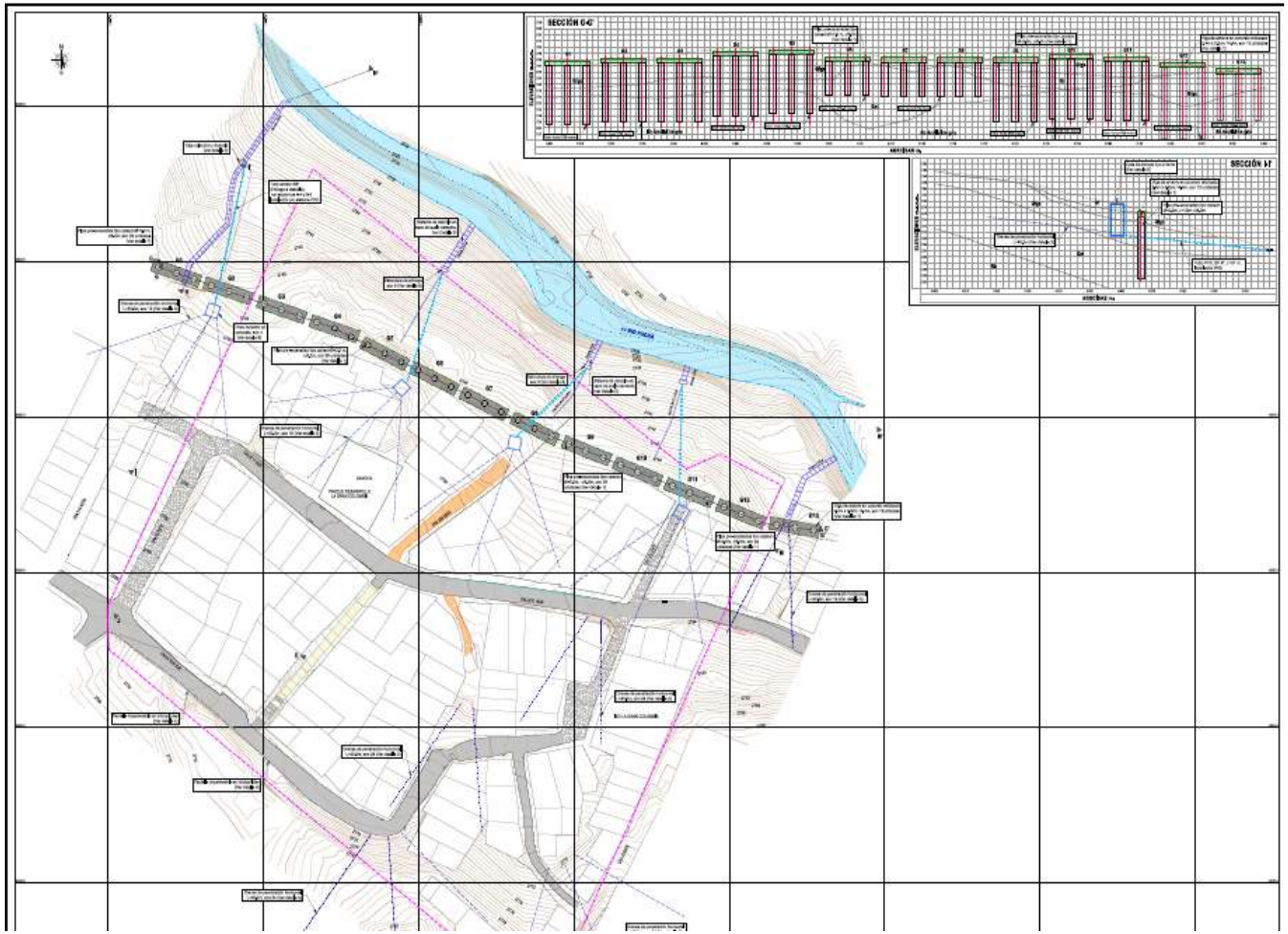


FIGURA 198: ESQUEMA GENERAL DE LA ALTERNATIVA 1

13.2.2. Alternativa 2: Reconformación del terreno, anclajes y drenaje

Se plantea la reconformación del terreno mediante un terráceo con inclinación 1.5H:1.0V cuyo volumen de corte es de aproximadamente 12648 m3, la colocación de anclajes activos de 300 kN y 400 kN y la implementación de obras de subdrenaje mediante la construcción de drenes horizontales de 40 m de longitud, una zanja de coronación y la revegetalización del terreno. Con esta alternativa se requiere la adquisición de tres viviendas aledañas a la zona con viviendas demolidas y predios adquiridos por el IDIGER.

Sobre la Calle 11 sur y Carrera 22 D Este, se ubican unas cámaras o plataformas de salida donde llegan las aguas del sistema de subdrenaje de la parte alta del barrio, desde estas mediante un sistema microtunel Liner de 1.2 m de diámetro se instalan tuberías que llegan al borde de la línea de casas de la parte media baja de la zona de estudio.

En los planos DGEOT-003 y DGEOT-004 se presenta el planteamiento de las obras de la alternativa 2 y los detalles para construcción.

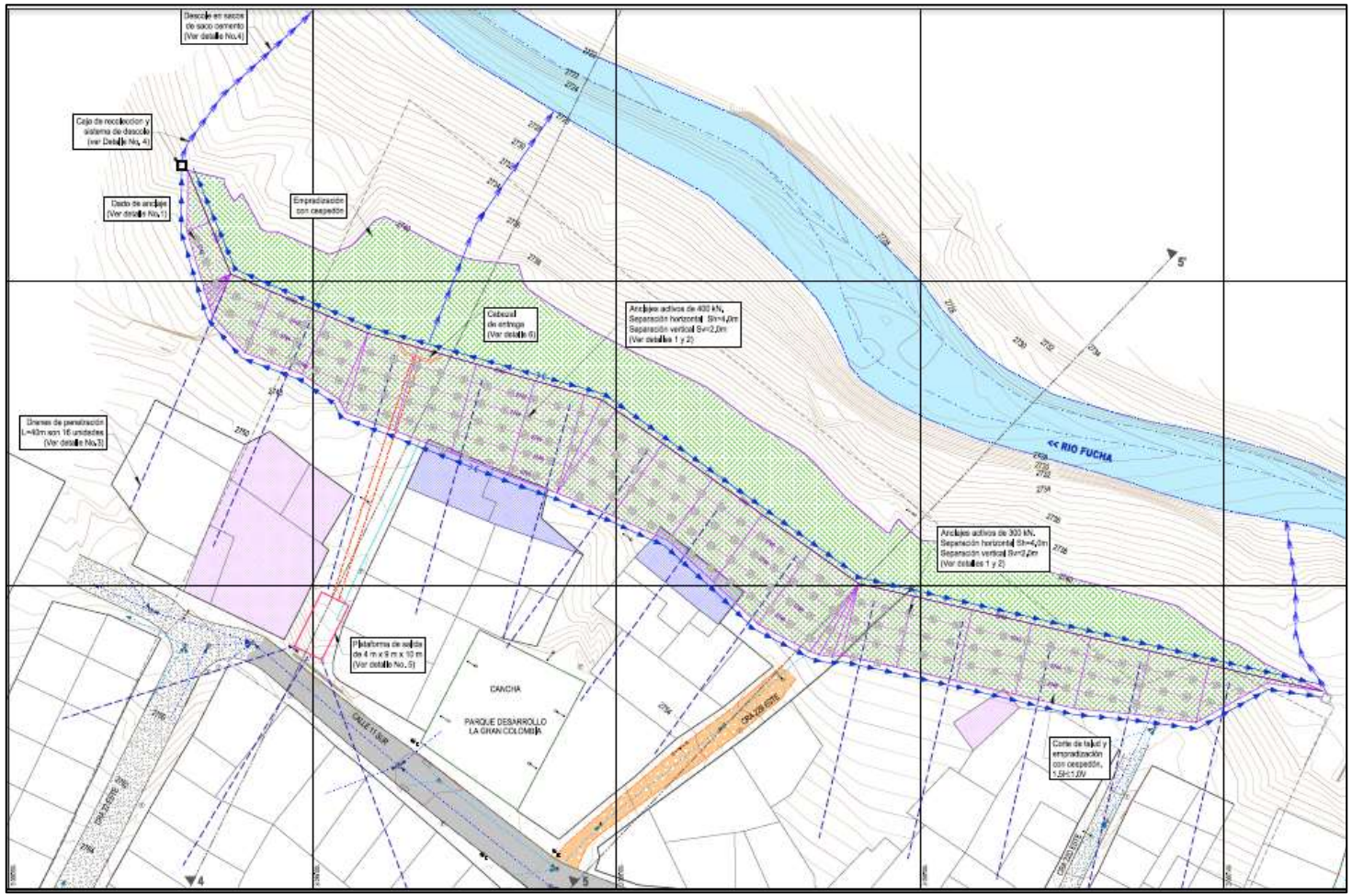


FIGURA 199: ESQUEMA GENERAL DE LA ALTERNATIVA 2

13.2.3. Alternativa 3: Pozos de alivio

La alternativa consiste en la construcción de caisson drenantes o pozos de alivio en varios puntos del área de estudio (23 puntos), los cuales deberán alcanzar profundidades entre 12 m y 20 m con el propósito de generar el abatimiento del agua alojada en los materiales del depósito fluvioglaciar. Esta medida requiere el bombeo continuo del agua alojada en el depósito de suelo.

Complementa a esta alternativa la construcción de pilotes pre-excavados de 0.6m y 0.8 m de diámetro y longitud variables entre 10 y 15 m, los cuales deberán quedar empotrados entre 4 m y 5 m en el material aluviotorrencial (Qat) o en la arcillolita de la formación Guaduas (Rb).

En el plano **DGEOT-005** se presenta el planteamiento de las obras de la alternativa 3.

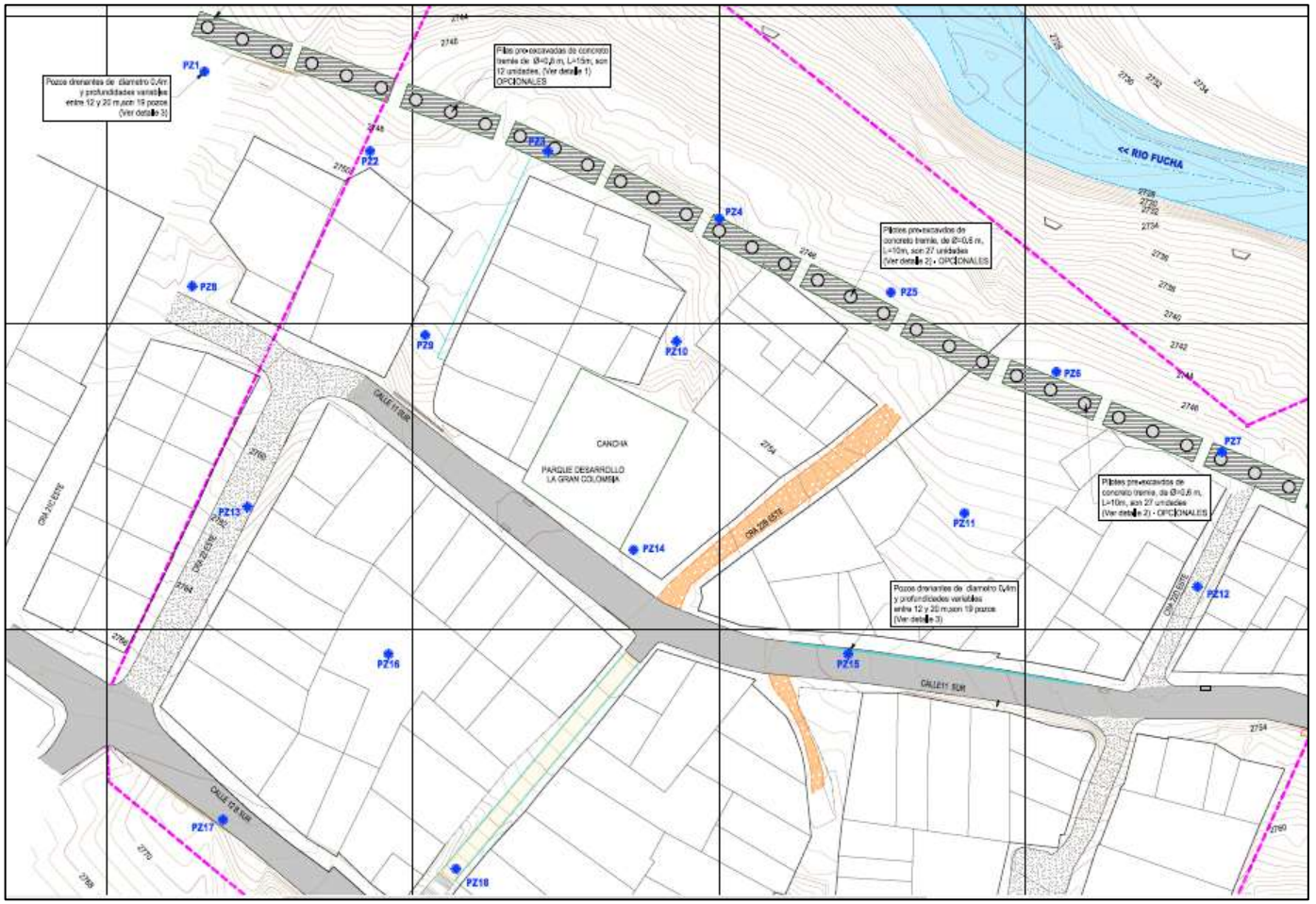


FIGURA 200: ESQUEMA TÍPICO DE LA ALTERNATIVA 3

13.2.4. Alternativa 4: Reasentamiento total

Esta alternativa básicamente es realizar el proceso de reasentamiento de las 127 viviendas en un periodo no superior a 5 años, priorizando de acuerdo con el grado de vulnerabilidad de las viviendas. Las etapas en que se puede realizar el reasentamiento dependerán fundamentalmente de la progresión de los procesos de remoción activos y/o que se pudiesen reactivar. En una primera etapa se haría el reasentamiento de las viviendas ubicadas abajo de la Carrera 11 sur hasta los predios actualmente demolidos, posteriormente continuaría con las viviendas del sector sureste y seguiría hacia el suroeste. Sin embargo, como está no es la alternativa sugerida por esta Consultoría, quedaría a discreción de la entidad encargada del manejo del riesgo en el Distrito, en este caso el IDIGER.

13.2.5. Alternativa 5: Convivir con el problema

El IDIGER puede asumir el riesgo y no construir ninguna obra de mitigación. Involucra el costo de daño en este caso de 127 viviendas y de personas que transiten en la zona, valor que es difícil de cuantificar. Por ello se considera para el análisis como el 100% del daño del valor probable de la estructura (valor promedio de estructura de $60’000.000), una inversión en obras de recuperación estimada en un 75% del promedio de las obras civiles planteadas inicialmente como alternativas y un costo social de 5% de estas obras, asociado al control urbano y de manejo de comunidades a través de la Alcaldía Local y del IDIGER.

13.3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD CONDICION FUTURA CON OBRAS

Para la toma de decisiones con relación a las obras a realizarse en la zona para mitigar, se realizó sobre las secciones analizadas los modelos con las obras planteadas. Se tomaron las secciones 4-4’, 5-5’ y 6-6’.

A continuación, se presentan los factores de seguridad obtenidos de los análisis de estabilidad con obras para cada una de las alternativas, cuyas memorias se presentan en el Anexo 6. Se generó dos sectores de análisis los cuales

corresponden para la parte baja a la zona de ZMPA y la parte alta comprende la zona a proteger desde el límite de las viviendas evacuadas hacia arriba.

TABLA 94 RESUMEN FACTORES DE SEGURIDAD PARA LA ALTERNATIVA 1

SECCIÓN	PARTE BAJA		PARTE ALTA	
	ESTÁTICA	SISMO	ESTÁTICA	SISMO
4-4'	1.383	0.999	N.A.	N.A.
5-5'	1.193	0.882	N.A.	N.A.
6-6'	N.A.	N.A.	1.707	1.221

TABLA 95 RESUMEN FACTORES DE SEGURIDAD PARA LA ALTERNATIVA 2

SECCIÓN	PARTE BAJA		PARTE ALTA	
	ESTÁTICA	SISMO	ESTÁTICA	SISMO
4-4'	1.638	1.093	N.A.	N.A.
5-5'	1.1	0.806	N.A.	N.A.
6-6'	N.A.	N.A.	1.707	1.216

TABLA 96 RESUMEN FACTORES DE SEGURIDAD PARA LA ALTERNATIVA 3

SECCIÓN	PARTE BAJA		PARTE ALTA	
	ESTÁTICA	SISMO	ESTÁTICA	SISMO
4-4'	1.261	0.898	N.A.	N.A.
5-5'	1.17	0.872	N.A.	N.A.
6-6'	N.A.	N.A.	1.707	1.22

Como se puede apreciar de las anteriores tablas resumen de factores de seguridad las tres alternativas son viables para su construcción porque se obtienen condiciones adecuadas de estabilidad para la parte alta del barrio que corresponde a donde se encuentran emplazadas las viviendas y donde se pretende controlar los movimientos del terreno.

Los factores de seguridad obtenidos en los análisis de estabilidad para las secciones 4-4’ y 5-5’ indicados (N.A.) para la parte alta de la zona de estudio para la condición estática son mayores de 2.0, mientras que para la condición con sismo son de superiores a 1.2. De manera similar ocurre en la sección 6-6’de la parte baja de la zona de estudio, presenta factores de seguridad mayores a los requeridos por el título H de la NSR-10.

13.4. MODELO DE DECISIÓN

Para la escogencia de la alternativa más favorable desde los puntos de vista técnico, económico, urbanístico, paisajístico, predial, social, ambiental y de viabilidad en general se planteó un modelo de decisión formulado a partir de la creación de una matriz multicríterio, la cual se describe de forma resumida a continuación:

Para la valoración de los aspectos técnicos de cada una de las alternativas se le dio un peso ponderado del 30%, a cada criterio de evaluación se le asigna una calificación entre 1 y 5, siendo 5 la valoración más favorable que se asignará a la obra que en consideración de esta consultoría resulta óptima para la implementación en el sitio de estudio. Dentro de los aspectos técnicos se tuvo en cuenta el tipo de obra, en las que se destacan estructuras de contención, drenajes superficiales, drenajes profundos y revegetalización, siendo estas obras parte de las alternativas de mitigación propuestas.

Los aspectos económicos tienen una ponderación del 20%, tiene una asignación importante porque se busca que la alternativa planteada optimice los costos de construcción de la misma.

Con referencia a los aspectos urbanísticos se busca que la alternativa seleccionada sea lo menos invasiva, es decir que genere el menor impacto o modificaciones al espacio urbano del barrio, a este aspecto se le asignó un peso ponderado del 10%.

Con respecto a los aspectos paisajísticos, se pretende que la alternativa seleccionada genere el menor impacto de tipo visual, se le ha asignado un peso ponderado del 5%.

Los aspectos prediales tienen una ponderación del 15%, con este ítem de valoración se busca que para la implementación de la obra no se tenga la necesidad de adquirir nuevos predios en lo posible, sino que se haga uso de los espacios de los predios donde las viviendas fueron evacuadas para reubicación.

También se tuvo en cuenta los aspectos de tipo social, el cual está estrechamente relacionado con los aspectos prediales porque lo que se pretende

es adquirir la menor cantidad de predios para la construcción de las obras, a este aspecto se le dio una valoración del 10%.

Los aspectos ambientales también fueron tenidos en cuenta, dando una ponderación del 10%, en estos aspectos se tiene en cuenta la menor afectación en la flora y fauna, así como la intervención de cuerpos de agua. En referencia a estos aspectos ambientales, para la implementación de cualquiera de las alternativas se requiere ejecutar excavaciones y movimientos de tierras, requiriendo entre una y otra alternativa realizar mayores intervenciones.

En la tabla mostrada a continuación se presenta la matriz multicriterio para el modelo de decisión y escogencia de la alternativa técnica, económica, social y ambiental más favorable para diseño detallado e implementación como medidas de mitigación a los procesos de remoción en masa identificados en el Barrio La Gran Colombia.

TABLA 97 MATRIZ MULTICRITERIO MODELO DE DECISIÓN ALTERNATIVAS

MATRIZ DE DECISIONES PROYECTO LA GRAN COLOMBIA									
CRITERIOS DE EVALUACION				ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2		ALTERNATIVA 3	
PESO	ELEMENTO DE ANALISIS		TIPO DE OBRA	CORTINA DE PILOTES CAISSON, CAJAS DE DRENAJE CON DRENES EN ABANICO Y SUB DRENES EN ZONA SUR		CONFORMACION TALUD CON DRENES HORIZONTALES, ANCLAJES POSTENSADOS Y GALERIA DRENANTE		MURO DE CONTENCION CON PILAS PREEXCAVADAS Y POZOS DE ALIVIO	
30%	ASPECTOS TECNICOS	25%	ESTRUCTURAS DE CONTENCION	CORTINA DE PILOTES CON CAISSONS DE 12 Y 20 M DE LONGITUD SEPARADOS CADA 6 m	4.0	CONFORMACION DE TALUD DE 10 m DE ALTURA CON INCLINACION 1.5H:1.0V	2.0	CORTINA DE PILOTES PREEXCAVADOS Y TIPO BARRETE EN LA ZONA NOROCCIDENTAL	3.0
		10%	DRENAJES SUPERFICIALES	CUNETAS Y DESCOLES EN LA ZONA ANTERIOR DEL MURO	5.0	ZANJAS DE CORONACION, CUNETAS Y DESCOLES EN TRES PUNTOS DE ENTREGA	5.0	CUNETAS Y DESCOLES EN LA ZONA ANTERIOR DEL MURO	5.0
		50%	DRENAJES PROFUNDOS	DRENES DE PENETRACION DESDE CAJAS DE CONCRETO	5.0	DRENES DE PENETRACION EN LA BASE DEL TALUD	5.0	POZOS DRENANTES DE 0,4 M X 20 M	4.0
			OPERACIÓN Y MANTENIMINETO	NO REQUIERE	5.0	NO REQUIERE	5.0	EQUIPOS ELECTROMECANICOS	1.0
		10%	SUBDRENAJES	FILTRO FRANCES EN LA ZONA SW	3.0	GALERIA DRENANTE	4.0	NO REQUIERE	5.0
		5%	REVEGETALIZACION	SOLO EN PUNTOS LOCALIZADOS DE INTERVENCION	4.0	EN TODA EL AREA DE INTERVENCION DEL TALUD	2.0	SOLO EN PUNTOS LOCALIZADOS DE INTERVENCION	4.0
		100%	PONDERADO		4.50		4.00		3.95
20%	ASPECTOS ECONOMICOS COSTO EN MILLONES DE PESOS		PRELIMINARES	$ 97,334,000	100%	$ 1,046,209,220	0%	$ 325,955,800	94%
			ESTRUCTURAS DE CONTENCION	$ 2,879,173,079		$ 3,421,413,920		$ 3,388,253,596	
			DRENAJES SUPERFICIALES	$ 57,855,000		$ 83,403,046		$ 113,460,819	
			DRENAJES PROFUNDOS	$ 833,512,184		$ 101,840,000		$ 218,080,000	
			SUBDRENAJES	$ 42,822,561		$ 157,905,414		$ 0	
			REVEGETALIZACION	$ 100,628,500		$ 100,628,500		$ 21,976,500	
			COSTO TOTAL/PONDERADO	$ 4,011,325,324	5.00	$ 4,911,400,100	2.00	$ 4,067,726,715	4.81
10%	ASPECTOS URBANISTICOS			NO GENERA AFECTACIONES EN EL URBANISMO DE LA ZONA	5.00	INVADE LA ZONA DE ZAMPA DEL RIO FUCHA	3.00	NO GENERA AFECTACIONES EN EL URBANISMO DE LA ZONA	5.00
5%	ASPECTOS PAISAJISTICOS			NO GENERA UN IMPACTO VISUAL IMPORTANTE POR LO TANTO NO ES INDISPENSABLE UN REDISEÑO DEL PAISAJE	4.00	GENERA UN IMPACTO VISUAL IMPORTANTE POR LO TANTO ES INDISPENSABLE EL REDISEÑO DEL PAISAJE	2.00	NO GENERA UN IMPACTO VISUAL IMPORTANTE POR LO TANTO NO ES INDISPENSABLE UN REDISEÑODEL PAISAJE	4.00
15%	ASPPECTOS PREDIALES			AFECTA SOLO PREDIOS YA ADQUIRIDOS POR EL IDIGER, NO REQUIERE DE LA ADQUISICION DE NUEVOS PREDIOS	4.50	AFECTA PREDIOS ADQUIRIDOS POR EL IDIGER, Y ALGUNOS PREDIOS CERCANOS AL BORDE DEL TALUD PRTOYECTADO	3.00	AFECTA PREDIOS YA ADQUIRIDOS POR EL IDIGER, SE REQUIERE DE LA ADQUISICION DE POCOS PREDIOS EN ZONA DE POZOS	4.00
10%	ASPECTOS SOCIALES			EL IMPACTO ES MINIMO YA QUE NO REQUIERE DE LA ADQUISICION DE PREDIOS NUEVOS	4.50	GENERA UN IMPACTO MODERADO AL REQUERIRSE PREDIOS CERCANOS AL BORDE DEL TALUD DE CORTE	3.00	GENERA UN IMPACTO MENOR AL REQUERIRSE DE ALGUNOS PREDIOS PARA POZOS	4.00
10%	ASPECTOS AMBIENTALES			EL IMPACTO ES MINIMO YA QUE SON EXCAVACIONES MANUALES O CON EQUIPOS DE BAJA CAPACIDAD QUE NO AFECTAN EL ENTORNO NO SE AFECTA LA ZONA DE ZAMPA	4.00	EL IMPACTO ES ALTO, DADO QUE SE REQUIERE DE UN MOVIMIENTO DE TIERRAS IMPORTANTE, SE APROXIMA A PREDIOS HABITADOS E INVADE LA ZONADE ZAMPA	2.00	EL IMPACTO ES MODERADO YA QUE SE REQUIERE EL INGRESO Y EL USO DE EQUIPOS DE MEDIANA Y DE ALTA CAPACIDAD EN ZONAS URBANIZADAS	3.00
100%	CALIFICACION			BUENA	4.58	REGULAR	2.95	BUENA	4.15

Una vez realizado el ejercicio de valoración para cada una de las alternativas, se encuentra que la alternativa 1 correspondiente a la construcción de un muro en pilas y la implementación de un sistema de subdrenaje presenta una calificación buena con una valoración de 4.58 y la alternativa 3 correspondiente a la construcción de pozos de alivio y pilotes pre-excavados también presenta una calificación buena con una valoración de 4.15.

Conclusión de la alternativa más favorable:

Desde el punto de vista de esta consultoría se recomienda la selección de la alternativa 1 con algunos complementos de la alternativa 2; se descarta la alternativa 3 por las siguientes razones:

- ✓ Aunque es la más económica inicialmente a la construcción de las obras, demandaría altas costos de mantenimiento y operación del sistema.
- ✓ El mantenimiento y revisión de los equipos de bombeo en los pozos de alivios por parte de la entidad se hace complejo.
- ✓ La operación de los equipos de bombeo, requieren de una fuente eléctrica qué demanda costos, mantenimiento y diseños de las redes para cada uno o para la totalidad del sistema.
- ✓ La construcción de los pozos de alivio, al ser por medio mecánico se hace complicado para el ingreso de maquinaria y/o equipos de construcción.
- ✓ Para la construcción de los pozos de alivio dentro de predios y/o espacio público, requiere trámites y compra de predios por parte de la entidad.
- ✓ Se requiere de adquisición de varios predios para la conformación de una red eficiente de abatimiento.
- ✓ Para la construcción de los pozos se requiere del ingreso de equipos de perforación de alta capacidad, que tiene un impacto ambiental alto y puede ocasionar daños en pavimentos, servicios públicos, vías, y accesos a las viviendas.
- ✓ Si bien los pozos inicialmente pueden funcionar autónomos y pasivos por gravedad lo cual es muy atractivo, las aguas interceptadas por los drenes se exfiltrarían al interior de los pozos en los sustratos profundos que tienen una permeabilidad ligeramente mayor; esta solución, aunque muy atractiva es muy temporal y se puede generar en muy poco tiempo la colmatación del suelo alrededor de los pozos, perdiéndose así este efecto de exfiltración. En estas condiciones el sistema requiere inevitablemente la instalación de bombas en cada pozo, con sistemas electromecánicos complejos y de alto costo. Esto genera una alta dependencia del funcionamiento de estos sistemas en la estabilidad de la zona, lo cual se considera inconveniente teniendo en cuenta que este tipo de obras

requieren de un mantenimiento muy estricto y son altamente vulnerable a perdidas por vandalismo; por lo tanto, no es conveniente esta solución.

Por su parte con relación a la alternativa 1, se descarto de ésta el uso de micropilotes en la parte sur del área de estudio; no se considera conveniente, puesto que el efecto de retención de agua que genera esta barrera puede producir problemas de sobre saturación en las casas circundantes generando afectaciones de tipo ambiental.

Las ventajas que presenta la alternativa 1 son las siguientes.

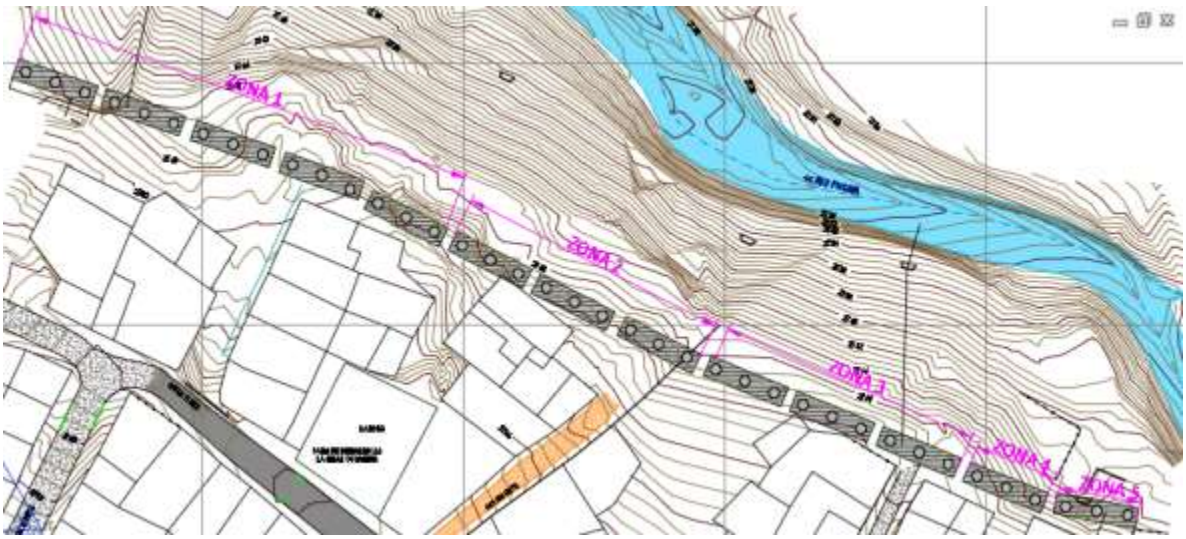
- ✓ La fuente del problema de estabilidad en el área es la presencia de acuíferos en el depósito fluvioglaciar, lo que genera problemas de aguas retenidas, que generan supresiones en el subsuelo; estas subpresiones son las causantes de los problemas de estabilidad en la zona. La conformación de sistemas de drenaje con drenes de penetración y cajas colectoras profundas, permiten controlar de manera eficiente las aguas subterráneas y así mejorar la estabilidad del sector. En este sentido resulta más conveniente complementar con cajas de drenaje unidas con tuberías colectoras profundas instaladas mediante sistemas PHD. Se toma en consecuencia esta parte de la solución propuesta, en reemplazo de los micropilotes, que armoniza y complementa la solución base de la alternativa 1.
- ✓ En la evaluación económica la alternativa, aunque es la más costosa, no genera costos de mantenimiento a futuro.
- ✓ El diseño paisajista en las obras de mitigación en el proyecto embellecerá, las áreas intervenidas, estando ajustadas a los estándares del IDRD.
- ✓ Desde el punto de vista social, solamente se requiere de la compra de dos predios y la utilización de los predios del IDIGER.
- ✓ las obras de la alternativa no requieren de mantenimiento y funcionamiento una vez entregadas a la comunidad

14. DISEÑO EN DETALLE DE LA ALTERNATIVA MÁS FAVORABLE.

14.1. OBRAS GEOTÉCNICAS

14.1.1. Solución de Pilas Pre-Excavadas Tipo Caisson

Como solución geotécnica se propone una estructura de contención por el costado norte del área de estudio en el barrio la Gran Colombia que consistente en un grupo de pilas pre-excavadas de concreto de 2.0m de diámetro y profundidad variable entre 12.5 y 24.5m. Estos pilotes estarán distanciados entre ejes cada 6.0m y unidos en grupos de tres (3) mediante viga de amarre.



14.1.1.1. Análisis por carga axial y asentamiento

Basados en las condiciones geotécnicas de la zona, los pilotes quedarían empotrados en material aluvio-torrencial denso "Qat" en donde se presenta un valor de la resistencia en el ensayo de penetración estándar de N1=29 Golpe/pie.

Aplicando el criterio de Meyerhof 1976, la capacidad portante última de suelo es qu= 400*N D/(10*B); en donde D corresponde al empotramiento del pilote que debe ser por lo menos 6 metros, B es el diámetro del pilote que es igual a 2m.

En estas condiciones la capacidad portante última estimada en el suelo bajo la base del pilote es de 3480 kPa.

Por otra parte, un pórtico típico está conformado por tres pilotes de 20m de longitud separados 6m entre sí, unidos por una viga de amarre de 14.4m x 2.4 m x1.5 m; el peso estimado del sistema viga pilotes es de 5420 kN.

De otro lado el área de cimentación de los tres pilotes es de 9.42 m^2, lo que genera una presión de contacto media de 575 kPa. Bajo estas condiciones el factor de seguridad por capacidad portante es de Fs=6.0, el cual se considera adecuado.

Con el fin de verificar el anterior resultado, se hizo el ejercicio de evaluarlo por el Método de Vesic, con los siguientes resultados.

Si representamos como un material tipo Coulomb con parámetros C, fi, por el método de Vesic se obtiene:

En el caso del Qat, c prom= 63kPa fi=23 grados, E=22 Mpa, v=0.25, se obtiene:

Relación de fricción			ϕ rel (º)	-0.1
Area del pilote			Ap (m^2)	3.142
Esfuerzo vertical total en la punta			σv punta (KN/m^2)	300.0
Presión de poros			u (KN/m^2)	200.0
Esfuerzo vertical efectivo en la punta			σV punta (KN/m^2)	100.0
Deformación volumétrica			εv	0.016
Indice de rigidez			Ir	46
Indice de rigidez reducido			Irr	27
Factor de capacidad portante			Nq*	15
Factor de capacidad portante			Nc*	32
Presión total en la base			qo (KN/m^2)	3512

En el caso de Rb, c prom= 58kPa fi=38 grados, E=100 MPa, v=0.25, se obtiene:

Relación de fricción				ϕ rel (º)	0.65
Area del pilote				Ap (m²)	3.142
Esfuerzo vertical total en la punta				σv punta (KN/m²)	300.0
Presión de poros				u (KN/m²)	200.0
Esfuerzo vertical efectivo en la punta				σV punta (KN/m²)	100.0
Deformación volumétrica				εv	0.005
Indice de rigidez				Ir	137
Indice de rigidez reducido				Irr	81
Factor de capacidad portante				Nq*	100
Factor de capacidad portante				Nc*	127
Presión total en la base				qo (KN/m²)	17356

Por lo tanto, el factor de seguridad del pilote en la punta es FS=17356/575=30.8.

Para el cálculo de asentamientos se considera un modelo elástico convencional. El módulo de elasticidad del suelo se considera E=500 x (N+15) que genera un valor de 22 MPa. Considerando una relación de poisson de 0.3, se estiman un asentamiento en la base del pilote de 2.6 cm, el cual se considera adecuado

14.1.1.2. Análisis por carga lateral

Se revisaron las condiciones de estabilidad de la cimentación en condiciones de carga lateral. Para el análisis se adoptó un modelo de pilote largo, en el cual se presenta una condición de falla simultánea del pilote por flexión y del suelo colindante por carga pasiva. Broms (1964).

En los análisis se consideró la carga actuante como la diferente entre la condición de la presión de reposo, en el lado anterior de la cortina del pilote y la presión activa en el lado posterior de la cortina de pilote. En el caso de sismo la presión de reposo se aumentó proporcional a un factor que se define como la relación entre el coeficiente de presión de tierras activo en sismo (Mononobe Okabe) y el coeficiente de presión de tierras activo en condicione estatica, criterio de Coulomb.

Los análisis incluyen una sobrecarga en la superficie del terreno de 15 kPa. También se determinaron las presiones laterales en condición de sismo de diseño, para una aceleración horizontal equivalente kh=0,147 g.

Con los esfuerzos laterales se determinó la carga horizontal por m-l de muro y su punto de aplicación; en el caso de sismo para considera el efecto de inercia se toma como centro de carga el equivalente al diagrama inverso en la altura de aplicación.

En la Tabla 98 a Tabla 102 se presentan los resultados de coeficientes de presión de tierras, presiones laterales en la parte superior e inferior de un muro virtual y las correspondientes cargas con sus puntos de aplicación de la base del muro virtual.

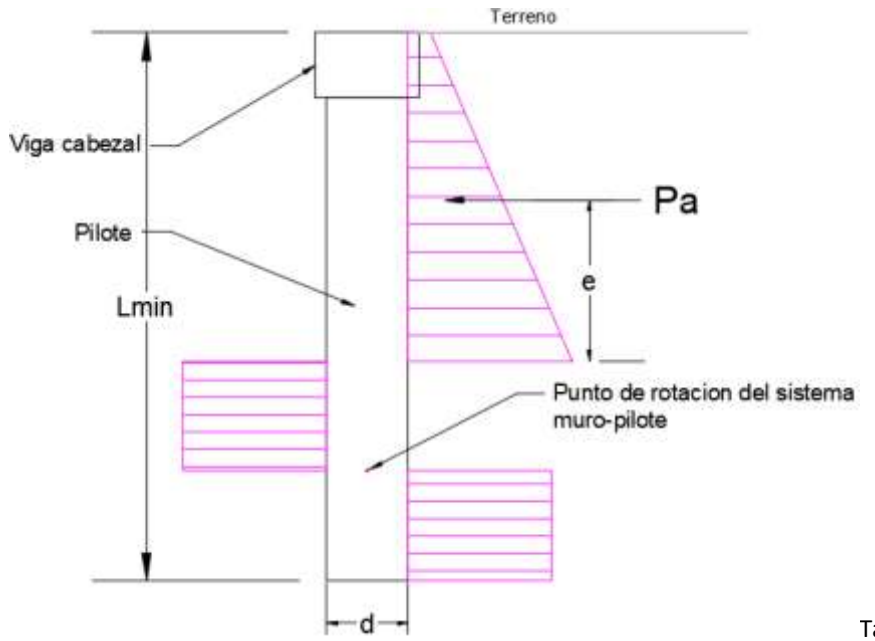


Tabla 102

Convención:
σ_{sup}= Esfuerzo horizontal superior (nivel de terreno).
σ_{inf}= Esfuerzo horizontal inferior (nivel de falla).
Pa = Carga horizontal.
e = Excentricidad, (altura de aplicación respecto al nivel de falla).
En las tablas 98 a 102 se presentan los valores correspondientes

FIGURA 201 . MODELO CONCEPTUAL DE CARGAS Y DE ESTABILIDAD SOBRE EL SISTEMA CORTINA DE PILOTES-MURO

Para el diseño estructural se recomienda modelar el comportamiento del suelo que se encuentra por debajo de la línea de falla, con resortes elásticos con los siguientes valores del modelo de reacción unitaria de la subrasante horizontal

kh=47.5 MPa/m, y vertical kv=22.1 MPa/m. Para el caso de sismo el módulo de reacción horizontal se pude tomar como 10 veces el valor estático.

El módulo de reacción horizontal se calcula siguiendo el criterio de pilotes en arcilla, según Puolos Y Davis, (Fig 5.42, pag103); para una resistencia al corte no drenado CU mayor a 250 kPa, el módulo elástico E=75000 kPa. Por lo tanto, el modulo ks se calcula como:

Ks=1.67 Es/d= 62.6 Mpa/m(Criterio según Broms 1964); para fines de diseño y considera efecto de grupo adoptamos el 75% de este valor; es decir Ks=47.5 Mpa/m

TABLA 98. DETERMINACIÓN DE CARGAS LATERALES CORTINA DE PILOTES ZONA 1 (G1 A G5).

CONDICIÓN DE DISEÑO

Altura del muro	10.00	m
Angulo de fricción	30.9	°
Angulo de friccion en el interfaz del muro	0.0	
Peso unitario del relleno	20.0	kN/m3
Aceleracion sismica horizontal	0.147	g
Aceleracion sismica vertical	0.000	g
Angulo pseudoequivalente	8.34	°
inclinacion del muro con la horizontal	90.00	°

Coeficiente reposo	0.486		
inclinacion del terreno (lado pasivo/lado activ	-15.00	9.00	NETOS
Coeficiente activo	0.281	0.355	0.205
Coeficiente activo sismo	0.352	0.477	0.257
Coeficiente pasivo	1.926	4.125	
Coeficiente pasivo sismo	1.137	2.709	

Presion de sobrecarga 15.00 kPa

	estatico	sismo	
Esfuerzo horizontal sup	3.08	55.27	kPa
Esfuerzo horizontal inf	44.11	3.86	kPa
Carga horizontal	236	296	kN/m
Excentricidad	3.55	6.45	m

TABLA 99. DETERMINACIÓN DE CARGAS LATERALES CORTINA DE PILOTES ZONA 2 (G6 A G8).

CONDICIÓN DE DISEÑO

Altura del muro	6.00	m
Angulo de fricción	30.9	°
Angulo de friccion en el interfaz del muro	0.0	
Peso unitario del relleno	20.0	kN/m3
Aceleracion sismica horizontal	0.147	g
Aceleracion sismica vertical	0.000	g
Angulo pseudoequivalente	8.34	°
inclinacion del muro con la horizontal	90.00	°

Coeficiente reposo	0.486		
inclinacion del terreno (lado pasivo/lado activ	-15.00	9.00	NETOS
Coeficiente activo	0.281	0.355	0.205
Coeficiente activo sismo	0.352	0.477	0.257
Coeficiente pasivo	1.926	4.125	
Coeficiente pasivo sismo	1.137	2.709	

Presion de sobrecarga 15.00 kPa

	estatico	sismo	
Esfuerzo horizontal sup	3.08	34.70	kPa
Esfuerzo horizontal inf	27.70	3.86	kPa
Carga horizontal	92	116	kN/m
Excentricidad	2.20	3.80	m

TABLA 100. DETERMINACIÓN DE CARGAS LATERALES CORTINA DE PILOTES ZONA 3 (G9 A G11).

CONDICIÓN DE DISEÑO

Altura del muro	10.00	m
Angulo de fricción	30.9	°
Angulo de friccion en el interfaz del muro	0.0	
Peso unitario del relleno	20.0	kN/m3
Aceleracion sismica horizontal	0.147	g
Aceleracion sismica vertical	0.000	g
Angulo pseudoequivalente	8.34	°
inclinacion del muro con la horizontal	90.00	°

Coeficiente reposo	0.486		
inclinacion del terreno (lado pasivo/lado activ	-15.00	9.00	NETOS
Coeficiente activo	0.281	0.355	0.205
Coeficiente activo sismo	0.352	0.477	0.257
Coeficiente pasivo	1.926	4.125	
Coeficiente pasivo sismo	1.137	2.709	

Presion de sobrecarga	15.00		kPa
	estatico	sismo	
Esfuerzo horizontal sup	3.08	55.27	kPa
Esfuerzo horizontal inf	44.11	3.86	kPa
Carga horizontal	236	296	kN/m
Excentricidad	3.55	6.45	m

TABLA 101. DETERMINACIÓN DE CARGAS LATERALES CORTINA DE PILOTES ZONA 4 (G12).

CONDICIÓN DE DISEÑO

Altura del muro	12.00	m
Angulo de fricción	30.9	°
Angulo de friccion en el interfaz del muro	0.0	
Peso unitario del relleno	20.0	kN/m3
Aceleracion sismica horizontal	0.147	g
Aceleracion sismica vertical	0.000	g
Angulo pseudoequivalente	8.34	°
inclinacion del muro con la horizontal	90.00	°

Coeficiente reposo	0.486		
inclinacion del terreno (lado pasivo/lado activ	-15.00	9.00	NETOS
Coeficiente activo	0.281	0.355	0.205
Coeficiente activo sismo	0.352	0.477	0.257
Coeficiente pasivo	1.926	4.125	
Coeficiente pasivo sismo	1.137	2.709	

Presion de sobrecarga 15.00 kPa

	estatico	sismo	
Esfuerzo horizontal sup	3.08	65.55	kPa
Esfuerzo horizontal inf	52.32	3.86	kPa
Carga horizontal	332	416	kN/m
Excentricidad	4.22	7.78	m

TABLA 102. DETERMINACIÓN DE CARGAS LATERALES CORTINA DE PILOTES ZONA 4 (G13).

CONDICIÓN DE DISEÑO

Altura del muro	8.00	m
Angulo de fricción	30.9	°
Angulo de friccion en el interfaz del muro	0.0	
Peso unitario del relleno	20.0	kN/m3
Aceleracion sismica horizontal	0.147	g
Aceleracion sismica vertical	0.000	g
Angulo pseudoequivalente	8.34	°
inclinacion del muro con la horizontal	90.00	°

Coeficiente reposo	0.486		
inclinacion del terreno (lado pasivo/lado activ	-15.00	9.00	NETOS
Coeficiente activo	0.281	0.355	0.205
Coeficiente activo sismo	0.352	0.477	0.257
Coeficiente pasivo	1.926	4.125	
Coeficiente pasivo sismo	1.137	2.709	

Presion de sobrecarga	15.00		kPa
	estatico	sismo	
Esfuerzo horizontal sup	3.08	44.99	kPa
Esfuerzo horizontal inf	35.91	3.86	kPa
Carga horizontal	156	195	kN/m
Excentricidad	2.88	5.12	m

Con las cargas anteriores se determinó el empotramiento mínimo considerando una resistencia al corte del suelo Cu=143.75 kPa y generando la condición de falla pasiva justo debajo de la zona potencialmente inestable que se representa como una altura Hfalla desde la superficie del terreno. Mediante este análisis se define la longitud mínima de pilote Lmin, para una falla simultánea de pilote por flexión y del suelo por resistencia pasiva. En las TABLA 103 y Tabla 104 se resumen los análisis presentados de estabilidad por el Metodo de Broms, contemplando

factores de seguridad estáticos superiores a FS=3.0 y factores de seguridad en condición de sismo superiores a FS=1.5.

A continuación en la Tabla 103 y Tabla 104 se presenta el resumen de presión sobre el muro, cargas y dimensiones del pilote en condición de carga estática y de sismo.

TABLA 103. VALORES DE MOMENTO MÁXIMO, PUNTO DE ROTACIÓN Y LONGITUD MÍNIMA DE EMPOTRAMIENTO, PARA PILOTE EN CONDICIÓN DE EQUILIBRIO PLÁSTICO. CARGA NORMAL ESTÁTICA.

CONDICIONES DE CARGAS NORMALES ESTATICAS

ZONA		Hfalla m	Presion sobre el muro			Separación y cargas en el pilote			Dimensiones del pilote			FS est
			σ_{sup} kPa	σ_{inf} kPa	Pa kN/ml	S m	Hu kN	e m	d m	Lmin m	ρ %	
G1,G2,G3, G4, G5	zona 1	10.0	3.08	44.11	236.0	6.0	4384.2	3.55	2.00	17.2	3.00%	3.10
G6, G7, G8	zona 2	6.0	3.08	27.70	92.3	6.0	2410.9	2.20	2.00	10.1	1.00%	4.35
G9, G10 , G11	zona 3	10.0	3.08	44.11	236.0	6.0	4384.2	3.55	2.00	17.2	3.00%	3.10
G12	zona 4	12.0	3.08	52.32	332.4	6.0	5477.1	4.22	2.00	20.8	4.50%	2.75
G13	zona 5	8.0	3.08	35.91	155.9	6.0	2817.6	2.88	2.00	12.9	1.50%	3.01

TABLA 104. VALORES DE MOMENTO MÁXIMO, PUNTO DE ROTACIÓN Y LONGITUD MÍNIMA DE EMPOTRAMIENTO, PARA PILOTE EN CONDICIÓN DE EQUILIBRIO PLÁSTICO. CARGA DE SISMO.

CONDICIONES DE CARGAS DE SISMO NSR-010

ZONA		Hfalla m	Presion sobre el muro			Separación y cargas en el pilote			Dimensiones del pilote			FS sis
			σ_{sup} kPa	σ_{inf} kPa	Pa kN/ml	S m	Hu kN	e m	d m	Lmin m	ρ %	
G1,G2,G3, G4, G5	zona 1	10.0	55.66	3.88	297.7	6.0	2761.3	6.45	2.00	16.5	3.00%	1.55
G6, G7, G8	zona 2	6.0	34.95	3.88	116.5	6.0	1566.6	3.80	2.00	9.8	1.00%	2.24
G9, G10 , G11	zona 3	10.0	55.66	3.88	297.7	6.0	2761.3	6.45	2.00	16.5	3.00%	1.55
G12	zona 4	12.0	66.01	3.88	419.4	6.0	3426.8	7.78	2.00	20.0	4.50%	1.36
G13	zona 5	8.0	45.30	3.88	196.7	6.0	1764.5	5.12	2.00	12.5	1.50%	1.49

S_{sup}: Esfuerzo lateral al nivel del terreno.
s_{inf}: Esfuerzo lateral al nivel de la línea de falla.
Pa: Carga activa resultante del diagrama de presiones.
S: Separación centro a centro entre pilotes.
Hu: Carga ultima por empuje pasivo del suelo bajo la línea de falla (Broms).
e: Excentricidad vertical de carga, coincide con el centro de cargas de Pa.
d: Diámetro del pilote.
Lmin: Longitud mínima del pilote para falla por pasivo.

r_{min}: Cuantía mínima de acero requerida (falla simultanea estructural del pilote y pasivo del suelo).
FS est: Factor de seguridad por carga lateral en condición estática.
FS sis: Factor de seguridad por carga lateral en condición de sismo.

14.1.2. Cajas Drenantes:

Para el control de agua profunda en el sitio de estudio se requiere la construcción de siete (7) cajas drenantes entre 8 y 14.0m de profundidad en donde se instalarán drenes de penetración y se instalará tubería de drenaje mediante sistema PHD. Las cajas drenantes 1 a 4, tienen dimensiones en planta de 4 x 4 m y las cajas drenantes 5, 6 y 7, tiene dimensiones en planta de 4 m x 9 m.

A continuación, se presentan los esfuerzos de presión para excavación a corto plazo, largo plazo estático y sismo, así como el módulo de reacción Kh. En la FIGURA 202 se presenta la distribución de las cajas drenantes definidas para la solución propuesta, En la FIGURA 203 se presenta los esquemas de esfuerzos de presiones, y en la tabla Tabla 99 se presenta el resumen con los resultados de las condiciones evaluiadas.

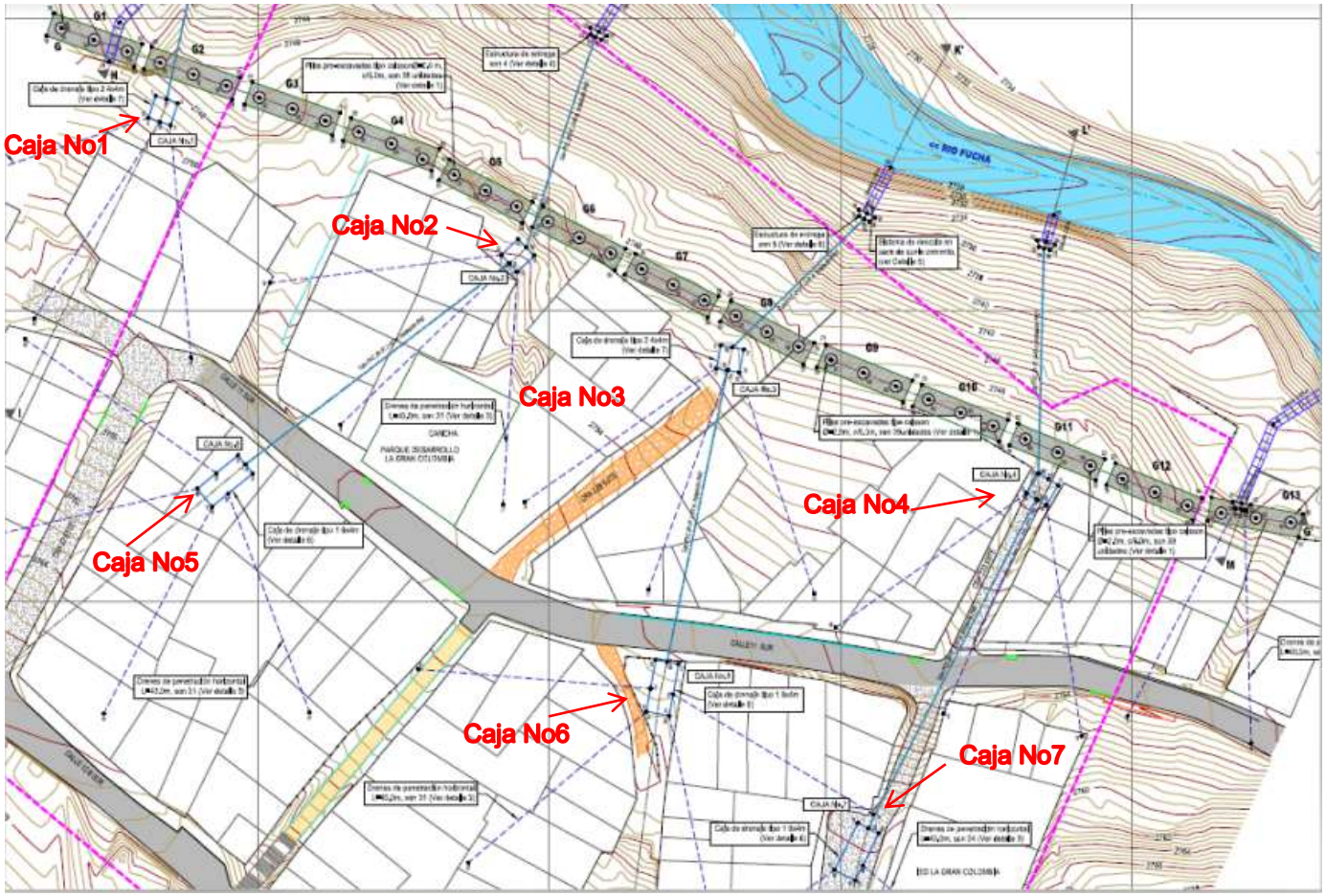


FIGURA 202 . LOCALIZACIÓN EN PLANTA DE LAS CAJAS DRENANTE.

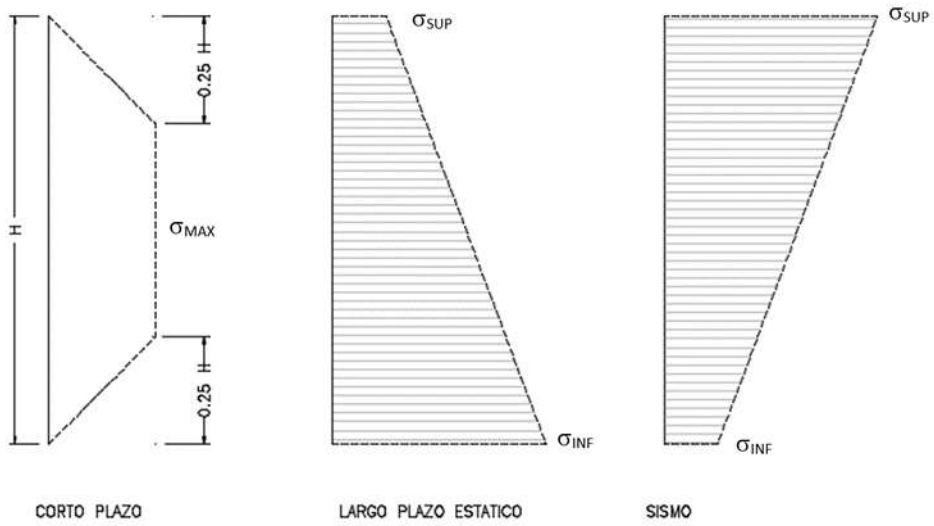


FIGURA 203 . ESQUEMAS DE ESFUERZOS A CORTO PLAZO, LARGO PLAZO ESTÁTICO Y SISMO.

TABLA 105. CONDICIONES DE DISEÑO DE MUROS Y BASE PARA CAJAS DRENANTES.

CAJA	COTA CORONA msnm	COTA BASE msnm	Hmuro m	P UNITARIO kN/m3	ANGULO FRICCION	Ka	CORTO PLAZO	LARGO PLAZO			SISMO			qadm kPa	E Kpa	Kh KPa/m
							σ_{max} kPa	σ_{sup} kPa	σ_{inf} kPa	Pa kN/ml	σ_{sup} kPa	σ_{inf} kPa	Pa kN/ml			
pz-1	2749.3	2738.5	10.8	19.5	33.6	0.315	47.2	6.2	72.6	425.2	98.4	8.3	576.1	451	29873	7468
pz-2	2752.3	2738.5	13.8	19.3	30.1	0.367	68.2	7.1	104.9	772.8	140.9	9.5	1037.8	517	14489	3622
pz-3	2749.4	2741.5	7.9	19.8	29.5	0.377	43.2	7.5	66.4	291.8	89.1	10.0	391.4	517	25148	6287
pz-4	2747.3	2739.5	7.8	19.7	28.6	0.391	44.1	7.7	67.9	294.8	90.9	10.3	394.9	253	12218	3055
pz-5	2758.3	2744.5	13.8	19.5	31.5	0.346	64.9	6.7	99.8	735.1	134.4	9.1	990.2	517	14240	3560
pz-6	2756.3	2747.2	9.1	20.3	30.5	0.361	48.1	7.3	74.0	370.2	99.5	9.8	497.5	517	23768	5942
pz-7	2762.3	2751.5	10.8	19.7	29.8	0.372	56.2	6.7	86.5	506.6	116.1	9.8	679.9	517	21951	5488

En donde las variables presentadas corresponden así:

Hmuro: Altura del muro.

P unitario: Peso unitario promediod el suelo (kN/m3)

σ_{max}: Esfuerzo lateral máximo sobre el entibado temporal antes del muro, corto plazo.

σ_{sup}: Esfuerzo lateral al nivel de la superficie del terreno.

σ_{inf}: Esfuerzo lateral al nivel de la línea de falla.

Pa: Carga activa resultante del diagrama de presiones.

q_{adm}: Capacidad portante admisible del suelo bajo la base del tanque.

E: Módulo elástico promedio del suelo en la altura del muro kPa.

kh: Módulo de reacción horizontal de la subrasante promedio en la altura del muro kPa/m.

En la Tabla 106 se presentan los resultados de estabilidad de excavación de zanja a corto plazo para las cajas drenantes en condición de talud vertical sin acodalamiento y con entibado hasta la profundidad indicada.

TABLA 106. CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE TALUD EN ZANJA ABIERTA Y ENTIBADA, EN EL CORTO PARA CAJAS DRENANTES.

TRAMO		COTA						Vert sin cod		Vert con cod	
Zona	Hexc.	de	a	c (t/m2)	fi grad	Cu (t/m2)	Y (t/m3)	FS_{SAT}	FS_{SEC}	FS_{SAT}	FS_{SEC}
1	**10.8**	**2749.3**	**2738.5**	3.57	25.28	20.31	1.99	2.0	2.3	3.2	2.4
2	**13.8**	**2752.3**	**2738.5**	5.34	21.71	16.19	1.97	1.3	1.5	2.0	1.5
3	**7.9**	**2749.4**	**2741.5**	5.54	20.97	17.10	2.02	2.2	2.5	3.8	2.8
4	**7.8**	**2747.3**	**2739.5**	4.80	19.97	15.20	2.01	2.0	2.3	3.5	2.5
5	**13.8**	**2758.3**	**2744.5**	4.49	23.04	18.16	1.99	1.4	1.6	2.1	1.7
6	**9.1**	**2756.3**	**2747.2**	5.61	24.33	30.65	2.07	3.4	3.9	5.9	4.2
7	**10.8**	**2762.3**	**2751.5**	4.98	22.32	21.37	2.01	2.1	2.4	3.7	2.5

En donde las variables presentadas corresponden así:

c: cohesión promedio.

fi: Angulo de fricción promedio (grados)

Cu: Resistencia al corte no drenado promedio

Y: Peso unitario promedio

FS sat: Factor de seguridad en condición de saturación.

FS sec: Factor de seguridad en condición seca.

σ_{sup}: Esfuerzo lateral al nivel de la superficie del terreno.

σ_{inf}: Esfuerzo lateral al nivel de la línea de falla

Pa: Carga activa resultante

TABLA 107. CONDICIONES DE ESTABILIDAD DISEÑO DE CODALES PARA ENTIBADO EN CAJAS DRENANTES.

TRAMO		COTA		$Pa_{máx}$	tipo	Descripción	No	d1	d2	d3	d4	s12	s23	s34	s4	shor	Padm	Pcod	FC	cheq
camara	Hexc.	de	a	(ton/m2)			codales	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		(m)	(m)	(ton)	(ton)		
1	**10.8**	**2749.3**	**2738.5**	4.81	**12**	Metálico IPE330	7	0.60	1.50	1.50	1.50	1.35	1.50	1.50	0.00	**3.50**	138.88	35.04	3.96	!ok¡
2	**13.8**	**2752.3**	**2738.5**	6.95	**12**	Metálico IPE330	9	0.60	1.50	1.50	1.50	1.35	1.50	1.50	0.00	**3.50**	138.88	63.99	2.17	!ok¡
3	**7.9**	**2749.4**	**2741.5**	4.40	**12**	Metálico IPE330	5	0.60	1.50	1.50	1.50	1.35	1.50	1.50	0.00	**3.50**	138.88	31.00	4.48	!ok¡
4	**7.8**	**2747.3**	**2739.5**	4.50	**12**	Metálico IPE330	5	0.60	1.50	1.50	1.50	1.35	1.50	1.50	0.00	**3.50**	138.88	30.93	4.49	!ok¡
5	**13.8**	**2758.3**	**2744.5**	6.63	**12**	Metálico IPE330	9	0.60	1.50	1.50	1.50	1.35	1.50	1.50	0.00	**3.50**	138.88	61.44	2.26	!ok¡
6	**9.1**	**2756.3**	**2747.2**	4.92	**12**	Metálico IPE330	6	0.60	1.50	1.50	1.50	1.35	1.50	1.50	0.00	**3.50**	138.88	32.23	4.31	!ok¡
7	**10.8**	**2762.3**	**2751.5**	5.73	**12**	Metálico IPE330	7	0.60	1.50	1.50	1.50	1.35	1.50	1.50	0.00	**3.50**	138.88	39.51	3.52	!ok¡

En donde las variables presentadas corresponden así:

No Codales: No de codales.

d1, d2, d3, d4 : Distancia vertical entre codales.

s12, s23, s34, s4 : Distancia vertical aferente entre codales.

Shor: Separación horizontal entre codales.

Padm: Carga admisible por codal.

Pcal: Carga de trabajo por codal.

FC: Factor de carga definido como Padm/Ptrab

Para el entibado en las excavaciones de cajas drenantes se requiere un sistema de acodalamiento metálico tipo IPE330, entre 5 y 9 codales separados cada 3.50m

TABLA 108 . CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE ENTIBADO CON SISTEMAS DE APUNTALAMIENTO – CAJAS DRENANTES.

TRAMO		COTA		tipo	Descripción	d	shor	Wmax	Madm	Mact	FC	cheq
camara	Hexc.	de	a			(m)	(m)	(t/ml)	t-m	t-m		
1	**10.8**	**2749.3**	**2738.5**	**29**	Madera d=10 x 20cm	0.20	**0.20**	1.23	0.95	0.28	3.43	!ok¡
2	**13.8**	**2752.3**	**2738.5**	**29**	Madera d=10 x 20cm	0.20	**0.20**	1.66	0.95	0.37	2.54	!ok¡
3	**7.9**	**2749.4**	**2741.5**	**29**	Madera d=10 x 20cm	0.20	**0.20**	0.88	0.95	0.20	4.78	!ok¡
4	**7.8**	**2747.3**	**2739.5**	**29**	Madera d=10 x 20cm	0.20	**0.20**	0.90	0.95	0.20	4.67	!ok¡
5	**13.8**	**2758.3**	**2744.5**	**29**	Madera d=10 x 20cm	0.20	**0.20**	1.60	0.95	0.36	2.65	!ok¡
6	**9.1**	**2756.3**	**2747.2**	**29**	Madera d=10 x 20cm	0.20	**0.20**	1.05	0.95	0.24	4.03	!ok¡
7	**10.8**	**2762.3**	**2751.5**	**29**	Madera d=10 x 20cm	0.20	**0.20**	1.42	0.95	0.32	2.98	!ok¡

En donde las variables presentadas corresponden así:

d: ancho o diámetro del puntal.

Shor: Separación horizontal entre puntales.

Wmax: Carga unitaria máxima sobre el puntal.

Madm: Momento admisible del puntal.

Mact: Momento de trabajo del puntal.

FC: Factor de carga definido como Madm/Mact

TABLA 109. CONDICIONES DE ESTABILIDAD CON ENTIBADOS - LARGUEROS EN CAJAS DRENANTES.

TRAMO		COTA		tipo	Descripción	svert	Wmax	My	Mact	FS	cheq
camara	Hexc.	de	a			(m)	(t/ml)	t-m	t-m		
1	**10.8**	**2749.3**	**2738.5**	**12**	Metálico IPE330	2.25	10.01	17.97	12.26	1.46	!ok¡
2	**13.8**	**2752.3**	**2738.5**	**14**	Metálico IPE400	2.25	18.28	29.23	22.40	1.31	!ok¡
3	**7.9**	**2749.4**	**2741.5**	**12**	Metálico IPE330	2.25	8.86	17.97	10.85	1.66	!ok¡
4	**7.8**	**2747.3**	**2739.5**	**12**	Metálico IPE330	2.25	8.84	17.97	10.83	1.66	!ok¡
5	**13.8**	**2758.3**	**2744.5**	**14**	Metálico IPE400	2.25	17.55	29.23	21.50	1.36	!ok¡
6	**9.1**	**2756.3**	**2747.2**	**12**	Metálico IPE330	2.25	9.21	17.97	11.28	1.59	!ok¡
7	**10.8**	**2762.3**	**2751.5**	**12**	Metálico IPE330	2.25	11.29	17.97	13.83	1.30	!ok¡

En donde las variables presentadas corresponden así:

Sver: Separación vertical entre largueros.

Wmax: Carga unitaria máxima sobre el larquero.

My: Momento de fluencia del larquero.

Mact: Momento de trabajo del puntal.

FS: Factor de seguridad definido como My/Mact

Para el entibado en las excavaciones de cajas drenantes se requiere un sistema de apuntalamiento mediante madera de d=10x20cm con separación horizontal máxima de 20cm. Para el entibado en las excavaciones de cajas drenantes se requiere un sistema de largueros metálicos tipo IPE330 e IPE 400 separados verticalmente 2.25m.

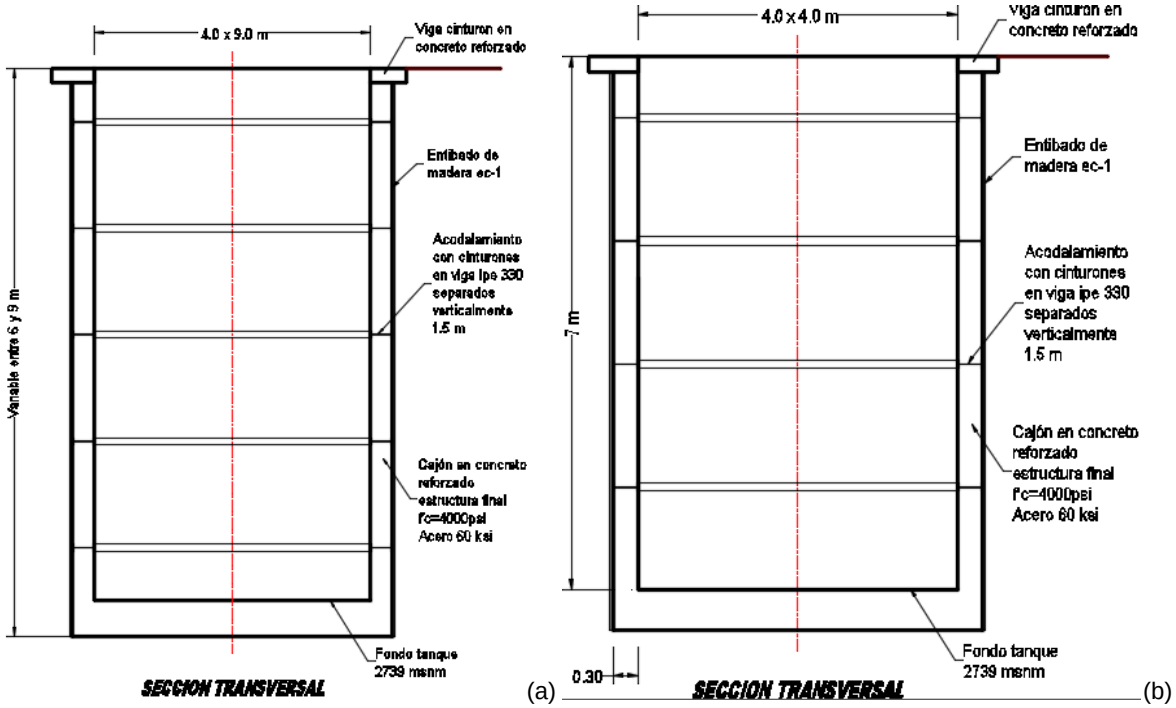


FIGURA 204. ENTIBADO PARA CAJAS DRENANTES TIPO 1 (A) Y TIPO 2 (B).

14.1.3. Sistema de Drenaje Profundo – Drenes Horizontales

Para el control de drenaje profundo se propone la instalación de drenes de penetración horizontal de 40.0 m de longitud. Para la instalación de los drenes se requiere de la excavación de cajas de drenaje hasta 11 m de profundidad ubicados en la parte posterior de la pantalla de pilotes. En la parte baja de cada caja drenante de recolección se instalarán tres (3) drenes de penetración horizontal hasta 40.0m de longitud distribuidos en forma de abanico atravesando hasta el estrato permeable del depósito aluvio-torrencial. Se proponen en total cuatro (4) cajas de drenaje hasta 11m ubicados en los extremos y parte media del sitio de estudio detrás de la pantalla de pilotes.

En la zona suroccidental se incluyen drenes en la base de taludes inclinados, cón el fin de interceptar aguas confinadas que pueden afectar la estabilidad de las casas. Estos drenes entregan directamente a las estructuras viales de la zona.

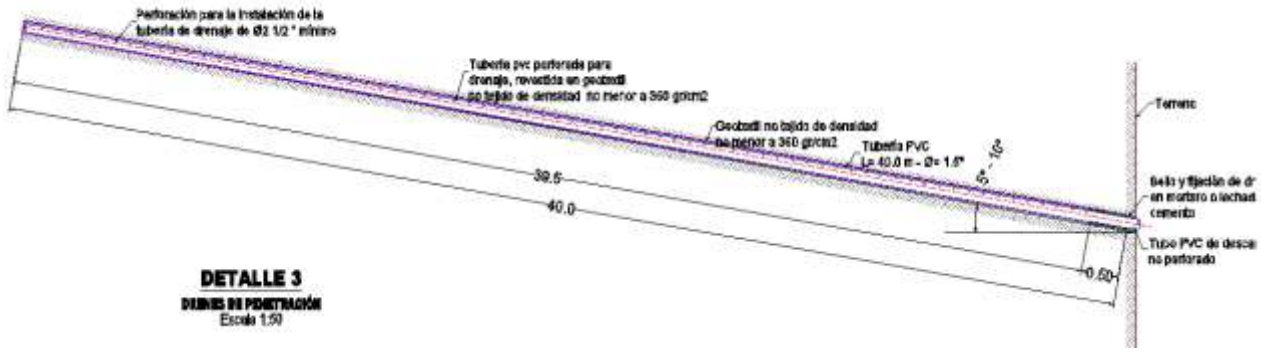


FIGURA 205. DETALLE DE CONFORMACIÓN DE DREN DE PENETRACIÓN HORIZONTAL.

Para el cálculo del caudal en los drenes se extrajo de los modelos de flujo efectuados para la estabilidad de laderas, los valores de caudal a lo largo de una sección de referencia bajo el escenario de flujo (condición extrema actual) y considerando el caudal que intercepta los drenes como la diferencia de caudal de los dos escenarios. Estos resultados se presentan gráficamente en las FIGURA 206 a FIGURA 207.

En la Tabla 110 se presentan los caudales obtenidos en cada una de las secciones de análisis antes y después de los drenes. La diferencia entre ellos corresponde al valor de caudal que se espera sean evacuados en los drenes de penetración. Hacia el costado norte del sitio de estudio donde se proyectan drenes horizontales de 40.0m de longitud se captan en promedio 0.7lt/s por dren, en total 10.2lt/s en el tramo norte. Esta interceptación de agua es necesaria para la estabilidad del sitio de estudio.

TABLA 110. CAUDAL INTERCEPTADO EN LOS DRENES DE PENETRACIÓN.

Sección	Caudal en condición extrema actual (lt/s)	Caudal en condición de drenaje (lt/s)	Caudal interceptado (lt/s)
1-1	0.090	0.039	0.051
4-4	0.160	0.114	0.046
5-5	0.109	0.059	0.050
6-6	0.030	0.006	0.024

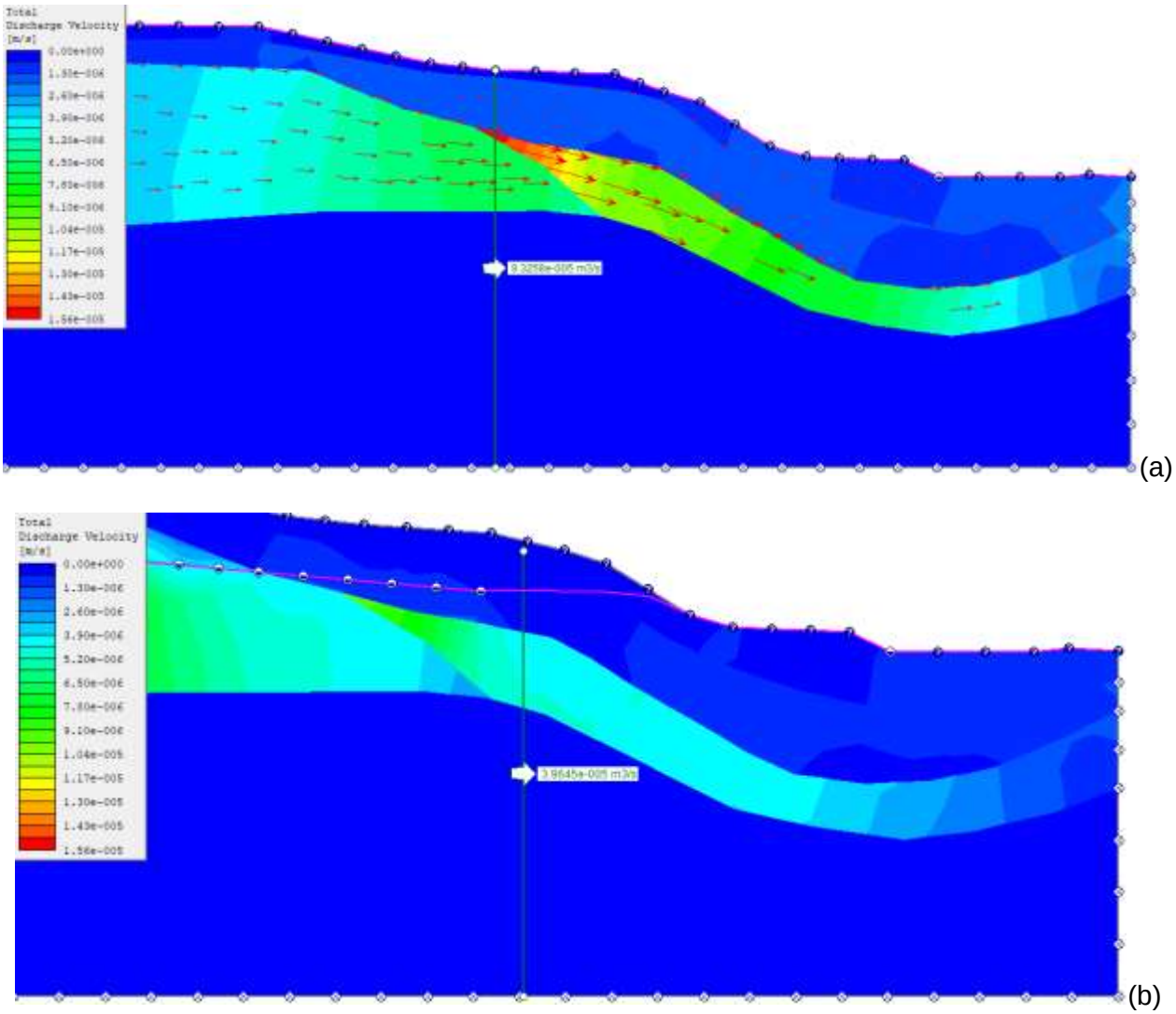
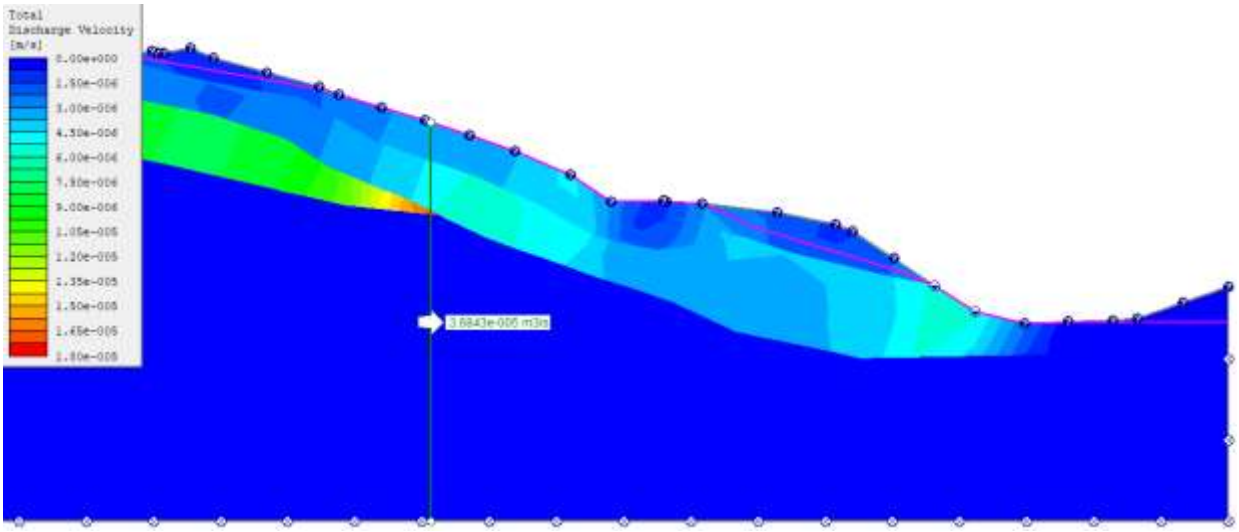
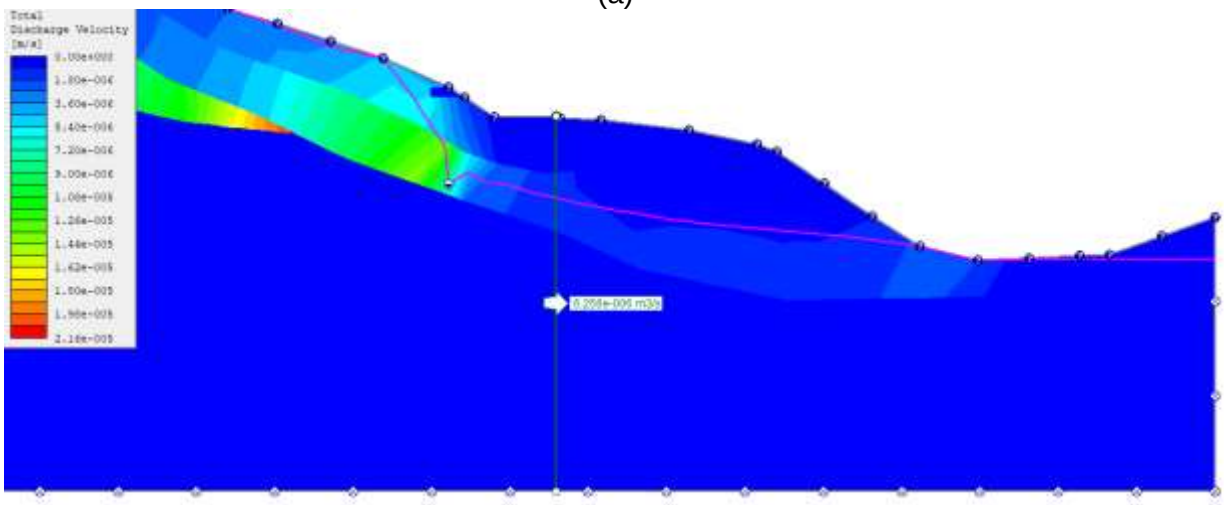


FIGURA 206. CAUDAL DE AGUA PROFUNDA ACTUAL(A) Y CAUDAL CAPTADO POR DREN (B). SECCIÓN 1.



(a)



(b)

FIGURA 207. CAUDAL DE AGUA PROFUNDA ACTUAL(A) Y CAUDAL CAPTADO POR DREN (B). SECCIÓN 6.

14.1.4. Sistema de Perforación Horizontal Dirigida – PHD.

Se propone la instalación de tubería de drenaje mediante sistema PHD en los sitios definidos sobre las cajas drenantes y puntos de entrega sobre el talud norte. El sistema PHD se recomienda para la instalación de tubería en tramos donde no es viable una solución de excavación por la presencia de obras de infraestructura cercanas y la profundidad de excavación superior a 4.0m. En estos sitios se deberá instalar tubería PVC de alta densidad.

A continuación, se presenta en planta la localización proyectada de tubería mediante sistema PHD, y en la FIGURA 209 se presenta el perfil de instalación de la tubería desde la plataforma de lanzamiento hasta la plataforma de salida. En todos los casos el microtune se extiende a más de 8 m de profundidad predominantemente en la capa de depósitos aluviotorreciales Qat.

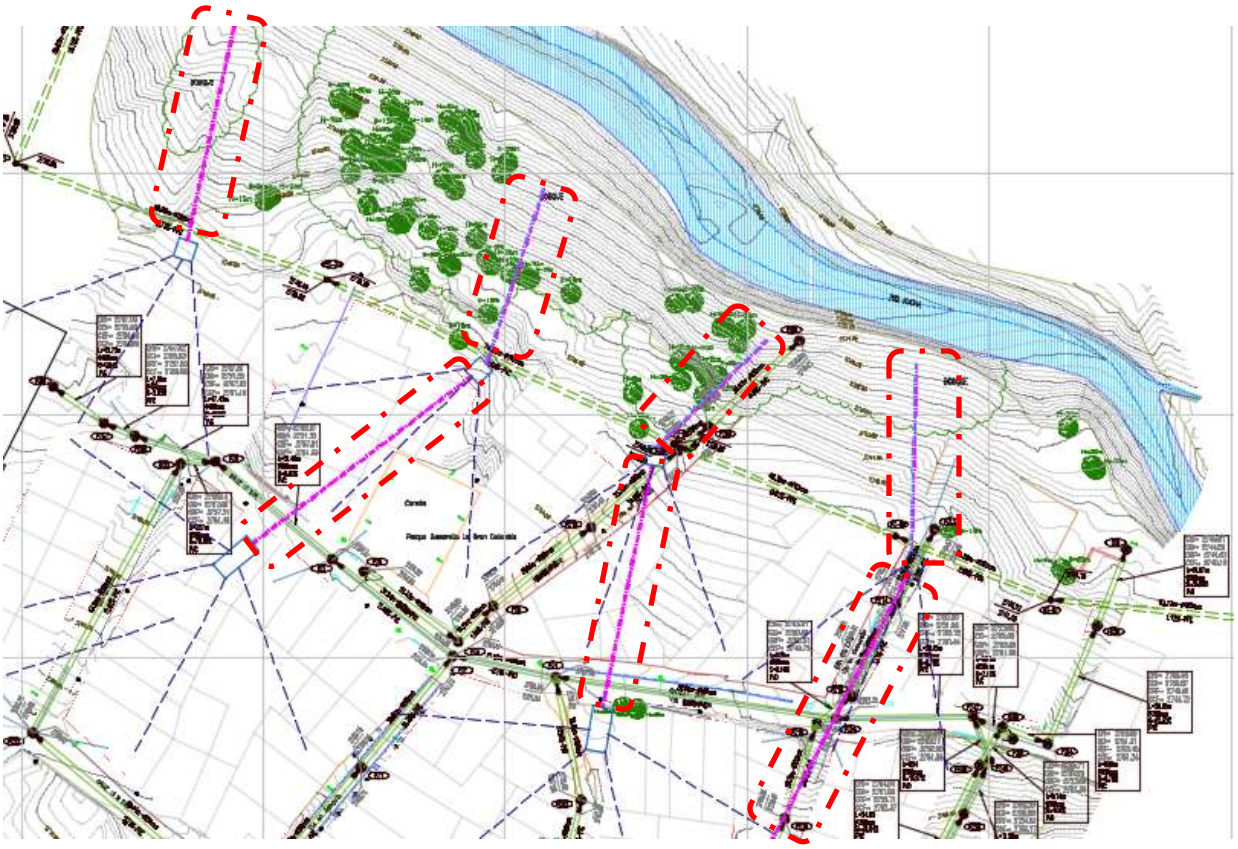


FIGURA 208. UBICACIÓN EN PLANTA DEL TRAZADO DE TUBERÍA PVC MEDIANTE SISTEMA PHD

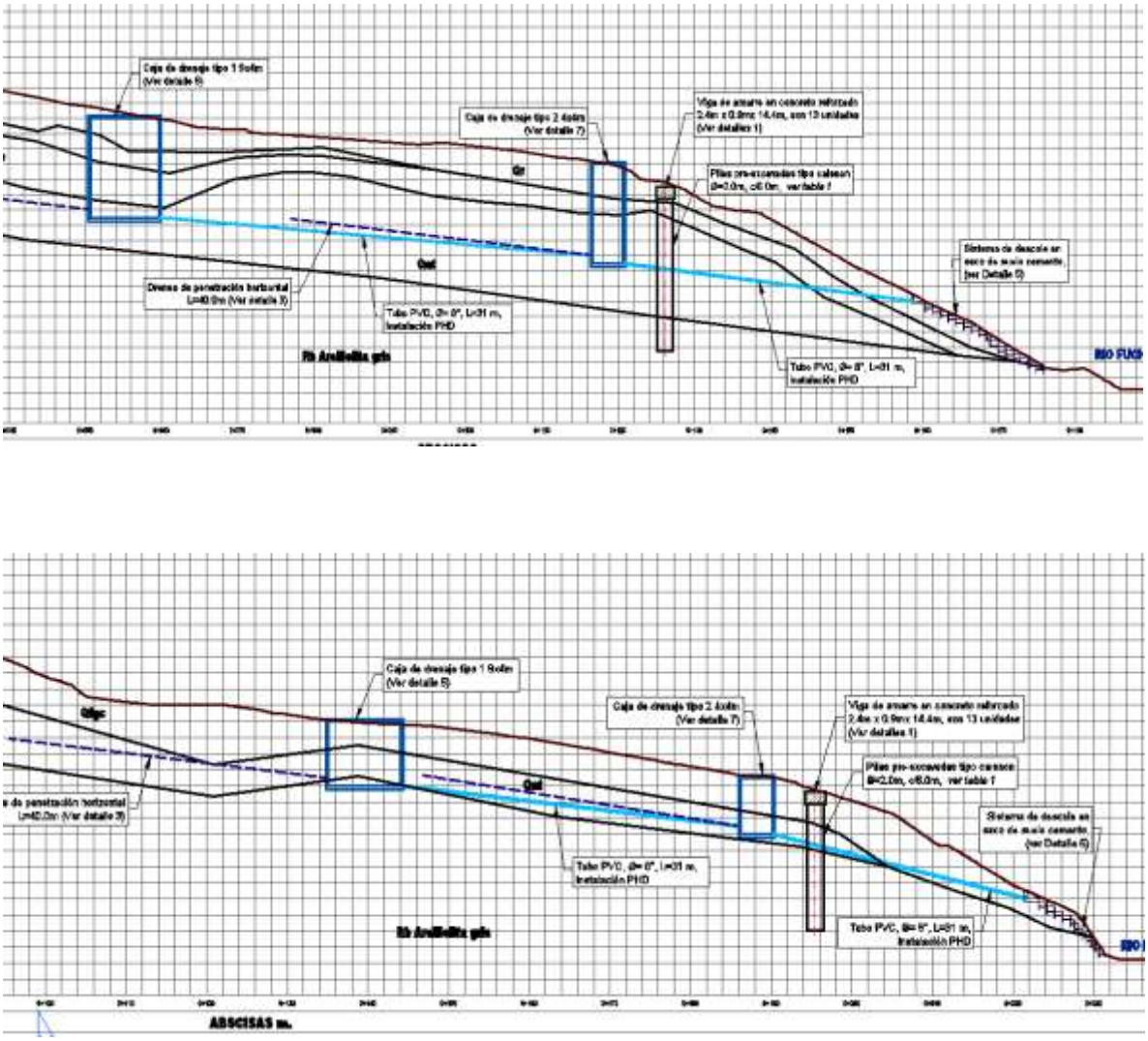


FIGURA 209. PERFIL DE UBICACIÓN DE INSTALACIÓN DE TUBERÍA EN PVC MEDIANTE SISTEMA PHD.

14.2. OBRAS DE ALCANTARILLADO

14.2.1. Generalidades

De acuerdo con las revisiones de capacidad hidráulica, los colectores pueden transportar todo el caudal pluvial y sanitario sin generar sobrecargas en la tubería, razón por la cual no se requiere realizar obras para evacuación de caudales, sin embargo, se considera importante revisar las tuberias por las obras planteadas.

Es importante indicar que solo se realiza la revisión de capacidad hidráulica de los tramos correspondientes al barrio la Gran Colombia. Sin embargo, aguas abajo de los tramos mostrados en la FIGURA 210, continua la infraestructura de la empresa de acueducto.



FIGURA 210. INTERFEERNCIA TUBERÍA DE ALCANTARILLADO CON PANTALLA ESTRUCTURAL.

Como se indicó en el diagnóstico, no se presentan inconvenientes de estabilidad por escurrimiento dado por lluvias, adicionalmente el sistema de aguas residuales funciona correctamente, sin embargo, al realizar las obras de estabiización algunas tuberías presentan interferencia, como se muestra en la siguiente imagen.

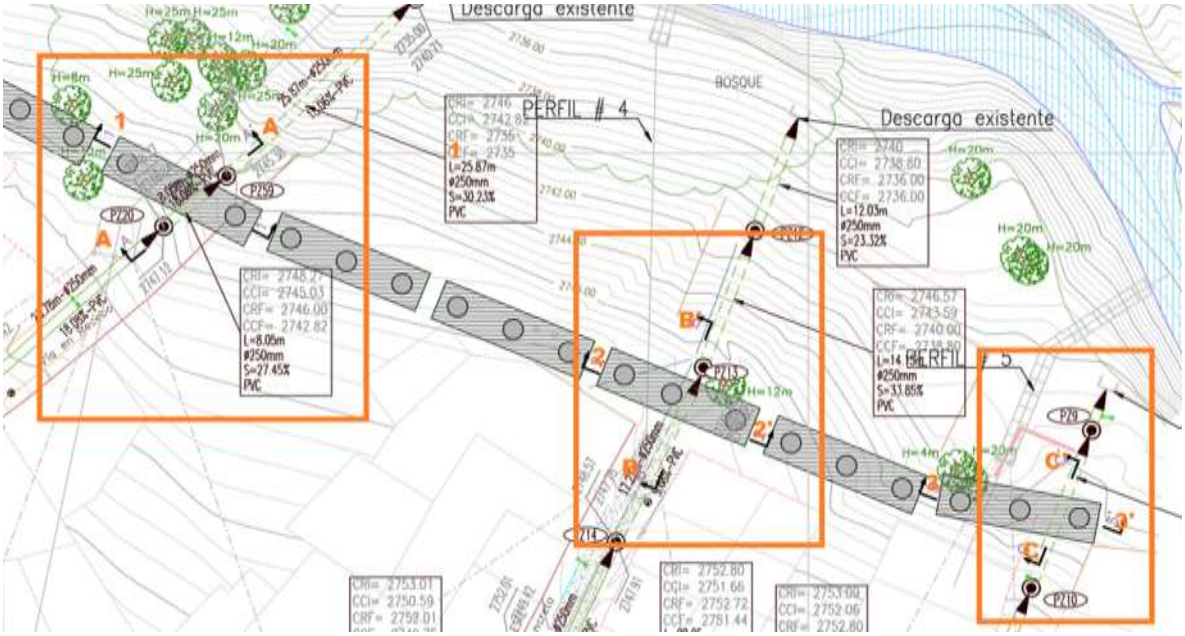


FIGURA 211 Tramos de Interferencia.

Al revisar las inferencias, se aprecia que es necesario profundizar los tramos que atraviesan las pantallas estructurales.

Tomando en cuenta el diseño estructural de las pantallas, se requiere atravesar bajo las vigas cabezales, por lo tanto se realiza el diseño hidráulico de los tramos propuestos. Estos tramos serán diseñados por el mismo corredor y con el mismo puento de descarga, sin embargo, se tendrá que profundizar para evitar que se cruce con las pantallas estructurales

14.2.2. Estimación de Caudales

Para la estimación de los caudales sanitarios de la tubería de diseño se utiliza la norma de la empresa de acueducto Ns 085, la cual requiere estimar el área aferente a cada colector para luego estimar un caudal según la densidad poblacional de la zona de estudio en la siguiente tabla se presenta el resultado de los caudales de acuerdo su área de drenaje.

De acuerdo con la resolución 330 de 2017, la dotación neta se calcula según al nivel del mar presentado, que para Bogotá es de 120 l/hab-dia, adicional a esto se debe tomar un factor de pérdida de 30% para estimar la dotación bruta con un caudal final de 171 l/s. Ahora bien, para Bogotá se debe regir con las normas de la empresa de Acueducto es decir la NS-085 "criterios de diseño del sistema de alcantarillado", cuya estimación de caudales se calcula con la siguiente gráfica.

Los caudales son basados en las áreas aferentes estimadas en la gráfica anterior, y luego se determina el caudal basado en la siguiente ecuación en la Ns-085.

Q= 13.555 (X)-0.1569

Donde:

Q= el caudal

X= el área aferente

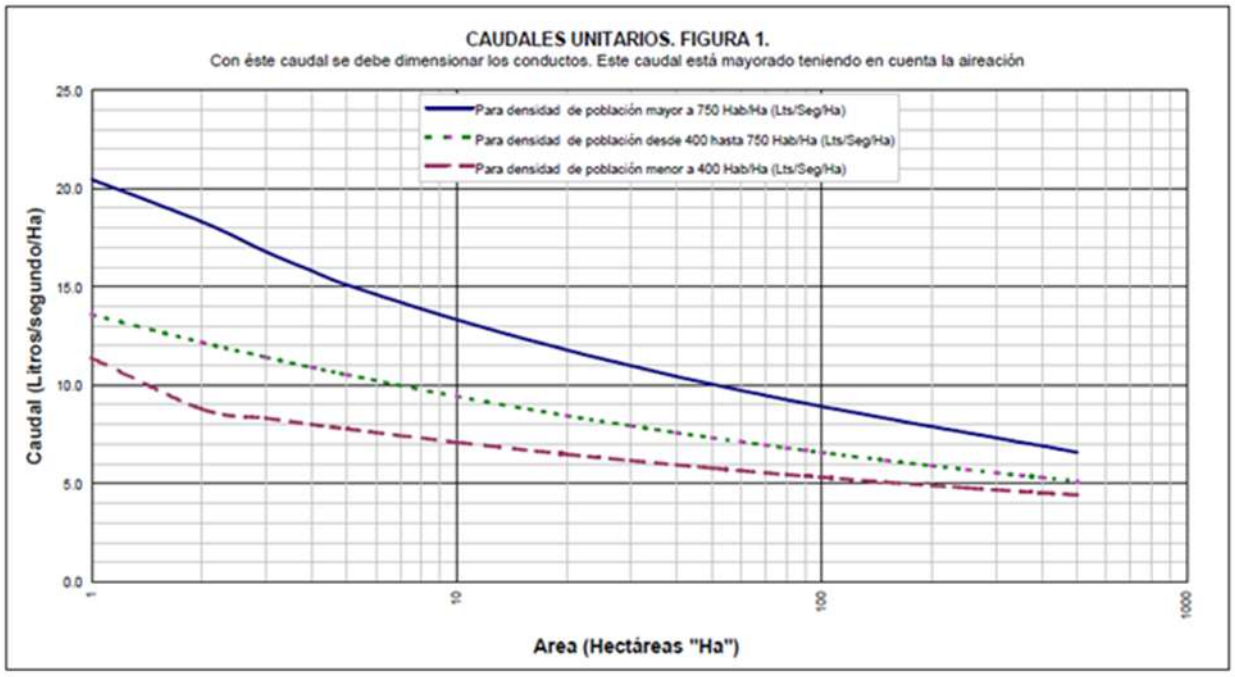


FIGURA 212 CAUDALS UNITARIOS PARA CAUDALES SANITARIOS

Con respecto a la proyección de población se indica que la gráfica anterior la tiene en cuenta, toda vez sobre esta contiene un factor de seguridad conservador que brinda holgura al dimensionamiento de la tubería.

Para la estimación de caudal se utiliza la gráfica de media densidad tomando como base los siguientes criterios.

La tubería es combinada, por lo tanto se evalúa un caudal alto.

Se evalúa bajo condiciones críticas toda vez que sí cumple para este escenario cumple para los demás.

Para la estimación de los caudales aferentes se requiere definir las aferencias de los tramos de diseño. En la siguiente grafica se puede apreciar en color verde las aferencias para la revisión de capacidad hidráulica de las tuberías existentes, mientras que los colores naranjas las áreas aferentes para el diseño de los colectores nuevos.



FIGURA 213. ÁREAS AFERENTES PARA CAUDALES SANITARIOS

Tomando en cuenta lo anterior, y de acuerdo con el informe de diagnóstico, se transitan los caudales indados en la Tabla 111. A continuación, se indican los caudales.

Tramo	Nodos inicial	Nodo Final	Area total (Ha)	Población (hab)	Q domestico (l/s)	Q comercial (l/s)	Q institucional ó especial (l/s)	Qmedio (l/s)	Factor de mayoración	Diametro (mm)	Caudal máximo horario (l/s)	Caudal coneccciones erradas(l/s)	Caudal Infiltración (l/s)	Caudal de diseño (l/s)	Caudal unitario (l/s/Ha)	Caudal de diseño (l/s)	Caudal unitario (l/s)
T-43	**PZ44**	**PZ10**	**0.55**	770	1.06	0.00	0.00	1.06	1.80	200	1.91	0.06	0.11	2.07	14.89	9.55	9.55
T-44	**PZ10**	**PZ9**	**0.66**	924	1.27	0.00	0.00	1.27	1.77	200	2.25	0.07	0.13	2.45	14.47	10.87	10.87
T-23	**PZ14**	**PZ13**	**0.6**	840	1.16	0.00	0.00	1.16	1.79	200	2.07	0.06	0.12	2.25	14.69	9.55	9.55
T-23a	**PZ13**	**PZ12**	**0.66**	924	1.27	0.00	0.00	1.27	1.77	200	2.25	0.07	0.13	2.45	14.47	10.28	10.28
T-23b	**PZ12**	**DESCARGA**	**0.72**	1008	1.39	0.00	0.00	1.39	1.75	200	2.43	0.07	0.14	2.65	14.27	10.99	10.99
T-36	**PZ20**	**PZ59**	**0.144**	201.6	0.28	0.00	0.00	0.28	2.06	200	0.57	0.01	0.03	0.61	18.37	2.65	2.65
T-37	**PZ59**	**DESCARGA**	**0.18**	252	0.35	0.00	0.00	0.35	2.01	200	0.70	0.02	0.04	0.75	17.74	3.19	3.19

TABLA 111CAUDALES SANITARIOS

Una vez se calculan los caudales, se procede a realizar el diseño hidráulico.

14.2.3. Generalidades y Estimación de Perdidas.

Para la estimación de pérdidas de energía se realiza el método del Hec 22. Este método consiste en multiplicar la altura de velocidad en el conducto de salida por un coeficiente de pérdidas menores.

Hm=k1(v^2/(2.g))

Donde:

Hm: pérdida de altura en la cámara de inspección.

K1 =coeficiente de pérdida menores ajustado.

V= Velocidad en el conducto de salida.

El coeficiente de pérdidas menores ajustado tiene en cuenta los siguientes aspectos hidráulicos.

K1 = Ko* CD* Cd* CQ* Cp* CB* Cotro

Donde:

K0= Coeficiente de pérdida inicial

CD= Factor de corrección por diámetros de los conductos

Cd= Factor de corrección por profundidad de flujo

CQ= Factor de reacción por flujo relativo

Cp Factor de reducción por flujo caída libre

CB Factor de corrección por uso de cañuela

Coeficiente de pérdida inicial

Este se calcula como función del tamaño de la cámara y de diámetro del conducto de salida; además se tiene en cuenta el ángulo de deflexión entre los conductos de entrada y salida.

Ko=0.1(b/Do)(1-senθ)+1.4(b/Do)^0.15 sen θ

Donde:

Θ=Angulo entre los conductos de entrada y salida.

b= Diámetro de la cámara de inspección o de la unión.

Do= Diámetro equivalente del conducto de salida.

Factor de corrección por diámetro de los conductos

El factor de corrección por diámetro Cd solo es significativo para flujo a presión. Cuando la relación entre la profundidad de flujo en la cámara y el diámetro del conducto de salida es mayor a 3.2 se debe hacer esta corrección, de lo contrario el valor de Cd es igual a 1.

Cd= (Do/Di)^3

Di= Diámetro equivalente del conducto de entrada.

Do= Diámetro equivalente del conducto de salida.

Factor de corrección por profundidad de flujo.

Por su parte el factor de corrección por profundidad de flujo Cs se aplica solamente cuando la relación entre la profundidad de flujo en la cámara y el diámetro de conducto de salida es menor a 3.2 se debe hacer esta corrección de lo contrario el valor de Cd es igual a 1.

Cd=0.5 (d"aho"/Do)^0.6

Donde:

D”aho” = profunidad de flujo en la cámara de inspección

Do= diámetro equivalente del conducto de salida.

Factor de corrección por flujo relativo

El factor de corrección por flujo relativo Cq es función del ángulo de entrada y del porcentaje de flujo que entra a través de un conducto lateral. Este factor se aplica solo si hay tres o más conductos conectados a la cámara de inspección al mismo nivel, de lo contrario el factor Cq es 1.

Cq=1+ (1-2senθ) (1-Qi/Qo)^0.75

Donde

Θ= Angulo entre los conductos de entrada y salida

Qi= Caudal en el conducto de entrada

Qo= Caudal en el conducto de salida.

Factor de corrección por flujo en caída libre

El factor de corrección por flujo en cauda libre Cp corresponde al efecto causado por la entrada de otro conducto a la cámara de inspección con un nivel por encima de la lámina de agua en la cámara de inspección. En cualquier otro caso el valor de Cp es 1.

Cp=1+0.2 (h/Do)((h-d aho)/Do)

Donde:

D aho= profundidad de flujo en la cámara de inspección

Do= Diámetro equivalente de conducto de salida.

h= Distancia vertical medida desde la línea de flujo del conducto de entrada más alto hasta el centro del conducto de salida.

Factor de corrección por uso de cañuela

El agua que entra a la cámara de inspección, proveniente de los conductos entrantes, debe ser conducida hacia el conducto de salida intentando minimizar las pérdidas de energía. Para tal propósito se emplea canales de conducción en el piso de la cámara llamados cañuelas.

Tipo de banca	Flujo presurizado (d/Do >3.2)	Flujo a superficie libre (d/Do <1.0)
Piso deprimido	1.00	1.00
Media banca	0.95	0.15
Banca Llena	0.75	0.07

Si 1.0 < d/Do < 3.2, se realiza una interpolación lineal entre los coeficientes de flujo presurizado y flujo a superficie libre.

Se considera que el mejor método para la estimación de pérdidas es el Hec – 22, toda vez este método solo requiere la topología y la cabeza de velocidad.

14.2.4. Criterios de diseño.

Para la definición del diseño del sistema de drenaje del barrio La Gran Colombia, se tuvieron en cuenta diferentes criterios y consideraciones técnicas:

De acuerdo con las características de la red existente y su capacidad hidráulica actual.

Se propenderá porque el sistema emplee al máximo la infraestructura existente.

El planteamiento hidráulico usará el mismo corredor hidráulico, de tal manera no se afecte la infraestructura actual.

La proyección de las redes de drenaje tendrá en cuenta la captación de futuros caudales de aportación al sistema. Dichos caudales serán generados como producto de los fenómenos de expansión y densificación del barrio usando las curvas de proyección futura de la EAB Ns-085.

Teniendo en encuenta las bajas características mecánicas del gres en comparación con tuberías en materiales más resistentes como el concreto y/o el PVC, dentro del diseño se contempla el reemplazo de todas las tuberías construidas en gres a Mediano y Largo Plazo.

Como solución a las problemáticas encontradas en el diagnóstico del barrio la Gran Colombia, se realizará la separación de redes, unificando los puntos de descarga pluvial en varios vertimientos hacia el rio Fucha y enviando el caudal sanitario hacia la red de alcantarillado pluvial existente.

14.2.5. Datos de entrada y modelación hidráulica

Para la modelación hidráulica del sistema, se utiliza El Storm Water Management Model (SWMM) que es un modelo dinámico de simulación del flujo generado por aportes de agua procedente de precipitaciones o de aguas residuales desarrollado por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (USEPA). SWMM se puede utilizar para un único acontecimiento de lluvia o para realizar una simulación continua durante un periodo extendido de tiempo. El programa permite simular tanto la cantidad como la calidad del agua evacuada, especialmente en alcantarillados urbanos.

SWMM es un programa que rueda por sí solo gracias a una interfaz de usuario desarrollada igualmente por la USEPA. SWMM consta de una interfaz de usuario

programada en Delphi y un módulo de cálculo programado en C. Sin embargo, su verdadero potencial está en la posibilidad de ejecutar las simulaciones con el módulo de cálculo desde cualquier aplicación sin necesidad de pasar por interfaz antes mencionada.

La USEPA proporcionó en su día unas herramientas que permitían la ejecución de una simulación desde una aplicación externa siempre y cuando se hubiese definido previamente las características de la red. El presente documento describe la ampliación de estas herramientas hasta convertirlas en una librería de funciones (Toolkit) que permita no solo la ejecución de las simulaciones, sino también la lectura de los resultados y la modificación de las características de la red.

Los datos de entrada corresponden a la topología y catastro de la red, así como las áreas que se estiman en el siguiente acápite.

14.2.6. Descripción del sistema

Actualmente el sistema de alcantarillado funciona como un sistema combinado, en donde gran parte del caudal sanitario es direccionado hacia el sistema de alcantarillado residual de la empresa de acueducto y alcantarillado, sin embargo, existen tres descargas que llevan el caudal sanitario hacia el rio Fucha como se aprecia en la siguiente imagen.



FIGURA 214. DESCARGA DEL SISTEMA EXISTENTE

Actualmente el sistema hidráulico no tiene ningún tipo de afectación sobre las viviendas, los problemas de desestabilización en el barrio La Gran Colombia y las viviendas actuales descargan sin inconveniente en los colectores existente y adicionalmente la consigna del proyecto considera, se pueda aprovechar la infraestructura existente.

Debido a las obras de mitigación de la amenaza, las pantallas estructurales se interceptan con los tramos existentes de las redes, por lo tanto se proyecta realizar una profundización.

A continuación, se presentan los tramos que son diseñados para atravesar la pantalla estructural.

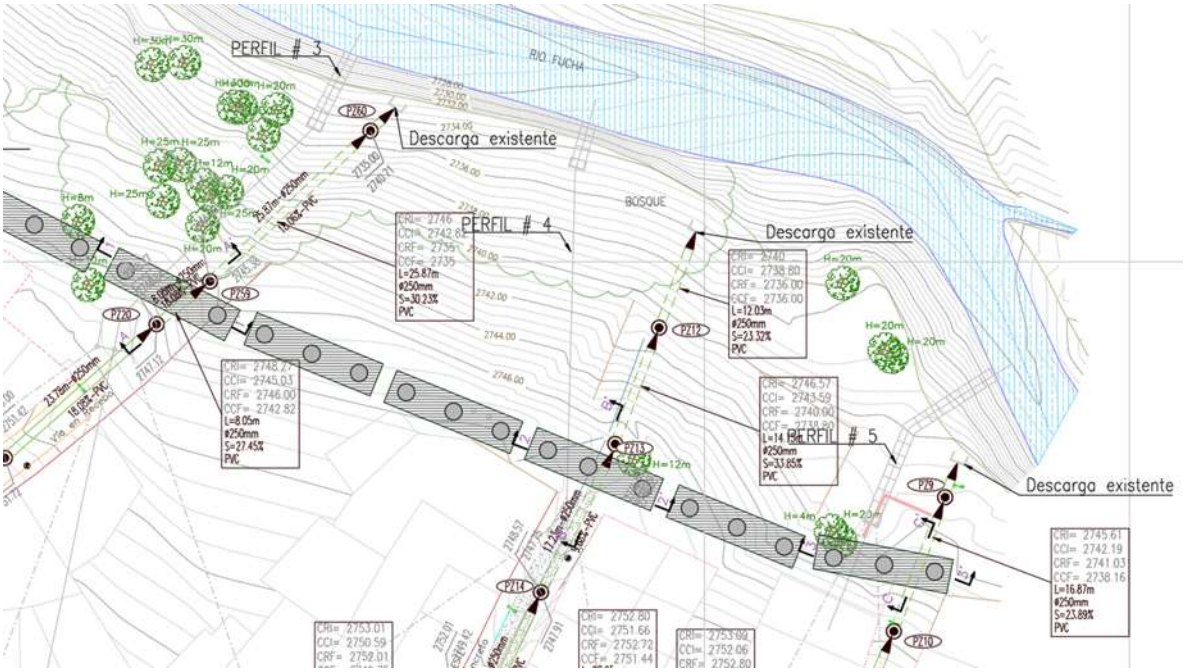


FIGURA 215. VISTA EN PLANTA DE DISEÑO HIDRÁULICO

Como se puede apreciar en la anterior figura, el paso a través de la pantalla requiere rediseñar los tramos que presentan interferencia hasta la descarga, sin embargo, no se afecta el trazado ni tampoco las descargas.

A continuación se presenta los tramos resideñados, así como los perfiles respectivos.

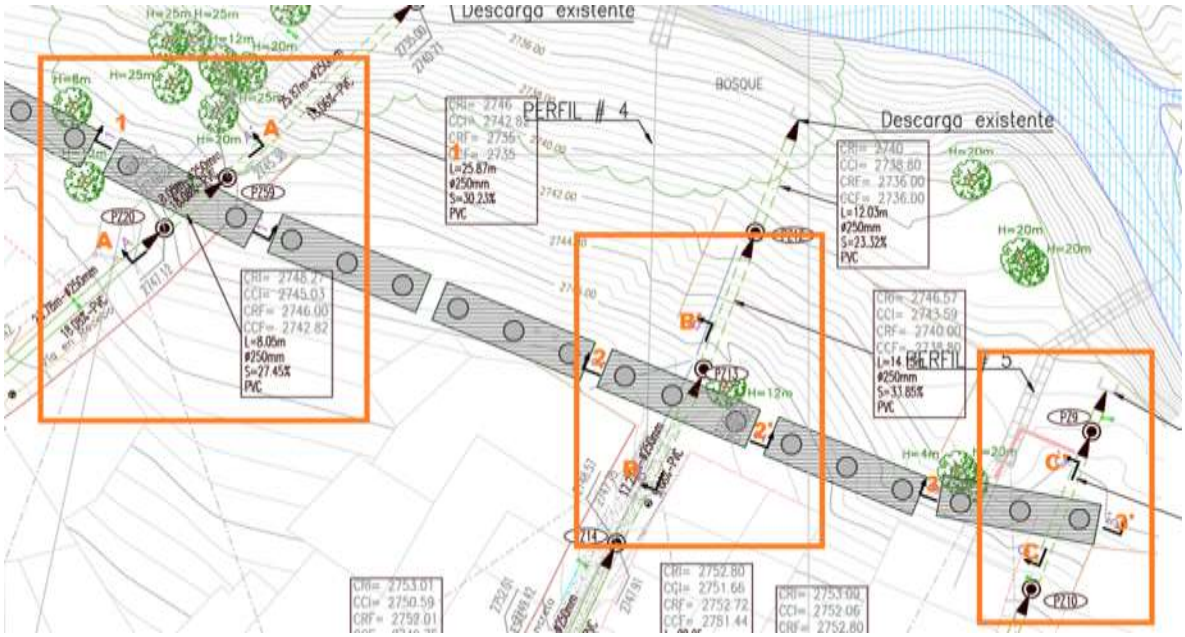
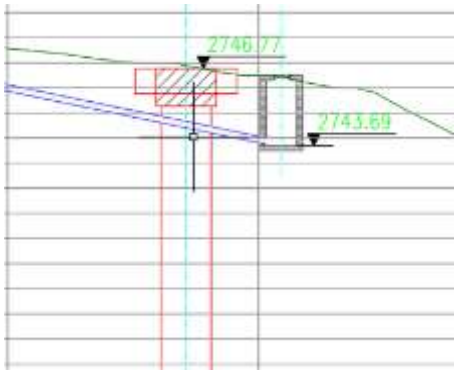


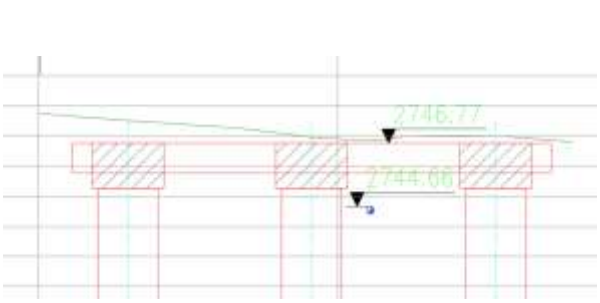
FIGURA 216. TRAMOS PROYECTADOS E INTERFEREN

Al revisar las inferencias, se aprecia que es necesario profundizar los tramos que atraviesan las pantallas estructurales como se muestra en los siguientes cortes.

	
CORTE A-A’	CORTE 1-1’

FIGURA 217. CORTE 1-1´Y A-A´





CORTE B-B’	CORTE 2-2’

FIGURA 218. CORTE 2-2’ Y B-B’





CORTE C-C’	CORTE 3-3’

FIGURA. 219 CORTE 3-3’ Y C-C’

Como se puede apreciar en la anterior figura, no se presentan interferencias entre los tramos diseñados y las obras de estabilidad proyectada.

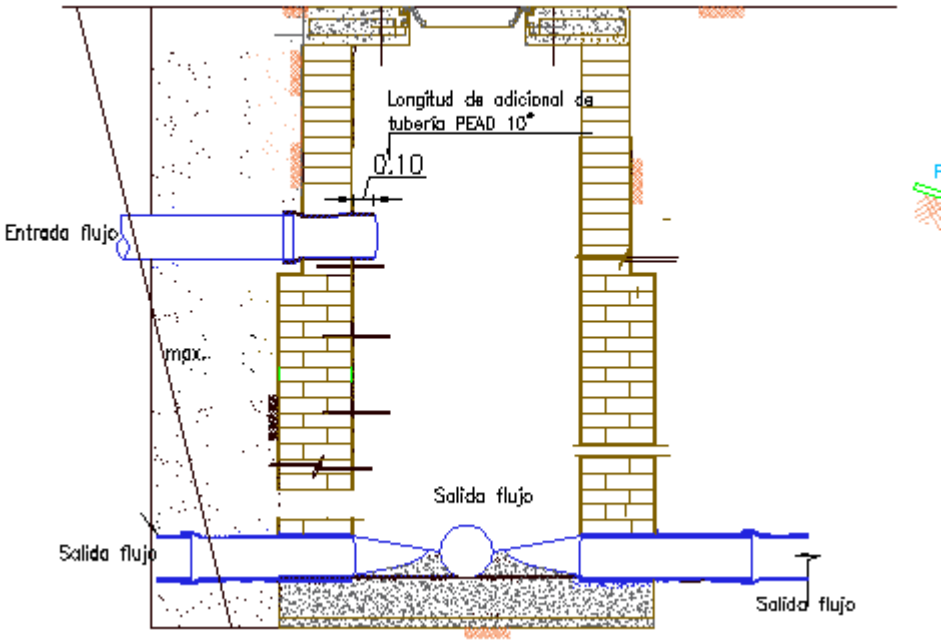
A continuación se muestra la memoria de cálculo de los tramos proyectados.

ID	NODO INICIAL	NODO FINAL	LONGITUD TUBERÍA (m)	RASANTE INICIAL (m.s.n.m.)	RASANTE FINAL (m.s.n.m.)	CLAVE INICIAL (m.s.n.m.)	CLAVE FINAL (m.s.n.m.)	PROF. CLAVE INICIAL (m)	PROF. CLAVE FINAL (m)	S (%)	Qd AC (l/s)	Qd TOTAL (l/s)
T-43	PZ44	PZ10	26.35	2753.45	2745.61	2750.62	2742.19	2.83	3.42	31.99%	9.55	9.55
T-44	PZ10	PZ9	16.87	2745.61	2741.03	2742.19	2738.16	3.42	2.87	23.89%	10.87	10.87
T-44a	PZ9	DESCARGA	4.80	2741.03	2740.00	2738.16	2738.11	2.87	1.89	1.04%	10.87	10.87
T-23	PZ14	PZ-13	17.23	2748.57	2746.57	2747.50	2743.59	1.07	2.98	22.69%	9.55	9.55
T-23a	PZ-13	PZ-12	14.15	2746.57	2740.00	2743.59	2738.80	2.98	1.20	33.85%	10.28	10.28
T-23b	PZ12	DESCARGA	12.03	2740.00	2736.00	2738.80	2736.00	1.20	0.00	23.28%	10.99	10.99
T-36	PZ20	PZ59	8.05	2748.27	2746.00	2745.03	2742.82	3.24	3.18	27.45%	2.65	2.65

	CARACTERÍSTICAS FISICAS				CARACTERÍSTICAS HIDRAULICAS									
ID	Dn (mm)	Do (mm)	MATERIAL	n de Manning	Vo (m/s)	Qo (l/s)	Qd/Qo (%)	Yn (mm)	Prof Hidra (mm)	y/Do (%)	V (m/s)	Fr	Tao1	Tao2
T-43	250	227	PEAD	0.010	8.35	338.0	2.8%	26	18	11.6%	3.67	8.75	51.69	90.76
T-44	250	227	PEAD	0.010	7.22	292.1	3.7%	30	21	13.2%	3.44	7.67	43.70	67.78
T-44a	250	227	PEAD	0.010	1.51	61.0	17.8%	65	47	28.6%	1.14	1.69	3.80	2.96
T-23	250	227	PEAD	0.010	7.03	284.7	3.4%	28	20	12.5%	3.25	7.44	39.61	64.38
T-23a	250	227	PEAD	0.010	8.59	347.7	3.0%	27	18	11.8%	3.83	9.02	55.82	96.04
T-23b	250	227	PEAD	0.010	7.12	288.3	3.8%	30	21	13.3%	3.42	7.58	43.04	66.03
T-36	250	227	PEAD	0.010	7.74	313.1	0.8%	15	10	6.5%	2.36	7.54	25.66	77.87

En los resultados del diseño hidráulico se indican todos los criterios de diseño y se cumplen de acuerdo con la resolución 330 de 2017, pues la relación de caudales en ningún caso sobrepasa el 100%, la relación de llenado siempre es menor al 85% para el diámetro mínimo exigido, el esfuerzo cortante supera en todos los casos los 2 pascales, con respecto a la velocidad mínima esta mayor a 0.6 m/s mientras que la velocidad máxima siempre está por debajo de los 5 m/s recomendados por la norma. En la siguiente imagen se aprecia el resultado del modelo hidráulico.

De acuerdo con los resultados geotécnicos, la zona intervenida podría tener un desplazamiento máximo de 5 centimetros hacía la parte de cauce, por lo tanto, es necesario dejar una longitud de adicional en tubería PEAD de 5 centimetros dados por el desplazamiento y 5 centimetros mas empleando un factor de seguridad como se muestra en la siguiente imagen.



Es importante indicar que el desplazamiento del terreno no genera daños a la tubería toda vez que la tubería depolietilieno de alta densidad presenta elevada resistencia al stress-cracking, se acomoda fácilmente a este tipo de deformaciones. En el Anexo 5.11 se presenta una evaluación geotécnica detallada de la influencia de la cortina de pilotes y tubería.

Por otra parte, se plantean unos drenes sub superficiales que tendrán la función de reducir la presión hidrostática del terreno producida por el nivel freático de la zona, el caudal de infiltración proveniente de la quebrada la Pichosa, y factor detonante dado por el caudal de infiltración en tiempo de lluvias, lo cual genera una condición de amenaza constante en los taludes para desestabilización de la zona. Estos drenajes tendrán la función de evacuar el caudal subsuperficial y enviarlos a unas cajas de recolección de aguas que tendrán una tubería de

descarga hacia el rio Fucha. En el siguiente acápite se estima la capacidad hidráulica de cada dren.



FIGURA 220OBRAS HIDRÁULICAS

La conexión de las cajas de recolección se hará desde la parte alta hacia la parte baja, y luego se entregará al río Fucha por medio de una estructura escalonada que disipe la energía y evite erosión al rio.

Esta alternativa considera mínimas condiciones de operación y mantenimiento, así como costos nulos de energía, por lo cual se considera como la mejor.

14.2.7. Drenajes subsuperfiales

Para liberar la presión hidrostática del suelo producido por la acumulación de agua por nivel freático, infiltraciones dadas por la quebrada la pichosa y un detonante dado por las infiltraciones del caudal pluvial en tiempo de lluvia, se plantea la construcción de unos drenes sub superficiales que puedan liberar la

presión hidrostática del suelo y adicionalmente pueda eliminar la condición de saturación del suelo que aportan a la desestabilización del suelo.

Inicialmente se propone dos cajas de recolección ubicadas en la cota 2645 msnm y en la parte baja en la cota 2639 msnm, la caja ubicada en la cota 2645 mnsm tendrá unos drenes laterales con tubería perforada de 4" y una pendiente de 2% en PVC

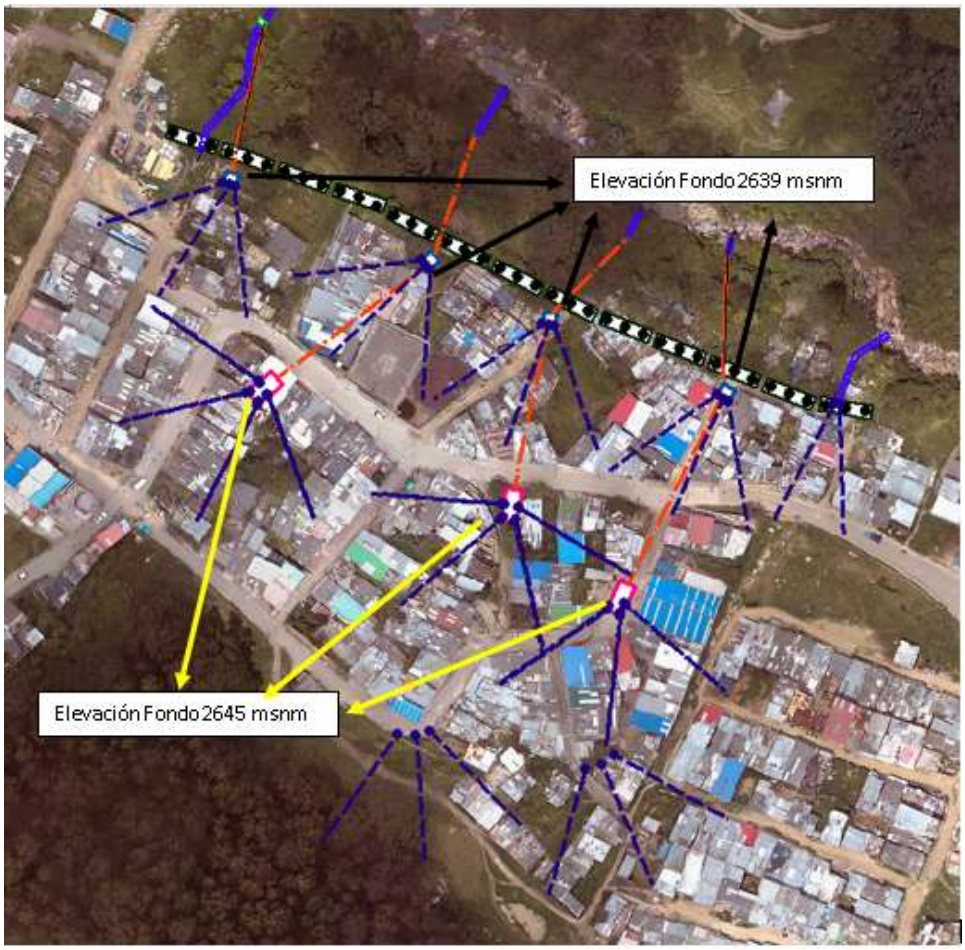


FIGURA 221. DRENES LATERALES.

A continuación se estima la capacidad hidráulica de los drenajes sub superficiales, que llegan a la caja de recolección. Estos drenes de penetración horizontal tienen una capacidad de hidráulica de 9.3 l/s para los tubos de 4" y de 87 l/s, como se muestra a continuación.

TABLA 112. CAPACIDAD HIDRAULICA DRENES PENETRACIÓN HORIZONTAL CARACTERISTICAS FÍSICAS

CARACTERÍSTICAS GENERALES			CARACTERÍSTICAS FISICAS			
ID	S (%)	Qd TOTAL (l/s)	Dn (mm)	Do (mm)	MATERIAL	n de Manning
DRENAJES DE PENETRACIÓN HORIZONTAL	2.00%	9.3	100	98	pvc	0.010
TUBERÍAS PHD 8"	9.50%	86.9	200	182	pvc	0.010

TABLA 113. CAPACIDAD HIDRÁULICA DRENES PENETRACIÓN HORIZONTAL CARACTERISTICAS HIDRÁILICAS.

CARACTERÍSTICAS GENERALES	CARACTERÍSTICAS HIDRAULICAS									
ID	Vo (m/s)	Qo (l/s)	Qd/Qo (%)	Yn (mm)	Prof Hidra (mm)	y/Do (%)	V (m/s)	Fr	Tao1	Tao2
DRENAJES DE PENETRACIÓN HORIZONTAL	1.19	9.0	103.0%	83	98	85.0%	1.36	1.39	5.81	2.45
TUBERÍAS PHD 8"	3.93	102.2	85.0%	129	119	70.8%	4.41	4.08	50.26	21.61

14.2.8. Estructuras de descarga

Las estructuras de descarga tienen la función de entregar el caudal proveniente de aguas lluvias a un cuerpo de pluvial receptor, la entrega se debe realizar por medio de una estructura escalonada de tal manera se pueda disipar la mayor cantidad de energía posible y que el flujo entregue en régimen subcritico es decir, con un número de Froude menor a 1, cuyas velocidades sean del orden de 0.6 m/s y el poder erosivo del flujo sea mínimo

En esta sección se van a presentar los lineamientos y recomendaciones para este tipo de estructuras de acuerdo a los lineamientos técnicos de la norma RAS:

Canal de aproximación debe diseñarse de manera escalonada (en caso de que la pendiente sea muy alta).

Al final de la estructura debe haber una estructura de disipación de energía que entregue con una energía cinética igual a la que tenía previa a la caída.

Debe considerarse un material que resista la erosión.

En el cuerpo de agua receptor hay que tener una estructura de entrega que evite la socavación local que el flujo pueda llegar a causar.

Caídas de 7 u 8 metros y caudales de hasta 10 m3/s.

En este tipo de estructuras se recomienda que el flujo agua arriba de la estructura venga en régimen subcrítico.

A continuación, se presenta un esquema del funcionamiento de la estructura, sacado del RAS:

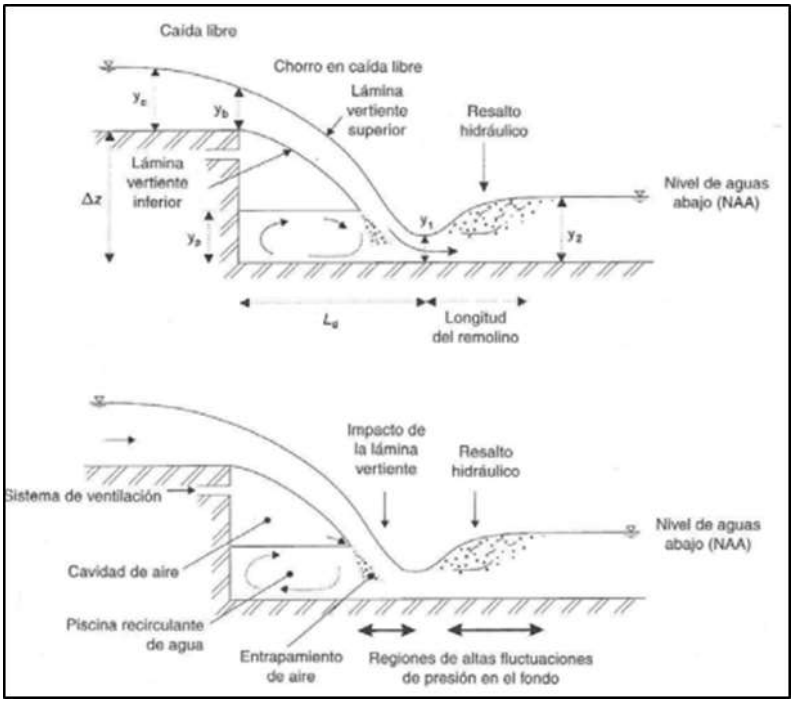


FIGURA 222. ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO DE LA CAIDA LIBRE CON RESALTO HIDRÁULICO

El procedimiento para el diseño debe ser el siguiente:

Definir el nivel de la cresta de la estructura teniendo en cuenta la topografía y nivel del cuerpo receptor.

Determinar el caudal de diseño

Escoger el ancho de la cresta

Cálcular Yc

Determinar el fondo del canal o cuerpo receptor (Δz)

Calcular la longitud de la caída y las características del impacto con las siguientes ecuaciones:

$$L_d = 4.30 * \Delta z * (\frac{y_c}{\Delta z})^{0.8}$$

$$y_p = \Delta z * (\frac{y_c}{\Delta z})^{0.66}$$

$$y_1 = 0.54 * \Delta z * \left(\frac{y_c}{\Delta z}\right)^{1.275}$$

$$y_2 = 1.66 * \Delta z * \left(\frac{y_c}{\Delta z}\right)^{0.81}$$

Donde:

Ld= Longitud de la caída (m)

Yp = Altura de la piscina de disipación (m)

Y1= Profundidad del agua en el punto de impacto aguas debajo de la caída.

Y2= Profundidad de flujo aguas abajo del resalto hidráulico (m)

Δz= Altura de la caída (m)

Yc= Profundidad crítica.

La eficiencia de la estructura se calcula como la diferencia de energías específicas:

$$Eficiencia(\%) = \frac{E1 - E2}{E1} * 100$$

Donde:

E1= energía especifica aguas arriba del resalto (m)

E2= Energía especifica aguas abajo del resalto (m)

En caso de que el flujo aguas arriba de la estructura sea súper crítico se debe utilizar la siguiente ecuación

Ecuación 1 Cálculo cuandos e cuenta con condiciones supercriticas aguas arriba de la caida.

(D.7.51)

$$\frac{y_1}{y_c} = \frac{2Fr^{-2/3}}{1+\frac{2}{Fr^2}+\sqrt{1+\frac{2}{Fr^2}\left(1+\frac{\Delta z}{y_c}Fr^{2/3}\right)}}$$

donde:

y_1 = Profundidad del agua en el punto de impacto aguas abajo de la caída (m).
y_c = Profundidad crítica (m).
Δ = Altura de la caída (m).
F_r = Número de Froude aguas arriba de la caída (-).

Fuente: Design of small structures.

Después de realizar el análisis, la consultoría descarto la idea de usar este tipo de estructura de disipación debido a que es una estructura que requiere mantener un lecho lentico que no se presenta con el rio Fucha y al hecho de que es una estructura que requiere de un canal de aproximación y una longitud amplia para el salto y la formación del resalto subsiguiente (requiere de gran cantidad de área para su construcción).

14.2.8.1. Estructura de canal escalonado

Este tipo de estructura se utiliza comúnmente para caídas superiores a 8 m o cuando hay dificultades topográficas para construir otro tipo de estructura de disipación. La energía disipada se da por el múltiple choque del flujo con los escalones, generando un resalto hidráulico (Disipación de energía) y un cambio de régimen de flujo (De súper crítico a sub-critico). La pérdida total de energía se da de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\frac{\Delta H}{H1} = 1 - \left(\frac{0.54 * \left(\frac{Y_c}{\Delta z}\right)^{0.275} + \frac{3.43}{2} * \left(\frac{Y_c}{\Delta z}\right)^{-0.55}}{\frac{3}{2} + \frac{\Delta z}{Y_c}} \right)$$

Donde

ΔH= Pérdida total de altura debido a la estructura escalonada (m)

Yc= Profundidad crítica (m)

H1= Máxima altura disponible aguas arriba de la estructura (m)

Δz= Altura Total de Caída (m)

A continuación, se presenta un esquema de la estructura de disipación, sacado de la norma técnica RAS:

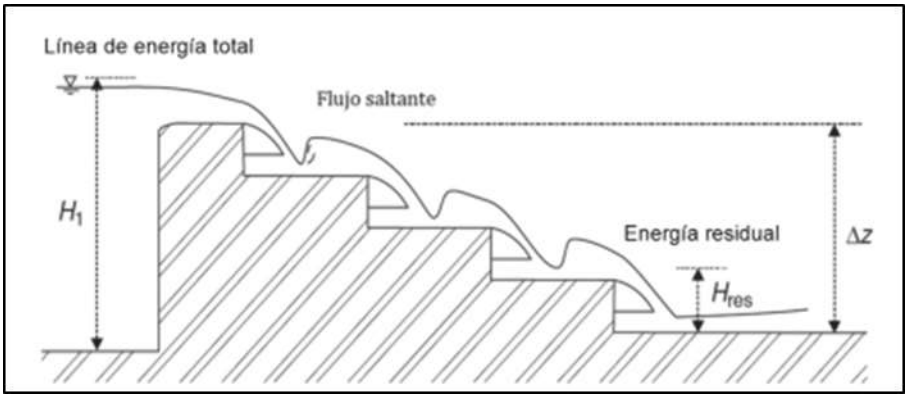


FIGURA 223. ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA. RAS

Para determinar si el flujo pasa de flujo saltante a flujo rasante se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$\frac{Y_c}{h} > 1.957 - 0.465 * \frac{h}{l}$$

Donde:

Yc= Profundidad crítica (m)

H= Altura del escalón

L= Longitud del escalón (m)

Finalmente, el porcentaje de disipación se calcula con la siguiente tabla:

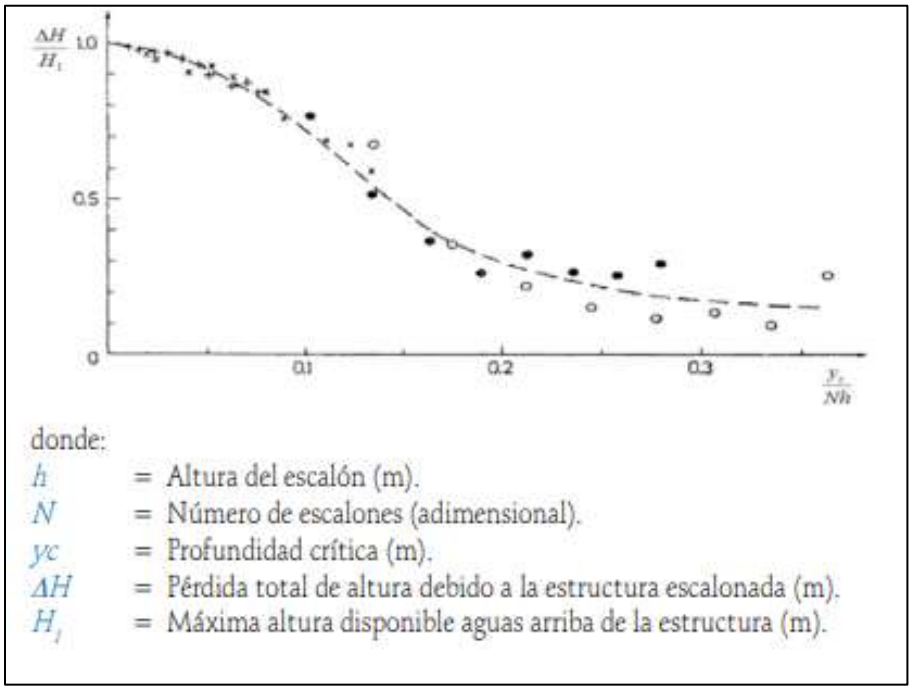


FIGURA 224. DISICPACION DE ENERGÍA EN LA ESTRUCTURA ESCALONADA.
Fuente: (Mays, 1999)

Este tipo de estructura se seleccionó al ser una estructura que requería un área menor (con respecto a la caída libre), además de ser una estructura homologada y ampliamente utilizada por EPM y la EAB. Otra ventaja importante de este tipo de estructura de disipación es el hecho de que, al ser una estructura tan amplia, se le puede realizar un fácil mantenimiento (en temporada seca).

Para el caso espefico del barrio La Gran Colombia, se requirieron estructuras de disipación para tramos nuevos en los que la tubería superaba los 900 mm de diámetro interno y contaba con caídas superiores a 75 cm (o con velocidades superiores a 10 m/s). A continuación, se van a presentar los resultados para la estructura escalonada localizada a la salida de cada obra de drenaje subsuperfcial y que entrega al rio Fucha.

Tabla 114 Resultados de diseño de canal escalonado

Altura Escalón (He)	0.8 m
Largo Escalón	0.8 m
Ancho Escalones	1.5 m
Caudal Maximo Diseño	0.1 m3/s
Caudal unidad ancho (q)	0.1 m3/s/m
Yc	0.946324824 m
Comprobación Yc/He < 4	0.946324824 m
Perdida Energía Según Gráfica	68
Yc/(N*He)	0.135189261

Fuente: elaboración propia.

El caudal es tan bajo que no es necesario realizar pisicina de discipación, sino que el rio funcha funciona como disipador final.

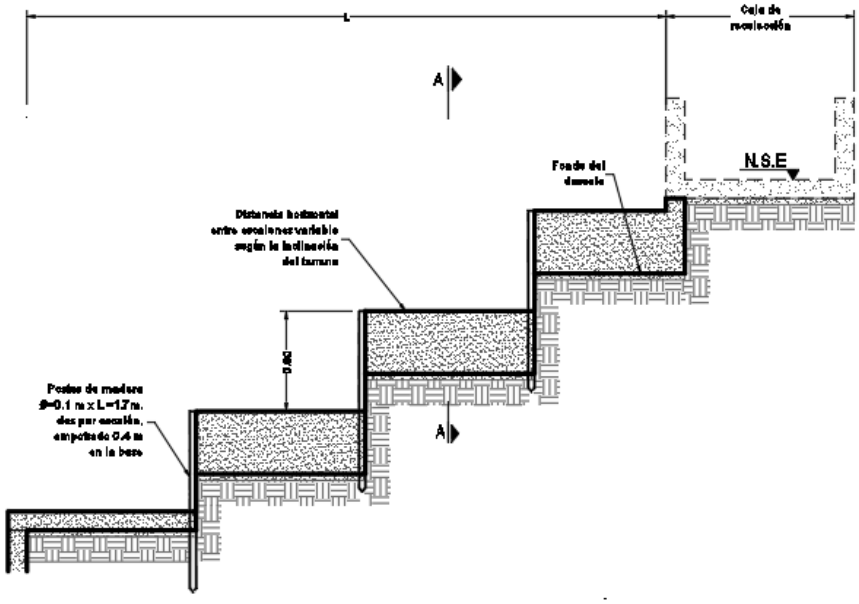


FIGURA 225. Disipador tipico de energía en la estructura escalonada Fuente: (Mays, 1999)

Con respecto a las obras de entrega, se define que las estructuras de disipación entregarán en la cota correspondiente al cauce permanente del rio Fucha es decir al periodo de retorno Tr= 2.33 años, toda vez que no se generen socavaciones o erosión en el rio.

De acuerdo con lo anterior a continuación se indican las entregas del rio Fucha, las cuales fueron tomadas del modelo hidráulico de HEC – RAS.

Item	Cota de entrega (msnm)
Descole 1	2725.11
Descole 2	2726.25
Descole 3	2727.73
Descole 4	2728.01
Descole 5	2733.42

14.2.9. Obras de canalización del rio Fucha y quebrada La Pichosa.

Con respecto al Rio Fucha, se considera que este rio tiene condiciones de alta montaña con mínimas afectaciones antrópicas, adicionalmente el rio Fucha a la altura del Barrio La Gran Colombia, aún hace parte de la cuenca alta del río, lo

que significa que el poder erosivo del rio es bastante alto y a su vez presenta una condición de amenaza alta por avenidas torrenciales, dada la forma de la cuenca, esta presenta un índice de gravelius cercano a 1 y el factor de forma ovalado hace que en época de lluvias se tengan crecidas súbitas con abundantes caudales.

Debido a la forma del Rio Fucha cuyo vaso es bien definido y la alta presencia de material solido de gran tamaño, el transporte del caudal solido funciona en condiciones de turbulencia hidráulicamente rugosa con velocidades supremamente altas y en consecuencia un poder destructivo alto. Las condiciones de equilibrio dinámico del río hace que no se pierda la forma del cauce, ni erosione algún tramo del río sin embargo, sí se hace alguna intervención antrópica, se podría pensar que el río en corto o mediano plazo la destruiría.

Por lo tanto, esta consultoría no considera la intervención del río Fucha en la altura de la Gran Colombia, toda vez que en los estudios hidrológicos realizados se indican que la amenazas por inundaciones y avenidas torrenciales es baja y los niveles presentados para la creciente de los 100 años no afecta en los escenarios de deslizamientos actuales.



FIGURA 226. CAUDALES UNITARIO PARA CAUDALES SANITARIOS

Con respecto a la quebrada la Pichosa, se considera importante realizar obras de impermeabilización en las paredes del canal, de tal manera que se pueda optimizar en dos frentes importantes, el primero que tiene que ver con los pequeños diferenciales de caudal que general una permeabilidad constante y aumenta el caudal de escorrentía subsuperficial causante de la inestabilidad en el talud, para esto necesario instalar un geotextil impermeable con drenes inferiores y conexiones hacia la parte baja del cauce, en segundo lugar es necesario aumentar la sección impermeable de la quebrada, de tal manera que cuando se presenten picos de lluvias y se aumente el nivel de agua en la sección, la velocidad tenga un aumento moderado y el agua en la sección permeable no tenga diferenciales por escorrentía.



FIGURA 227. ESQUEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN QUEBRADA LA PICHOSA

14.3. DISEÑOS ESTRUCTURAL OBRAS DE MITIGACIÓN.

El diseño estructural de las obras de mitigación abarca el análisis, diseño y despieces de los siguientes elementos:

- Pilas pre-excavadas tipo caisson y dados de amarre.
- Cajas drenaje.
- Estructuras de entrega.

Los diseños presentados se basan en los parámetros establecidos en los siguientes códigos, normas y/o reglamentos de diseño:

- Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).
- Normas SISTEC de la empresa de Acueducto, Alcantarillado, Agua y Aseo de Bogotá.

14.3.1. Pilas pre-excavadas tipo caisson:

14.3.1.1. Datos Generales

En la alternativa seleccionada se definieron cinco (5) zonas de instalación de pilas pre-excavadas o caissons (Ver ILUSTRACIÓN 6), las cuales tienen las siguientes características:

TABLA 115. DESCRIPCIÓN DE ZONAS Y GRUPOS DE CAISSONS.

GRUPO	COTAS VIGA msnm		Cota Falla msnm	Cota Fondo msnm	Profund pilote m	Empotram minimo pilote
	Corona	Base				
G1	2745,5	2744,6	2737,0	2725,0	20,5	7,2
G2	2746,5	2745,6	2737,5	2726,0	20,5	7,2
G3	2746,5	2745,6	2740,0	2726,0	20,5	7,2
G4	2748,5	2747,6	2740,0	2728,0	20,5	7,2
G5	2749,0	2748,1	2739,5	2728,5	20,5	7,2
G6	2747,0	2746,1	2740,0	2734,5	12,5	4,1
G7	2746,7	2745,8	2743,0	2734,0	12,7	4,1
G8	2746,7	2745,8	2743,0	2734,0	12,7	4,1
G9	2746,7	2745,8	2737,5	2726,0	20,7	7,2
G10	2747,6	2746,7	2737,0	2727,0	20,6	7,2
G11	2746,7	2745,8	2735,3	2726,0	20,7	7,2
G12	2745,0	2744,1	2731,1	2720,5	24,5	8,8
G13	2743,0	2742,1	2735,5	2726,5	16,5	4,9

Los detalles de cotas de diseño forman parte del diseño geotécnico y se presentan en el Plano PL DGEOT-007, tabla 1.

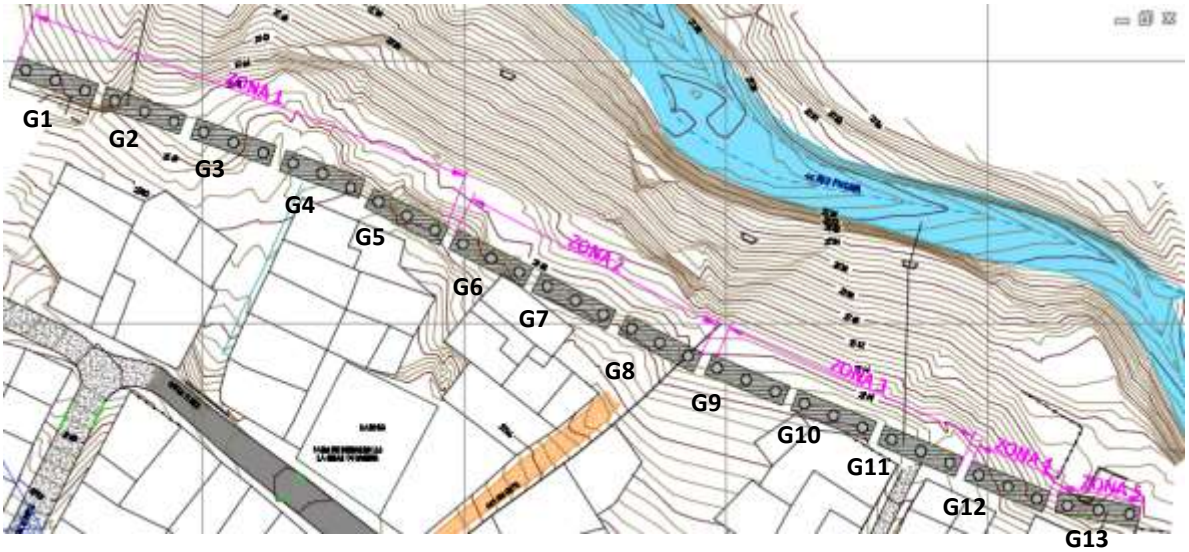


ILUSTRACIÓN 6. DISTRIBUCIÓN DE PILAS PRE-EXCAVADAS (CAISSON) POR ZONAS.

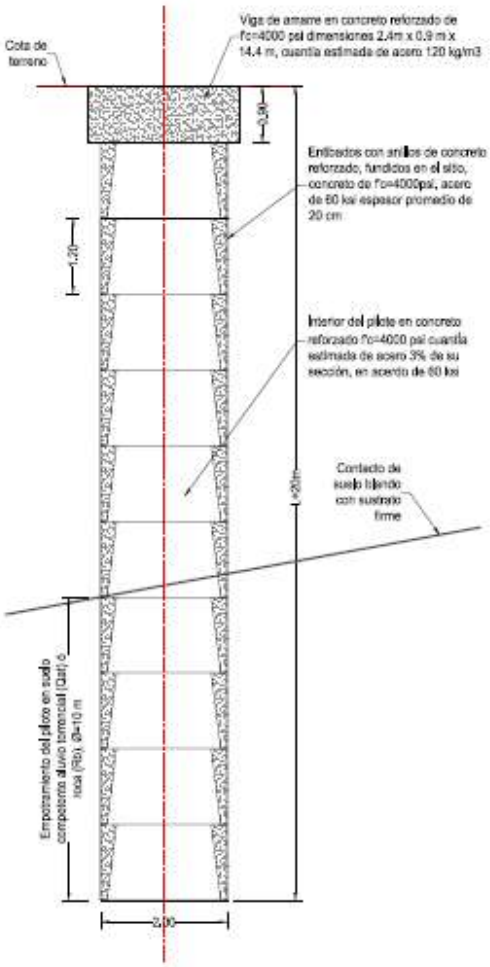
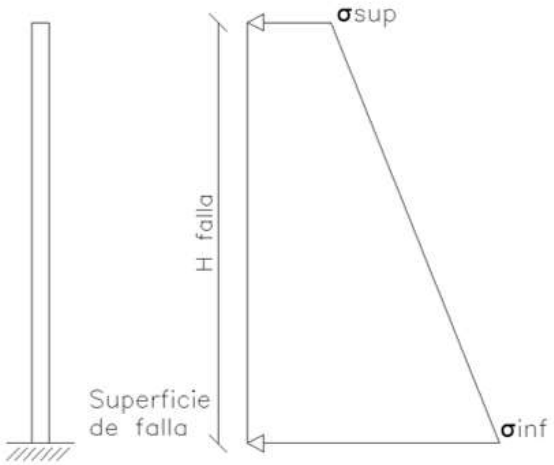


ILUSTRACIÓN 7. DETALLE TÍPICO DE CAISSON.

Una vez definidas la cantidad geometría y distribución de los caissons, se tomaron los datos del análisis geotécnico y la distribución de esfuerzos tanto para la condición estática como para el sismo de diseño. (Ver Ilustración 8).



DISEÑO CONDICION CARGAS ESTATICAS					
Datos Geotecnia					
ZONA		H_{falla} (m)	σ_{sup} (kN/m^2)	σ_{inf} (kN/m^2)	S (m)
G1, G2, G3, G4, G5	zona 1	10.0	3.08	44.11	6.0
G6, G7, G8	zona 2	6.0	3.08	27.70	6.0
G9, G10, G11	zona 3	10.0	3.08	44.11	6.0
G12	zona 4	12.0	3.08	52.32	6.0
G13	zona 5	8.0	3.08	35.91	6.0

DISEÑO CONDICION DE SISMO					
Datos Geotecnia					
ZONA		H_{falla} (m)	σ_{sup} (kN/m^2)	σ_{inf} (kN/m^2)	S (m)
G1, G2, G3, G4, G5	zona 1	10.0	55.27	3.86	6.0
G6, G7, G8	zona 2	6.0	34.70	3.86	6.0
G9, G10, G11	zona 3	10.0	55.27	3.86	6.0
G12	zona 4	12.0	65.55	3.86	6.0
G13	zona 5	8.0	44.99	3.86	6.0

ILUSTRACIÓN 8. DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN LOS CAISSON PARA LA CONDICIÓN ESTÁTICA Y CON SISMO.

14.3.1.2. Propiedades de los materiales

En el diseño de los caissons y de los dados de amarre de concreto reforzado se utilizaron los siguientes materiales:

- F'c = 4.000 Psi (28MPa) para vigas de amarre, caissons y anillos de concreto reforzado.
- Fy = 60.000 Psi (420MPa) para los dados, caissons y anillos de concreto reforzado.

14.3.1.3. Análisis y diseño

Con la distribución de esfuerzos, los datos geométricos de los caisson y las propiedades de los materiales, se realizó el análisis y diseño estructural como se muestra en la Tabla 116 y la Tabla 117.

TABLA 116. DISEÑO DE CAISSONS A FLEXIÓN Y CORTANTE PARA LA CONDICIÓN ESTÁTICA.

Datos Geotecnia		Diseño a flexión									
ZONA		Mact (kN*m)	Mact (T*m)	$As_{requerido}$ (cm^2)	As_{minimo} (cm^2)	Ref. a tensión seleccionado		$As_{seleccionado}$ (cm^2)	ΦMn (T*m)	Indice	CHEQUEO
G1, G2, G3, G4, G5	zona 1	5027.00	502.70	88.71	50.00	45	#8	228.02	1162.89	0.43	OK
G6, G7, G8	zona 2	1218.96	121.90	21.51	50.00	20	#8	101.34	516.84	0.24	OK
G9, G10, G11	zona 3	5027.00	502.70	88.71	50.00	45	#8	228.02	1162.89	0.43	OK
G12	zona 4	8421.12	842.11	148.61	50.00	81	#8	410.43	2093.21	0.40	OK
G13	zona 5	2692.48	269.25	47.51	50.00	30	#8	152.01	775.26	0.35	OK

Datos Geotecnia		Diseño a Cortante								
ZONA		Vact (kN)	Vact (T)	No. De ramas	S_{flejes} (cm)	Ref. a corte seleccionado	$Av_{seleccionado}$ (cm^2)	ΦVn (T)	Indice	CHEQUEO
G1, G2, G3, G4, G5	zona 1	1415.70	141.57	8	20.0	# 4	10.13	271.34	0.52	OK
G6, G7, G8	zona 2	554.04	55.40	8	20.0	# 4	10.13	271.34	0.20	OK
G9, G10, G11	zona 3	1415.70	141.57	8	20.0	# 4	10.13	271.34	0.52	OK
G12	zona 4	1994.40	199.44	8	20.0	# 4	10.13	271.34	0.74	OK
G13	zona 5	935.76	93.58	8	20.0	# 4	10.13	271.34	0.34	OK

TABLA 117. DISEÑO DE CAISSONS A FLEXIÓN Y CORTANTE PARA LA CONDICIÓN DE SISMO.

Datos Geotecnia		Diseño a flexión									
ZONA		Mact (kN*m)	Mact (T*m)	$As_{requerido}$ (cm^2)	As_{minimo} (cm^2)	Ref. a tensión seleccionado		$As_{seleccionado}$ (cm^2)	ΦMn (T*m)	Indice	CHEQUEO
G1, G2, G3, G4, G5	zona 1	11440.00	1144.00	201.88	50.00	45	# 8	228.02	1162.89	0.98	OK
G6, G7, G8	zona 2	2637.36	263.74	46.54	50.00	20	# 8	101.34	516.84	0.51	OK
G9, G10, G11	zona 3	11440.00	1144.00	201.88	50.00	45	# 8	228.02	1162.89	0.98	OK
G12	zona 4	19434.24	1943.42	342.96	50.00	81	# 8	410.43	2093.21	0.93	OK
G13	zona 5	6005.76	600.58	105.98	50.00	30	# 8	152.01	775.26	0.77	OK

Datos Geotecnia		Diseño a Cortante								
ZONA		Vact (kN)	Vact (T)	No. De ramas	S_{flejes} (cm)	Ref. a corte seleccionado	$Av_{seleccionado}$ (cm^2)	ΦVn (T)	Indice	CHEQUEO
G1, G2, G3, G4, G5	zona 1	1773.90	177.39	8	20.0	# 4	10.13	271.34	0.65	OK
G6, G7, G8	zona 2	694.08	69.41	8	20.0	# 4	10.13	271.34	0.26	OK
G9, G10, G11	zona 3	1773.90	177.39	8	20.0	# 4	10.13	271.34	0.65	OK
G12	zona 4	2498.76	249.88	8	20.0	# 4	10.13	271.34	0.92	OK
G13	zona 5	1172.40	117.24	8	20.0	# 4	10.13	271.34	0.43	OK

Con el análisis y diseño estructural se procedió a realizar los despieces y detalles de los caisson (ver planos de diseño estructural), los cuales se resumen a continuación:

TABLA 118. DESCRIPCIÓN DESPIECES DE CAISSONS POR ZONAS Y GRUPOS.

ZONA	GRUPO	Refuerzo longitudinal	Refuerzo transversal
1	G1, G2, G3, G4, G5	90#8, unidas en 30 tréboles	Flejes #4 cada 20cm + 8 ganchos #4
2	G6, G7, G8	40#8	Flejes #4 cada 20cm + 8 ganchos #4
3	G9, G10, G11	90#8, unidas en 30 tréboles	Flejes #4 cada 20cm + 8 ganchos #4
4	G12	162#8 unidas en 54 tréboles	Flejes #4 cada 20cm + 8 ganchos #4
5	G13	60#8	Flejes #4 cada 20cm + 8 ganchos #4

Por otra parte, el diseño de las vigas de amarre se realizó por cuantia minima como se muestra a continuación:

$$A_{s\,min} = \rho_{min} * b * d$$

Todas las vigas de amarre tienen una sección transversal de b=400cm; d=90cm entonces:

$$A_{s\ min} = 0.0033*400cm*75cm$$

$$A_{s\ min} = 99cm^2$$

Acero de refuerzo seleccionado $As_{seleccionado}$= 27#7 = $104.49cm^2$

¡As Seleccionado > As min OK!

14.3.1.4. Proceso constructivo

El proceso constructivo de los caisson se resume en los siguientes pasos:

1. Localización geométrica y trazado del elemento en planta.
2. Se deberá iniciar la excavación con la aprobación de planos por parte del interventor.
3. La excavación del primer segmento contempla la excavación del diámetro del elemento más el anillo de confinamiento y protección de la excavación.
4. Se debe tener especial cuidado de conservar la forma de las paredes para no generar sobre excavaciones importantes.
5. Vaciado anillo inicial: se deberá instalar el encofrado que permita confinar el vaciado del concreto, previa instalación del acero de refuerzo que en ningún caso deberá suprimirse, incluso deberá propender por dar continuidad entre anillos.
6. Instalación del sistema de transporte vertical y evacuación, se debe proveer de un sistema que permita el transporte y evacuación del personal, equipos, herramientas y retiro del material excavado.
7. Se deben implementar medidas de control de la posición y verticalidad del elemento durante su excavación.
8. Se debe verificar las condiciones de estabilidad de las paredes de la excavación para poder proceder con la excavación sucesiva de los anillos hasta la profundidad indicada, de manera tal que se garantice la seguridad del personal y las condiciones indicadas en los planos. Se deben planear sistemas de ventilación en las excavaciones.
9. Se procederá sistemáticamente con las etapas indicadas anteriormente hasta alcanzar la profundidad recomendada en los cimientos.
10. Posteriormente se instalará la armadura de refuerzo teniendo en cuenta los cuidados básicos como instalación de espaciadores y amarre de la armadura en profundidad y continuidad del acero de refuerzo según lo indicado por diseño estructural.
11. Se procede con el vaciado del concreto garantizando la continuidad del elemento empleando procedimientos que eviten la segregación de la mezcla en la colocación. Se curará y protegerá en los siete días siguientes

y se evitará realizar procedimientos en el área de trabajo adyacente por lo menos en las 12 horas siguientes a la finalización de la fundida.

12. Por último se deberá realizar procedimientos de curado del concreto en las superficies expuestas transitoriamente.
13. Manejo de agua: Para el manejo del agua temporal dentro de la excavación se deberá proveer de una motobomba sumergible de 6'' de diámetro con capacidad de bombeo de 2 m^3/s.
14. Control del perfil del terreno: Se debe llevar un registro continuo durante la excavación de cada pilote, donde se consigne la profundidad y calidad del material encontrado.
15. Profundidad de excavación: Se deberá alcanzar la profundidad del pilote según indicaciones del plano. Se requiere un empotramiento mínimo variable entre 4.1 y 8.8 m, para pilas de diámetro Ø=2.0m como se indica en el plano DGEOT-008, para cada grupo.
16. No se construirán cimientos sobre tuberías preexistentes para lo cual se recomienda sean retiradas y relocalizadas.
17. Se debe contar con la asesoría de un ingeniero con experiencia en geotecnia durante el proceso. La cota final de fundación de los caisson estará aprobada por el ingeniero asesor de geotécnia.
18. Las excavaciones de los caissons se deben hacer de manera intercalada, evitando excavaciones contiguas. Se deben fundir los caissons intercalados antes de iniciar las excavaciones de los intermedios.

14.3.2. Cajas de drenaje

14.3.2.1. Datos generales

Para el control del agua profunda se requiere la construcción de 7 cajas de drenates entre 8 y 14m de profundidad. (Ver Ilustración 9), las cuales tienen las siguientes características:

TABLA 119. DESCRIPCIÓN DE CAJAS DRENANTES.

Identificación	Dimensiones en planta (m)	Profundidad (m)
CAJA-1	4.00x4.00	10.8
CAJA-2	4.00x4.00	13.8
CAJA-3	4.00x4.00	7.9
CAJA-4	4.00x4.00	7.8
CAJA-5	4.00x9.00	13.8
CAJA-6	4.00x9.00	9.1
CAJA-7	4.00x9.00	10.8

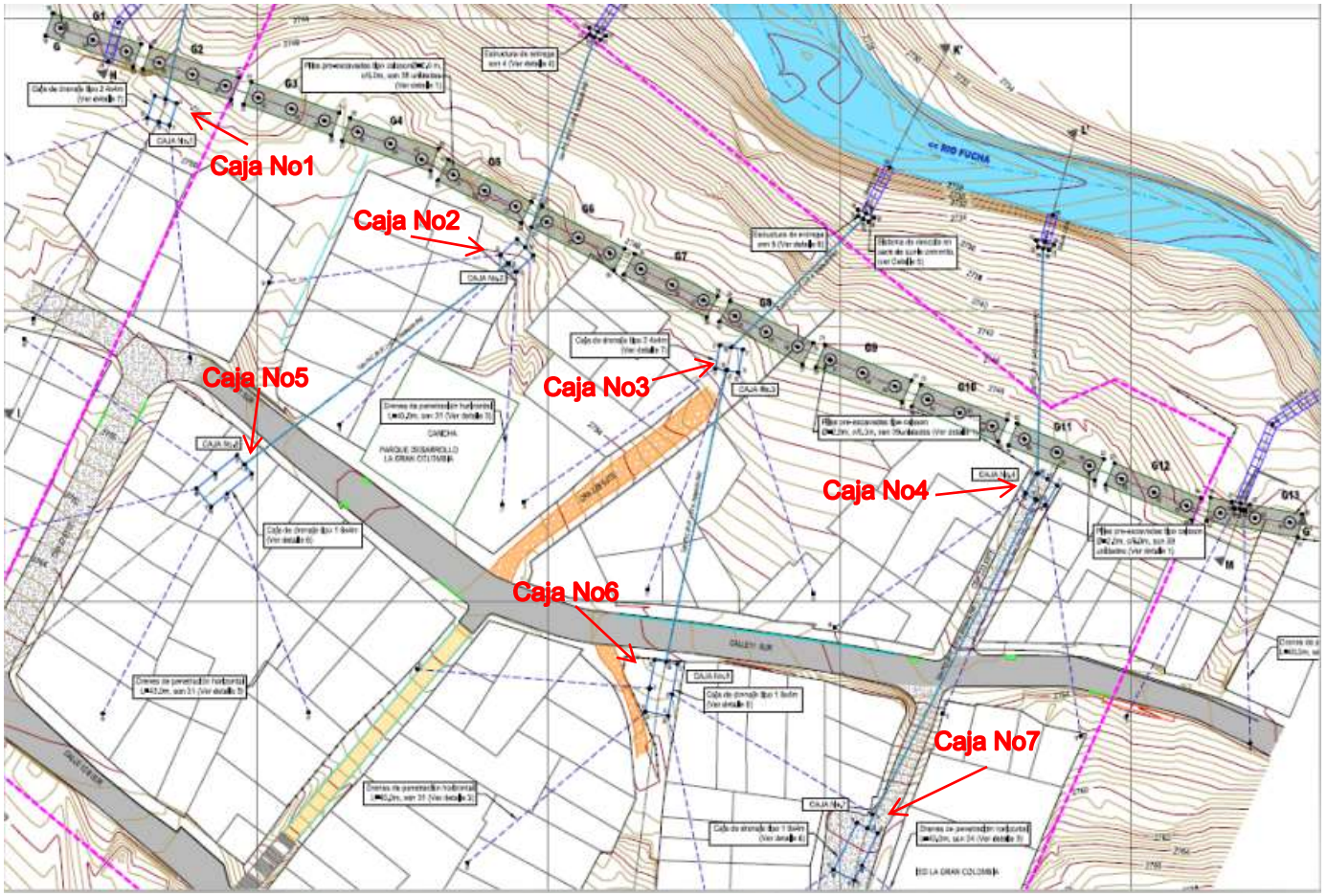


ILUSTRACIÓN 9. DISTRIBUCIÓN DE CAJAS DRENAJE.

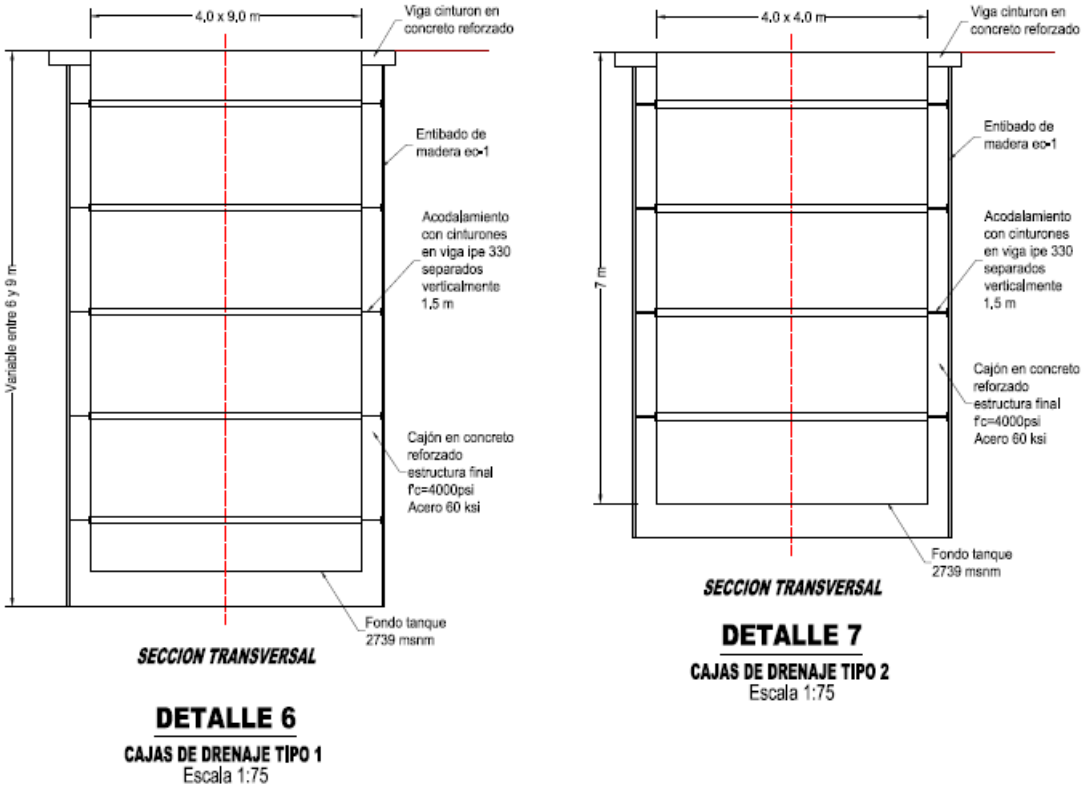


ILUSTRACIÓN 10. DETALLE TÍPICO DE CAJAS DRENANTES.

Una vez definidas la cantidad, geometría y distribución de las cajas drenantes, se tomaron los datos del análisis geotécnico y la distribución de esfuerzos tanto para la condición estática como para el sismo de diseño.

14.3.2.2. Propiedades de los materiales

En el diseño de las cajas drenantes, se utilizaron los siguientes materiales:

- Acero de refuerzo = 4200 kg/cm2
- Concretos dados = 280 kg/cm2
- Concretos muros = 420 kg/cm2
- Concreto viga cabezal = 420 kg/cm2
- Materiales para estructura metálica
- Acero calidad ASTM-A572
- Tornillería grado 5

Postensado para cajas 4 x 9 m

- Cable Monotoron no adherido revestido con funda plástica. Tensionar una vez se haya adquirido una resistencia de 420 Kg/cm2

  f's = 18900 kg/cm2 (270 KSI)

  Diámetro = ½"

  Área torón= 0.987 cm2

  Colocar un torón cada 18 cm

  Tensión en el gato por torón 12.50 ton

  Total 156 torones de ½ ". Después de tensionar inyectar lechada de agua cemento relación A/C = 0.45

Tensión en gato Ton	Tensión inmediata Ton	Tensión efectiva Ton	Long del cable entre platinas anclaje cm	Alargamiento Tensionamiento en un extremo cm	Orden de tensionamiento
12.50	11.10	8.75	1460	8.41	Tensionar alternadamente, primero 78 torones y luego los otros 78

Postensado para cajas 4 x 4 m

Cable Monotoron no adherido revestido con funda plástica. Tensionar una vez se haya adquirido una resistencia de 420 Kg/cm2

f's = 18900 kg/cm2 (270 KSI)

Diámetro = ½"

Área torón= 0.987 cm2

Colocar un torón cada 18 cm

Tensión en el gato por torón 12.50 ton

Total 100 torones de ½ ". Después de tensionar inyectar lechada de agua cemento relación A/C = 0.45

Tensión en gato Ton	Tensión inmediata Ton	Tensión efectiva Ton	Long del cable entre platinas anclaje cm	Alargamiento Tensionamiento en un extremo cm	Orden de tensionamiento
12.50	11.10	8.75	1460	8.41	Tensionar alternadamente, primero 50 torones y luego los otros 50

14.3.2.3. Análisis y diseño cajas drenantes

Para el control de agua profunda en el sitio de estudio se requiere la construcción de siete (7) cajas drenantes de entre 8 y 14.0m de profundidad en donde se instalarán drenes de penetración y se instalara tubería de drenaje mediante sistema PHD. A continuación, se presentan los esfuerzos de presión para excavación a corto plazo, largo plazo estático y sismo, así como el módulo de reacción Kh. En la siguiente figura se presentan los esquemas de esfuerzos de presión

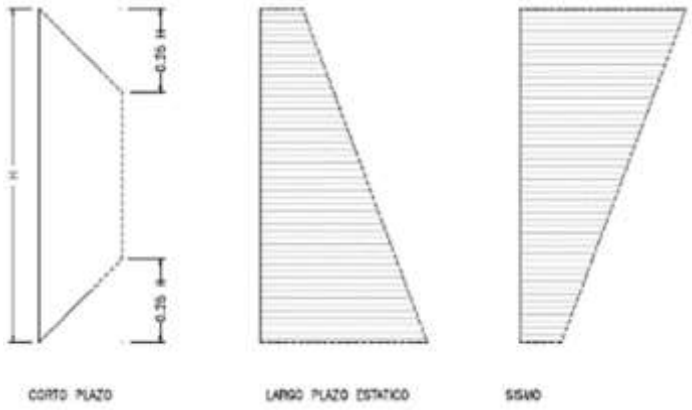


ILUSTRACIÓN 11. ESQUEMAS DE ESFUERZOS A CORTO PLAZO, LARGO PLAZO ESTÁTICO Y SISMO

A continuación, se presenta el diseño de cajas drenantes en concreto postensado bajo el método de los esfuerzos admisibles.

DISEÑO DE ELEMENTO POSTENSADO POR ESFUERZOS ADMISIBLES

DATOS DE ENTRADA

ACERO	Esfuerzo de fluencia **fpy**	18900		Kg/cm^2
CONCRETO	DESCRIPCION	Esfuerzos admisibles según NSR-10	Esfuerzos asumidos	
	Resistencia a la compresión **f'c**	-420	-420	Kg/cm^2
	Resistencia mínima a la compresión para tensionamiento **f'ci**	-294,0	-42,0	Kg/cm^2
	Esfuerzo compresión permisible inmediatamente después de la transferencia **fci**	-176,4	-15,0	Kg/cm^2
	Esfuerzo tracción permisible inmediatamente después de la transferencia **fti**	13,6	-15,0	Kg/cm^2
	Esfuerzo compresión permisible bajo carga de servicio, después de pérdidas **λf'c**	-189	-105,0	Kg/cm^2
	Esfuerzo tracción permisible bajo carga de servicio, después de pérdidas **αf'c**	32,6	0,0	Kg/cm^2

SECCIÓN	Altura **h**	50	cm
	Base	100	cm
	Area de la sección **Ac**	5000,00	cm^2
	Momento de inercia I	1041667	cm^4
	Radio de giro **r**	208,33	cm
	Dist centroide a fibra superior **Ct**	25,00	cm
	Dist centroide a fibra cmferior **Cb**	25,00	cm
	Módulo de sección **St**	41667	cm^3
	Módulo de sección **Sb**	41667	cm^3

Momento por cargas empuje Me	14017,7	Kg-cm	En el apoyo
Perdidas aprox. dependientes de FRICCION Y DEL TIEMPO	30,0	%	
Relacion de efectividad **R**	0,70		
Esf en centroide de concreto **fcci**	-15,0	Kg/cm^2	compresión
Fuerza pretensora inicial Pi	75000	Kg	
	75,0	**ton**	
excentricidad en sección de Mmax	0,00	cm	
Resist toron de 1/2"	18900	Kg/cm^2	
Esfuerzo inicial	13230	Kg/cm^2	ACI
Area acero requerido presfuerzo **Ap**	5,67	cm^2	
Area toron de 1/2"	0,978	cm^2	
Numero de torones	**6**		
Fuerza pretensora por toron	12,5	Ton/ toron	

REVISION

$$ft = -\frac{P}{Ac}\left(1-\frac{ec_t}{r^2}\right) \qquad fb = -\frac{P}{Ac}\left(1+\frac{ec_b}{r^2}\right)$$

PRESFUERZO INICIAL **Pi**

ft=	-15	Kg/cm^2
fb=	-15	Kg/cm^2

PRESFUERZO EFECTIVO **Pe**

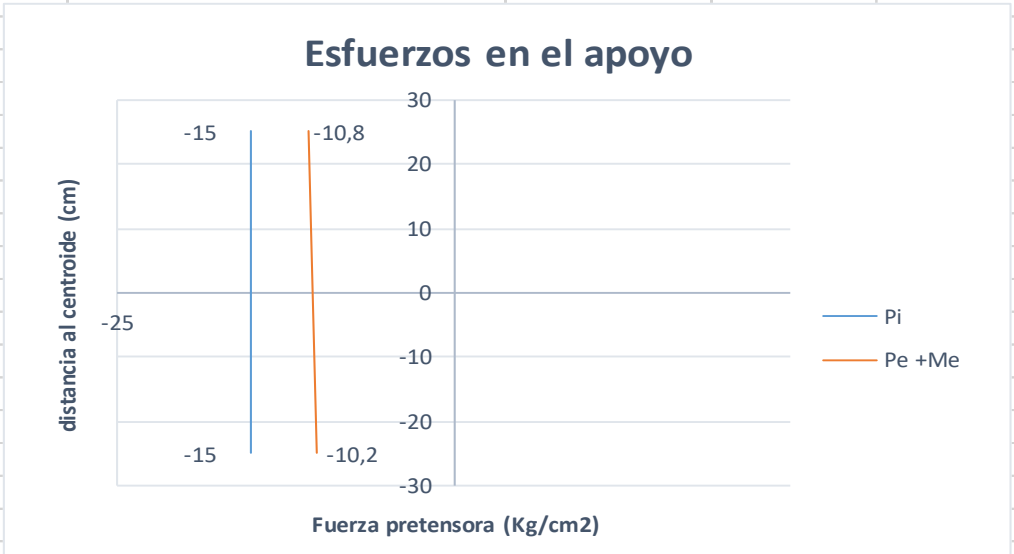
ft=	-10,5	Kg/cm^2
fb=	-10,5	Kg/cm^2

Momento por cargas empuje

ft=	-0,3	Kg/cm^2
fb=	0,3	Kg/cm^2

Fuerza pretensora efectiva **Pe** + Cargas de empuje Me

ft=	-10,8	Kg/cm^2
fb=	-10,2	Kg/cm^2



DISEÑO DE CORTANTE

Ecuación	Sistema SI esfuerzos en MPa	Sistema mks esfuerzos en kgf/cm²
C.11-11	$v_{ci} = \frac{\sqrt{f'_c}}{20} + \frac{V_d + \frac{V_i M_{cr}}{M_{max}}}{b_w d} \geq \frac{\sqrt{f'_c}}{7}$	$v_{ci} = 0.16\sqrt{f'_c} + \frac{V_d + \frac{V_i M_{cr}}{M_{max}}}{b_w d} \geq 0.45\sqrt{f'_c}$
C.11-12	$M_{cr} = \left(\frac{I}{y_t}\right)\left(\frac{\sqrt{f'_c}}{2} + f_{pe} - f_d\right)$	$M_{cr} = \left(\frac{I}{y_t}\right)\left(1.6\sqrt{f'_c} + f_{pe} - f_d\right)$
C.11-13	$v_{cw} = 0.3\left(\sqrt{f'_c} + f_{pc}\right) + \frac{V_p}{b_w d}$	$v_{cw} = 0.93\sqrt{f'_c} + 0.3f_{pc} + \frac{V_p}{b_w d}$

Momento por cargas empuje Mmax	14017,7	Kg-cm	En el apoyo
Fuerza cortante Vi	58289,0	Kg	
fpe	10,5	Kg/cm^2	
fpc	0,3	Kg/cm^2	
Mcr	1366260	Kg-cm	
v_{ci}	1423,6	Kg/cm^2	
v_{cw}	19,0	Kg/cm^2	
Esfuerzo Cortante resistente	19,0	Kg/cm^2	
Esfuerzo cortante mayorado	18,7	Kg/cm^2	
	cumple		

CALCULO ALARGAMIENTO DE TORONES

Perdidas por friccion =	11,0%	estimada
Tension inmediata por toron =	11125	kg
longitud entre platinas de anclaje =	1460,0	cm
Modulo de elasticidad =	1974000	Kg/cm^2
Alargamiento por tensionamiento =	8,41	cm

14.3.2.4. Proceso constructivo

El proceso constructivo de las cajas drenantes se resume en los siguientes pasos:

1. Localización geométrica y trazado del elemento en planta.
2. Se deberá iniciar la excavación con la aprobación de planos por parte del interventor.
3. Se ejecutará la excavación por etapas de 1.5m de profundidad.
4. El sistema de entibado se realizará mediante tablestaca de madera y acodalamiento con marcos metálicos según diseño estructural.
5. Se debe proveer de un sistema que permita el transporte y evacuación del personal, equipos, herramientas y retiro del material excavado.
6. Se deben implementar medidas de control de la posición y verticalidad del elemento durante su excavación.
7. Se debe verificar las condiciones de estabilidad de las paredes de la excavación para poder proceder con el sistema de entibado.
8. Se instalarán drenes de penetración de 40m de longitud en la parte baja de las cajas drenantes de drenaje en las posiciones indicadas. Los drenes deberán penetrar el depósito aluvio-torrencial, sin embargo, la cantidad longitud y posición final deberá ser ajustada de acuerdo con las condiciones encontradas en el terreno.
9. Manejo de agua: Para el manejo del agua temporal dentro de la excavación se deberá proveer de una motobomba sumergible de 6'' de diámetro con capacidad de bombeo de 2 m^3/s.
10. Control del perfil del terreno: Se deberá llevar un registro de continuo durante la excavación de cada pilote, donde se consigne la profundidad y calidad del material encontrado.
11. Acceso y transporte de equipos: Se deberá contar con un plan de acceso de equipos de perforación a los sitios de excavación, así como un plan para el manejo de tránsito en la zona.
12. Se deberá contar con la asesoría de un ingeniero con experiencia en geotecnia durante el proceso. La cota final de fundación estará aprobada por el ingeniero asesor de geotecnia.

14.3.3. Estructura de entrega

14.3.3.1. Datos Generales

En la alternativa seleccionada se definieron tres (3) estructuras de entrega con un solo diseño típico ubicadas así:

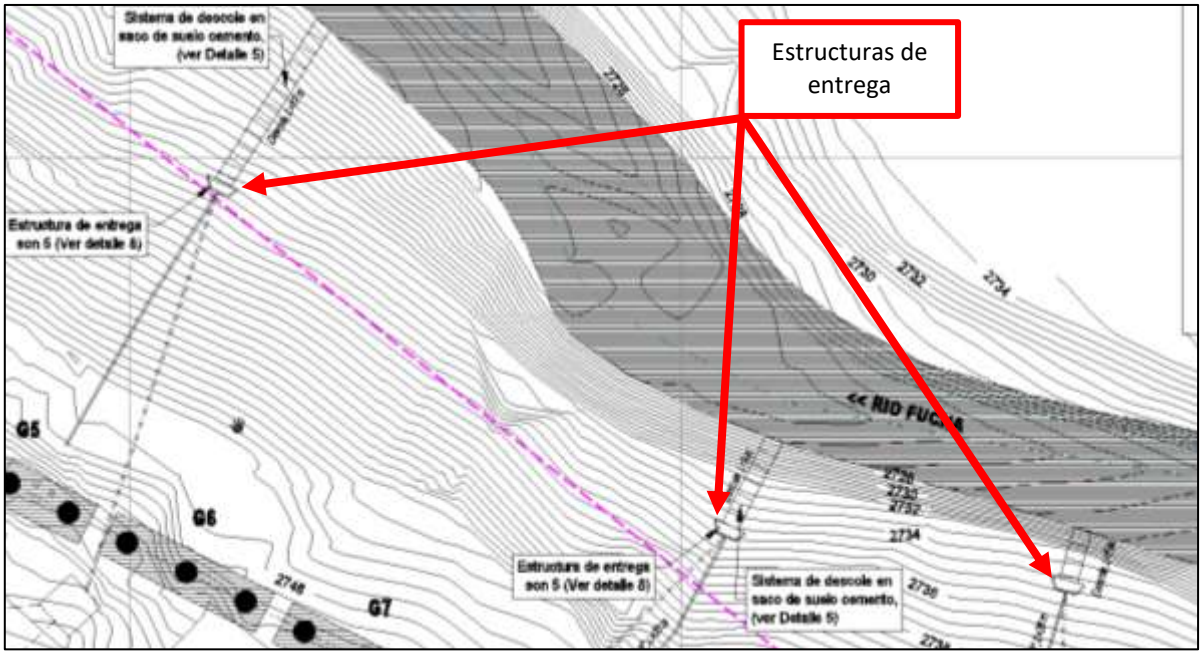


ILUSTRACIÓN 12. DISTRIBUCIÓN ESTRUCTURAS DE ENTREGA.

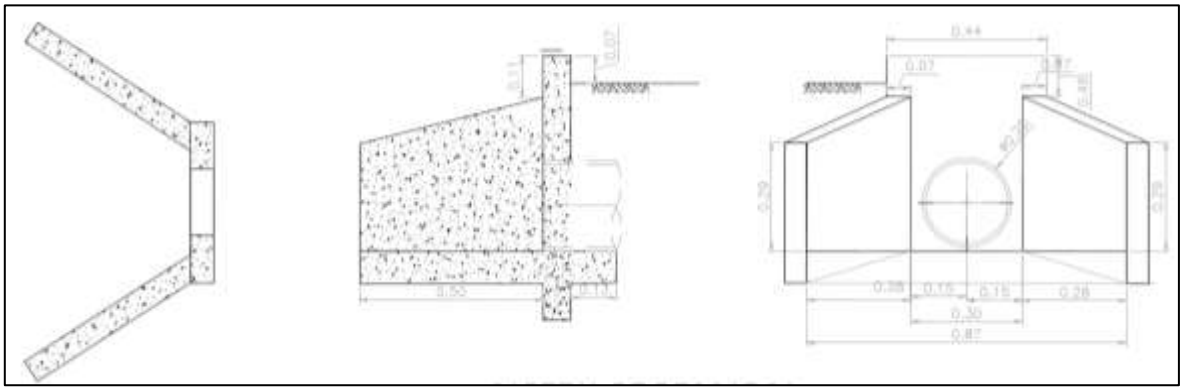
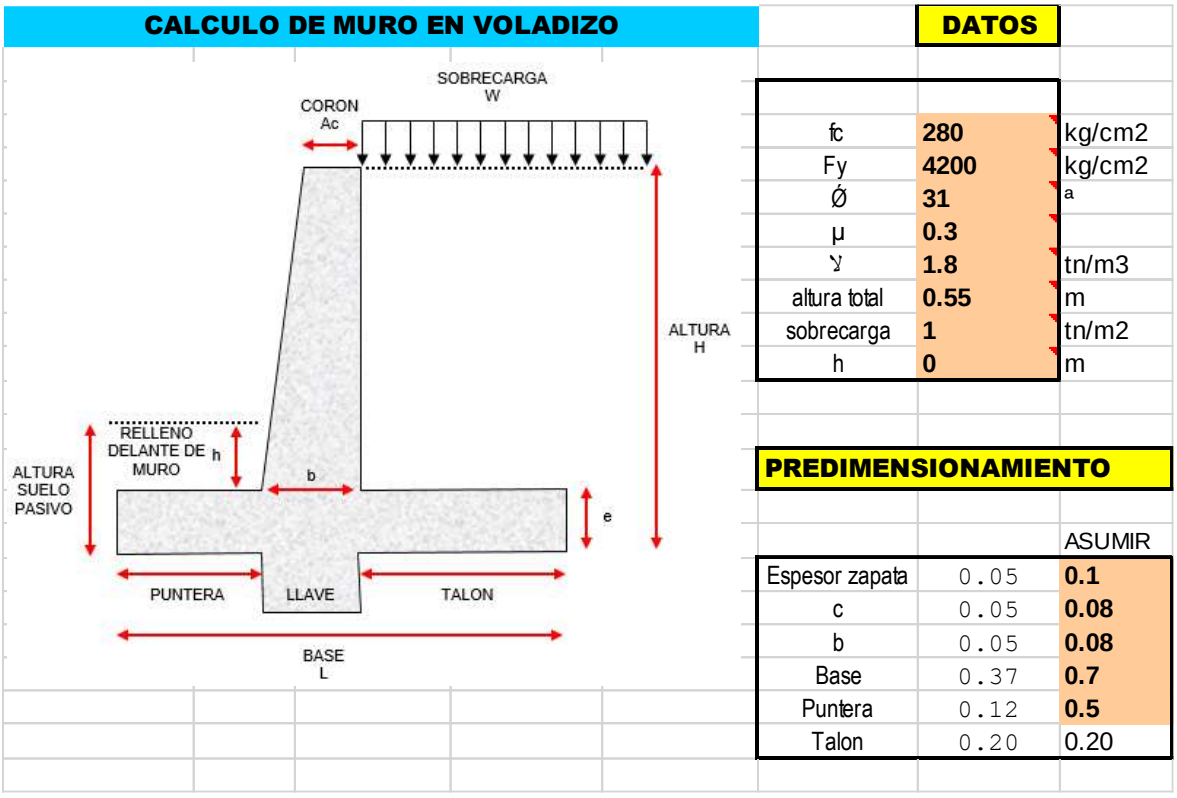


ILUSTRACIÓN 13. DETALLE TÍPICO DE ESTRUCTURA DE ENTREGA.

Una vez definidas la cantidad, geometría y distribución de las estructuras de entrega, se planteo la siguiente geometría:



DATOS		
fc	280	kg/cm2
Fy	4200	kg/cm2
Ø	31	a
μ	0.3	
ɣ	1.8	tn/m3
altura total	0.55	m
sobrecarga	1	tn/m2
h	0	m

PREDIMENSIONAMIENTO		ASUMIR
Espesor zapata	0.05	0.1
c	0.05	0.08
b	0.05	0.08
Base	0.37	0.7
Puntera	0.12	0.5
Talon	0.20	0.20

ILUSTRACIÓN 14. GEOMETRIA DE LAS ESTRUCTURA DE ENTREGA.

14.3.3.2. Propiedades de los materiales

En el diseño de los caissons y de las vigas de amarre de concreto reforzado, se utilizaron los siguientes materiales:

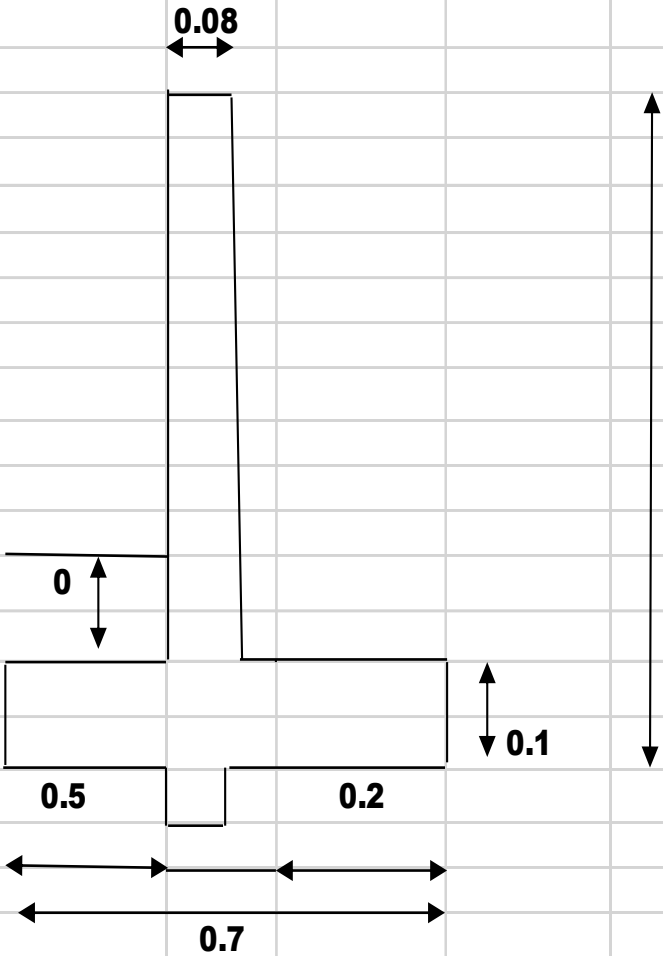
- F'c = 4.000 Psi (28MPa) para concreto reforzado.
- Fy = 60.000 Psi (420MPa) para refuerzos.

14.3.3.3. Análisis y diseño

Con la geometría planteada, se procede a realizar el análisis y diseño estructural de las estructuras de entrega, el cual se diseño como muro de contención en voladizo.

Las condiciones de diseño analizadas son estabilidad ante deslizamiento y volcamiento, chequeo de presiones en el suelo y análisis estructural de cortantes y momentos de la pantalla, la puntera y el talon.

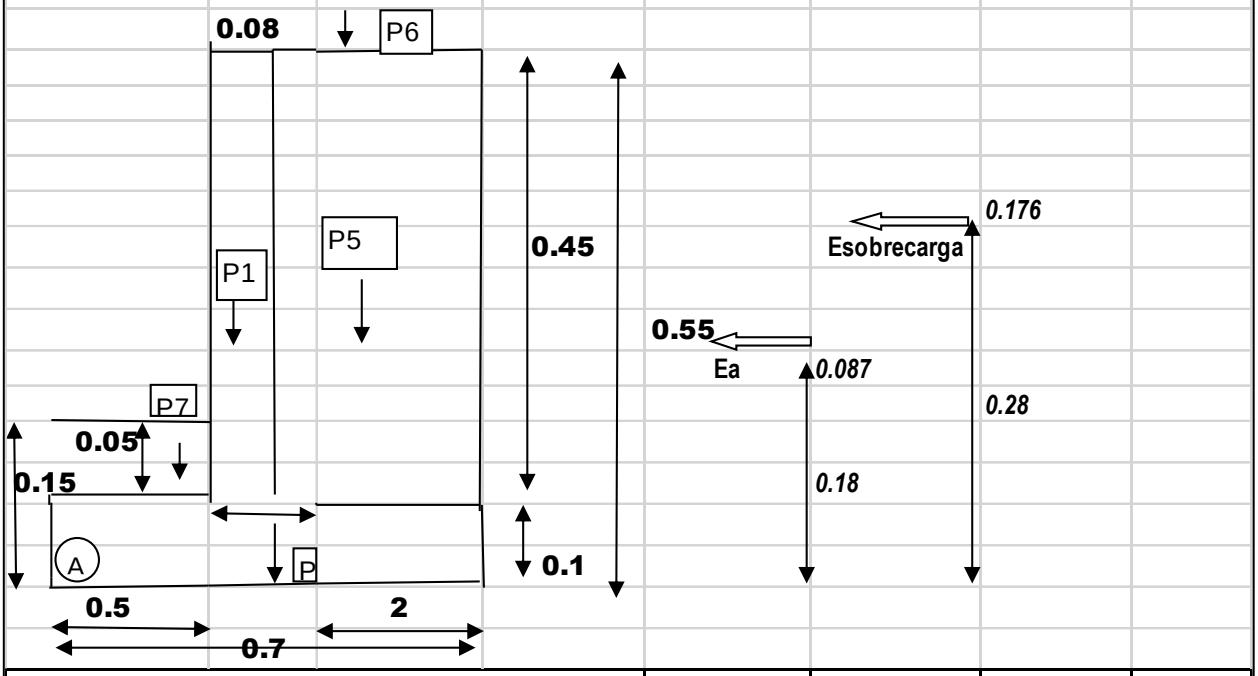
1) Se procede a realizar el cálculo de las fuerzas de empuje que actúan en el cabezal.



notas:			
B =(2/3)H			
c=H/10 o 0.3 el mayor de los dos			
espesor zapata=H/10			
b=H/12			
Dedo=1/3 del ancho de la base			
CALCULO DE LOS EMPUJES			
EMPUJE ACTIVO			
	Ø	0.541	radianes
	1-SenØ	0.484961925	
	1+SenØ	1.515038075	
	Ka	**0.320**	
	Ea	**0.087**	
	pto. Aplicación	**0.183**	
SOBRECARGA			
	h	0.556	
	Esobrecarga	**0.176**	
	pto aplicación	**0.275**	

2) Se chequean las condiciones de estabilidad del cabezal por deslizamiento y volcamiento.

ANALISIS DE ESTABILIDAD

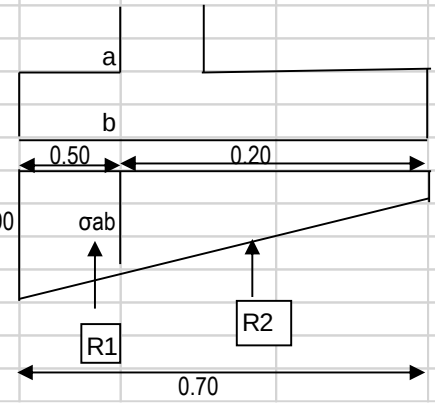


FUERZA (TN/MT)				XA (M)		Mav	Mah
	V	H		brazo		Momento vert	Mto hor
	kg/m	kg/m		m		kg*m	kg*m
P1	0.11			0.54		0.06	
P3	0.22			0.35		0.08	
P5	2.13			1.50		3.20	
P6	2.63			1.50		3.95	
P7	0.06			0.25		0.02	
Ea		0.16		0.18		Mo=	0.03
Esobrecarga		0.32		0.28			0.09
	5.15	**0.48**				**7.29**	**0.12**
FACTORES DE SEGURIDAD					0.02	tn*m	
VOLCAMIENTO	**F.S**	252.40	***OK***	***DESLIZAMIENTO***	**F.S**	1.55	***OK***
aplicación resultante pto. A		1.39	m		b/3	0.23	m
					2b/3	0.47	m

3) Con las condiciones de estabilidad chequeadas se procede a realizar el cálculo de las presiones en el suelo.

PRESION DE SUELO

σadmisible	**75**	Tn/m2	σu	75.00			
e	-0.03	m					
σ1	0.90	Tn/m2	**MENORES QUE ESFUERZO ULTIMO**				
σ2	1.39	Tn/m2					
					σab	1.25	
				1.39	R1	0.54	
0.90	σab				R2	0.26	
					Σfv	**0.80**	
					kp	1.41	



Una vez superado el predimensionamiento geométrico del cabezal de entrega. Se realiza el análisis estructural de la pantalla, la puntera y el talon, encontrando los cortantes y momentos últimos y nominales.

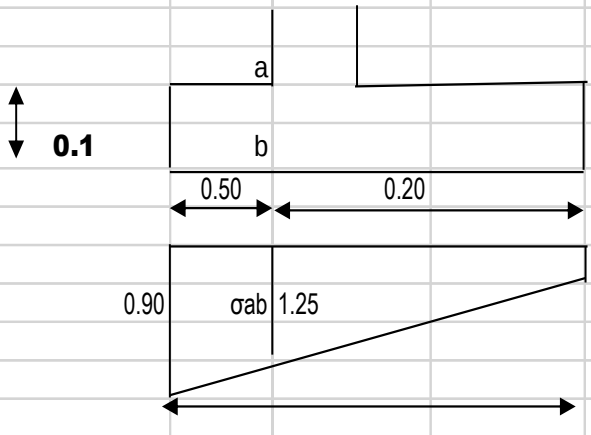
4) Se procede a realizar el diseño de la pantalla perteneciente al cabezal de entrega.

ANALISIS ESTRUCTURAL							
PANTALLA	Ea	0.06	Tn/m	0.5*Ka*ɣ*H^2		h/3	0.15
	Es	0.14	Tn/m	sobrecarga*Ka*(H)		h/2	0.23
Cortante							
Vu	0.34	tn/M	1.7*(Ea+Es)	Φvc	7.54	kg/cm2	
d	2.00	cm			(0.85*0.53*RAIZ(fc))		
vu	1.71	kg/cm2	Vu/d	vu<Φvc	**OK**		
Flexion		FVIVA	1.8375	FMUERTA	1.3125	DENSIDAD CONCRETO(TN/M3)	
Mu	0.01	tn-mt					
				ρdiseño	0.003333333		
				As	**0.67**	cm2	
					Refuerzo vertical		
					separacion	use S @	
				θ6	42.41	42.00	
				θ8	75.40	75.00	
ρ	0.00073			θ10	117.81	117.00	
pmin	0.00333			θ12	169.65	169.00	
As temp	1.44	(2 caras)		θ16	301.59	301.00	
				θ20	471.24	471.00	

θ	As-cm2
6	0.28
8	0.50
10	0.79
12	1.13
16	2.01
20	3.14

Refuerzo horizontal (retraccion)		
c/cara	0.72	cm2
	separacion	use s @
θ8	69.81317	70
θ10	109.08308	109
θ12	157.07963	157
θ16	279.25268	279

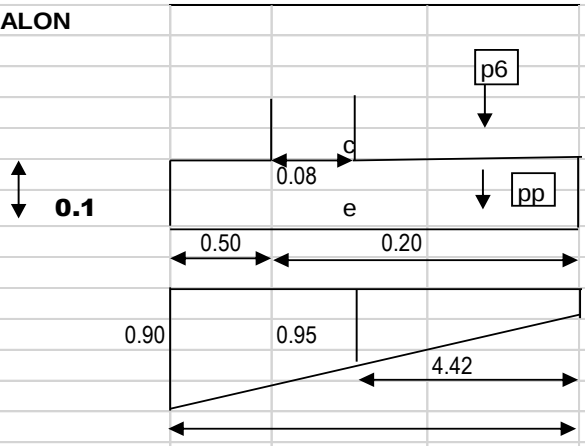
PUNTERA



N	separacion	use S @
θ6	21.20575	21.0
θ8	37.69911	38.0
θ10	58.90486	59.0
θ12	84.82300	85.0
θ16	150.79645	151.0
θ20	235.61945	236.0

	d	4.00	
	Va-b	0.353	tn
	Mu	0.087	tn-mt
	vu	0.88	
1.39	vu<ϕvc	OK	
	Asdiseño	**1.33**	

TALON



d	4.00	
σce	0.95	
Vu	-3.32	
vu	-8.29	kg/cm2
vu<Φvc	OK	
1.39		
Mu	-9.01	tn-mt

N	separacion	use S @
θ6	21.20575	21.0
θ8	37.69911	38.0
θ10	58.90486	59.0
θ12	84.82300	85.0
θ16	150.79645	151.0
θ20	235.61945	236.0

pmin	0.003333333	
pdiseño	0.003333333	
Asdiseño	**1.33**	

ρmin	0.0033	
Asmin	0.67	
θ8	117.8	117
θ10	169.6	169
θ12	301.6	301

refuerzo horizontal

ρ	1.80	cm2
c/cara	0.90	cm2

N	separacion	use S @
θ8	55.85054	56
θ10	87.26646	87
θ12	125.66371	126

Con el análisis y diseño estructural se procedió a realizar los despieces y detalles del cabezal (ver planos de diseño estructural), los cuales se resumen a continuación:

RESUMEN DISEÑO							
	0.08						
		θ8	***c/***	***70***	Pos 8		
		θ8	***c/***	***75***	Pos 5		
0.55		***θ8***	***c/***	***70***	Pos 6		
		θ8	***c/***	***117***	Pos 7		
0		***θ12***	***c/***	***85***	Pos 3		
					θ12 ***c/*** ***126***		Pos 4
			0.1		***θ12*** ***c/*** ***126***		Pos 2
0.5		**0.2**					
	0.7						
	θ12	***c/***	***85***	Pos 1			

14.4. DISEÑO ARQUITÉCTONICO Y DE PAISAJISMO.

14.4.1. Descripción y condiciones del proyecto.

14.4.1.1. Localización y contexto.

El proyecto se encuentra ubicado en el Distrito capital, por medio de consultoría de estudios y diseños para el PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, ubicado en la carrera 22 Este y Calle 12Sur, se solicita desarrollar los diseños del componente de Paisajismo en la zona contigua al río Fucha.

El proyecto contempla cerca de diez manzanas, en el que se delimita un área de diseño de mitigación de las estructuras propuestas: Pilotes y vigas de amarre, así como la arborización sobre el talud colindante con el río Fucha, el cual es el resultado de la compensación por las talas de individuos arbóreos derivados de las obras de mitigación del riesgo. Por otra parte, se evidencia la oportunidad de intervenir las vigas donde se plantea la contención para generar miradores que dan al río Fucha, a su vez se contempla el área del talud contiguo a los pilotes para el planteamiento de la arborización y de zonas de estar en los espacios residuales contra culatas que pueden contribuir al mejoramiento de espacios públicos en el barrio. Se tiene en cuenta que la zona de intervención se encuentra en Franja de adecuación de Cerros Orientales.

La ubicación estratégica de los diseños paisajísticos con relación al río Fucha y los cerros Orientales determina las características en cuanto a las funciones ecológicas y ambientales, por lo tanto, las especies que incorpora la propuesta contempla y priorizará el uso de especies nativas que promuevan mayor biodiversidad y mejora de la calidad del suelo y conservación de fuentes hídricas. En este contexto se contemplan las siguientes actividades dentro de los diseños paisajísticos: Implementación de arborización en talud derivada de la compensación por tala e interferencia de las obras, diseño paisajístico que incluya el mejoramiento de las obras entre las vigas propuestas y en las áreas contiguas a las tapas de las cajas de inspección como áreas de zonas lúdicas y espacio público, bajo el mismo lineamiento se propone el diseño incluya las cajas

de inspección ubicadas dentro del barrio en las que se adecuan los espacios como mejor calidad y condiciones para el aprovechamiento de la comunidad.



FIGURA 228 VISTA AÉREA DEL BARRIO GRAN COLOMBIA, COLINDA CON EL RÍO FUCHA Y LA QUEBRADA LA PICHOSA. FUENTE: GOOGLE MAPS 2020.

14.4.1.2. Condiciones ambientales[11]

Una ventaja única y especial desde el punto de vista ecosistémico es la confluencia del sistema orográfico e hidrográfico que marca positivamente este territorio, y le da unas condiciones ambientales privilegiadas, [12] las condiciones

[11] Plan ambiental Local de la localidad de San Cristóbal. 2016-2020. Bogotá mejor para todos.
[12] Tomo I, Diseño de la estrategia de intervención integral y multidimensional en materia socioeconómica, ambiental y urbanística para el río Fucha y su área de entorno. Alcaldía Mayor de Bogotá. Secretaría Distrital de planeación.

ambientales del sector son determinantes para establecer los criterios de selección de especies, disposición de los espacios y establecer condiciones a mitigar para generar un diseño coherente con las mismas en términos ambientales y ecológicos.

Para la Estructura Ecológica principal de la ciudad que incluye las denominadas áreas protegidas, parques urbanos, corredores ecológicos y la zona especial del río Bogotá, la localidad posee componentes fundamentales que colinda con la reserva forestal de Cerros orientales y el río Fucha.

Clima y precipitación: "La precipitación promedio anual es de 1.437mm, con un período de lluvias entre los meses de abril y noviembre. Se contemplan alrededor de 1.500mm anuales en las estribaciones de los Cerros orientales, contando con aproximadamente 200 días al año, representando grandes contrastes con otras zonas de la ciudad. La temperatura promedio es de 12º, en la zona alta es de 10.5ºC y en las zonas bajas de 13.5ºC. que puede oscilar entre los 9ºC y los 22ºC. El área rural alta se caracteriza por poseer un clima húmedo de páramo, con una temperatura promedio anual de 12.6ºC.

Hidrología: El principal cuerpo hídrico de la localida es el rio Fucha, conocido como río San Cristóbal, que nace a una altura de aproximadamente 3.500msnm en los cerros orientales. Seguido de este, se encuentra la micro cuenca de la quebrada la Chiguaza, uno de los principales afluentes al río Tunjuelo.

Vegetación: La Localidad cuenta con la reserva el Delirio, es un área que corresponde a los nacimientos de los cuerpos de agua que dan origen al río San Cristóbal o Fucha y hace parte de la superficie de reserva forestal protectora nacimientos de los cuerpos de agua que dan origen al río San Cristóbal o Fucha y hace parte de la superficie de reserva forestal protectora de los cerros orientales de Bogotá, espacio protegido del nivel nacional, declarado desde el 1977 por el Ministerio de Agricultura y que es administrada por la CAR Cundinamarca y cuyos predios pertenecen a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP).

Nacimientos de los cuerpos de agua que dan origen al río San Cristobal o Fucha y hace parte de la superficie de reserva forestal protectora de los cerros orientales de Bogotá, espacio protegido del nivel nacional, declarado desde el 1977; Zonas con cobertura vegetal natural de los ecosistemas de sub paramo, bosque altoandino y zonas con plantaciones forestales con especies de Ciprés, Pino y Acacia, son las que rodean la reserva del Delirio, su extensión aproximada es de 1.200 ha.

Se caracteriza por una vegetación alta y cerrada con bosques de encenillo y otras especies como pegamoscos, gaque, canelo espino, arrayan, uva, el gomo, el mano de oso, el trompeto, el cedrillo, el raque y gran variedad de helechos, frailejones, chusque, tagua y líquenes entre otros, además de la mirla negra, cernícalo, chirlobirlo, copetones, cucaracheros y variedad de colibríes."[13]

14.4.1.3. Condiciones socioeconómicas[14]

De acuerdo al análisis del SISBEN, fundamentada en la información de la base de datos del 2010 al 2015, correspondiente al área de influencia del río Fucha, en el capítulo de hogares se evidencio que el estrato socioeconómico de los hogares y tipo de vivienda el 95.36% de los hogares corresponde a los estratos 2 y 3.

Según el estudio de las dinámicas económicas del territorio elaborado mediante cartografia social en el marco del diseño de la estrategia de intervención integral para el rio Fucha, en San Cristóbal Cerros se identifica que la zona posee escasa infraestructura, aun así, se hace uso de la poca que hay, la comunidad conoce y utiliza plenamente los parques barriales para actividades familiares, deportivas y comunitarias. Las actividades se practican principalmente en el día, por jóvenes y adultos.

En cuanto a la dimensión ambiental, en el mismo estudio[15] se menciona, que los espacios de ronda de rio, hoy en día se respetan más que hace cinco años y con más rigor desde noviembre de 2013, cuando ocurrió el periodo de retorno de cincuenta años, que arrasó con trece casas del sector Laureles. La comunidad valora su entorno conformado por ecosistemas estratégicos importantes: orográfico (cerros) e hidrográfico (cuenca del río Fucha), que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal (EEP) como se mencionó con anterioridad.

14.4.1.4. Condiciones del proyecto

En el Anexo de Descripción de obras y procedimientos de construcción se especifican las obras de ingeniería propuestas a la mitigación en cuestión. En términos paisajísticos, estas infraestructuras que se proponen y generan fuertes

[14] Tomo I, Diseño de la estrategia de intervención integral y multidimensional en materia socioeconómica, ambiental y urbanística para el río Fucha y su área de entorno. Alcaldía Mayor de Bogotá. Secretaría Distrital de planeación.
[15] Idem, pag. 26

modificaciones en el paisaje, presentan el reto de generar la mitigación de las mismas, implementando estrategias de diseño que permitan otro por parte de la comunidad. Por otra parte las obras de mitigación quedan interferidas por individuos arbóreos los cuales deben ser talados, en ese sentido pueden ser compensados en la obra y con fines ambientales y ecológicos la ronda del río Fucha es el lugar apropiado para hacerlo.

Como se mencionaba con anterioridad el barrio cuenta con escasa infraestructura tanto en espacios públicos como de salud y movilidad, su población variada, donde predominan las familias con niños, jóvenes adolescentes y adultos mayores, cuenta con muy buena apropiación de los pocos espacios públicos adecuados para el esparcimiento, se presentan como una oportunidad de intervención en términos paisajísticos.



FIGURA 229 **ESQUEMA DE OBRAS PROPUESTAS SEGÚN EL ANEXO: DESCRIPCIÓN DE OBRA Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS. CRÉDITOS: T Y T INGENIERÍA. 2019**

14.4.2. Definición y descripción de concepto de diseño.

La caracterización y concepto para cada zona establecida brindan herramientas para el desarrollo de los diseños, así como la narrativa de los recorridos y la espacialidad de cada zona, permite dar carácter e identificar claramente los objetivos de diseño, de acuerdo a la vocación y las necesidades funcionales. Como se ha mencionado con anterioridad las áreas de diseño exteriores

presentan ciertas condiciones ambientales que son la base de los diseños, aun así, la conceptualización es una oportunidad para dar carácter a los espacios.

Como se mencionaba con anterioridad el proyecto se enmarca en las obras de mitigación por remoción en masa del barrio Gran Colombia, en el barrio se busca generar estabilidad del terreno tanto en las viviendas como en el espacio público, en ese sentido las obras propuestas generan modificaciones en el paisaje, en este caso la construcción de vigas de amarre de los pilotes y de cajas de inspección del sistema de drenaje, esta infraestructura se presenta como una oportunidad del mejoramiento de la infraestructura barrial generando espacios de esparcimiento teniendo en cuenta todas las edades.

En ese sentido se conforman dos zonas con tratamientos diferenciados, el sendero mirador y zonas de esparcimiento dentro del barrio. El primero consiste en un recorrido sobre vigas de amarre el cual se le ha dado la denominación de Mirador del río, es un sendero escalonado que permite a través de la vegetación tener diferentes perspectivas del río, conocer las especies nativas del bosque alto andino, y disfrutar desde espacios de estar bajo una estrategia de poca intervención, con el fin de no impermeabilizar más el suelo y de generar una oferta recreativa.

En ese contexto se propone intervenir las cajas de inspección con pintura epoxica de larga duración, con juegos para todas las edades, es una estrategia de bajo costo que aporta de manera sencilla más actividades de esparcimiento, en ese marco se encuentran: la pista de carros, el tiro al blanco y el triqui, que puede ser usado por todas las edades. Este recurso puede observaste en el siguiente referente:



FIGURA 230 **SKOVBAKKE SCHOOL AND DAYCAREBY CEBRA HTTP://LANDEZINE.COM/INDEX.PHP/2018/10/SKOVBAKKE-SCHOOL-AND-DAYCARE-BY-CEBRA/**

Los materiales planteados son prefabricados en concreto de dos dimensiones, teniendo en cuenta las recomendaciones de la SDA con relación a las zonas aferentes a las rondas de río, se debe evitar la impermeabilización del suelo. Se tuvo en cuenta la última cartilla de mobiliario urbano de Bogotá, diseñado por la Secretaria de Planeación en el Taller del espacio público.

En las zonas internas del barrio se proponen zonas de recreación activa y pasiva, teniendo en cuenta las diversas poblaciones, por una parte, el basket en cajón, una alternativa para los jóvenes de juego a encestar en un lote medianero, en las que se plantea murales en las culatas y vegetación de coberturas bajas que ablandan el encerramiento, este espacio cuenta con bancas para permanecer y generar un espacio para los jóvenes.

El segundo espacio está destinado tanto a jóvenes como adultos mayores con tableros de ajedrez gigantes en los que los espectadores pueden acompañar y aprender, este lugar de encuentro busca generar un espacio de ocio desde el compartir del conocimiento.

En el tercer espacio, un espacio contiguo al colegio cuenta con marcada apropiación, esto se ve en los murales existentes, en ese contexto se propone continuar con el uso de pintura, y generar espacio de estar por medio de pintura en el pavimento.

14.4.2.1. Listado de especies

LISTADO DE ESPECIES GRAN COLOMBIA, SAN CRISTOBAL			
LISTADO DE ARBOLES Y ARBUSTOS			
Codigo	Foto	Nombre común	Nombre científico
AL		Alcaparro	*Senna viarum*
AM		Amarrabollo	*Meriania nobilis*
ARR		Arrayán	*Myrcianthes leucoxyla*
CAR		Cariseco	*Billia columbiana*
DU		Duraznillo	*Abatia parviflora*
FB		Fucsia boliviana	*Fucshia boliviana*
MA-O		Mano de oso	*Oreopanax floribundum*

LISTADO DE ARBOLES Y ARBUSTOS			
Codigo	Foto	Nombre común	Nombre científico
NO		Nogal	*Juglans neotropica*
RO		Roble	*Quercus humboldtii*
TRO		Trompeto	*Bocconia frutescens*
UV-A		Uva de anís	*Cavendishia cordifolia*

Los criterios tenidos en cuenta en la selección de especies son los siguientes: Especies nativas compatibles con el ecosistema de los cerros orientales, especies melíferas o que puedan ser hábitat que promuevan la biodiversidad, así como el porte y floración llamativa coherentes con los propósitos del proyecto. A su vez dentro de las especies de coberturas, se incluyen especies melíferas como la fucsia boliviana (*Fuchsia boliviana*) y la uva camarona (*Cavendishia cordifolia*).

DISEÑO PAISAJISTICO - BARRIO GRAN COLOMBIA					
LISTADO DE COBERTURAS					
Codigo	Nombre común	Nombre científico	TIPOLOGIA		
			TP1 JARDINES DEL MIRADOR DEL RIO	TP2 JARDINES ZONAS LÚDICAS DEL RIO	TP3 ZONAS DE ENCUENTRO
ab	Abedul	Hypericum patulum	X		
ac	Acanto	Acanthus mollis			X
ach	Achiras	Canna spp			
an	Anigozanto	Anigozanthos sp			X
ang	Angelito	Monochaetum myrtoideum		X	
as	Astromelia	Alstroemeria sp.	X		
az	Azalea	Rhododendron indicum	X		
bat	Batatilla	Ipomoea purpurea		X	
cap	Capuchina	Tropaeolum majus		X	
ci	Cinta liriope	Liriope muscari			X
cu	Curubas	Passiflora sp.		X	
di	Dietes	Dietes vegeta/bicolor	X		X
fu	Fucsia	Fuchsia boliviana		X	
he	Hebe	Hebe spp		X	
hi	Hiedra	Hedera canariensis			
ja	Jazmín enredadera	Jasmiminum multiflorum		X	
la	Lavanda	Brunfelsia pauciflora	X		
li	Limonio	Limonium sinuatum	X		
lir	Lirio amarillo	Hemerocallis flava	X		X
lla	Llamas	Kniphofia uvaria			X
lu	Lupinus	Lupinus bogotensis			
ma	Margarita punto azul	Osteospermun jucundum	X		
co-z	Pasto cola de zorro	Pennisetum setaceum			X
ro	Romero	Rosmarinus officinalis		X	
sa	Salvia	Salvia leucantha	X		
se	Senecio amarillo	Senecio mikanioides		X	
si-m	Siete cueros mexicano	Schizocentron elegans			X
uv-c	Uva camarona	Macleania rupestris	X		
uv-a	Uva de anís	Cavendishia bracteata	X		
va	Vara de san Jose	Epidendrum elogatum/secundum		X	X
vi	Vinca	Vinca major	X	X	X

14.5. DISEÑO INFORMACIÓN PARA TRÁMITES.

Se ha anexado en cada especialidad los formatos y los requerimientos de las entidades según el alcance de los diseños. Se han enviado los oficios solicitando los requerimientos a cada una de las entidades públicas y estamos a la espera de sus respectivas respuestas y solicitud de los documentos mínimos.

Se conoce que durante el desarrollo del presenten contrato, la empresa de acueducto está ejecutando un proyecto de renovación de acueductos y alcantarillados, sin embargo, y dado los alcances del presente contrato, en el momento de llegar a intervenir los tramos proyectados, se debe realizar una solicitud de acompañamiento ante la empresa de acueducto de Bogotá, para la ejecución de la obra.

15. ESPECIFICACIONES, PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN DE OBRA.

15.1. INTRODUCCIÓN.

El presente documento pretende presentan los criterios y parámetros bajo los cuales se lograron las especificaciones técnicas y el Presupuesto de Obra, tomando como base la relación de análisis de Precios de los trabajos a ejecutarse en las obras de Mitigación del Riesgo para el Barrio La Gran Colombia de la Localidad de San Cristóbal.

Las Especificaciones Técnicas de Construcción tienen por objeto determinar los parámetros constructivos, sistemas de cuantificación y pago a los que se debe sujetar el Interventor, el Contratista y en general todas aquellas personas que tengan injerencia directa en la construcción de las obras y el control que estos desarrollen en las obras de mitigación del riesgo en el Barrio la Gran Colombia, de tal forma que se unifiquen los criterios de los procesos constructivos y se garantice la óptima calidad de los resultados.

Dichas especificaciones se complementan con la normatividad establecida para la seguridad industrial y el impacto ambiental.

Paralelamente se describirán los aspectos vinculados con las especificaciones que deben ser cumplidos obligatoriamente por el Contratista para lograr la calidad en las obras deseada.

Los análisis de precios unitarios elaborados por esta Consultoría y la cuantificación de las cantidades para la ejecución de las obras es el resultado del dimensionamiento obtenido en los estudios y diseños correspondientes al objeto del presente estudio.

Se esbozan entonces, los principales criterios bajo los cuales se establecieron los ítems de pago, se explica el origen y nivel de los costos de insumos de referencia y se establecen los precios unitarios respectivos.

El cálculo de las cantidades de obra se adelanta en forma ordenada y sistemática como se muestra en las memorias de cálculo correspondientes.

15.2. METODOLOGIA PRESUPUESTO PARA OBRAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO.

15.2.1. Objetivos Generales del estudio.

Ofrecer la información suficiente para conocer el costo estimado de la construcción de las obras de Mitigación del riesgo en el Barrio La Gran Colombia, para la estimación del costo de la construcción de las obras de mitigación en el proyecto esta conformado por:

- Mano de obra.
- Materiales.
- Equipos del proyecto.
- Equipos para la construcción.
- Herramientas.
- Transportes internos y externos.
- Desperdicios.
- Aseo general de la obra.
- Honorarios del constructor.
- Residentes de obra y auxiliares profesionales.
- Pólizas de seguro.
- Impuestos y tasas municipales directamente relacionados con la obra.
- Gastos legales: publicaciones y estampillas locales, regionales y nacionales.
- Control de calidad.
- Control socio ambiental.
- Provisión para atender Imprevistos del constructor.
- Gastos generales y de administración de la obra.

No se incluye:

- Honorarios de estudios de Geotecnia e ingeniería.
- Amueblamiento, dotación y elementos de ornato.
- Impuestos y tasas municipales no relacionadas con la obra como predial y valorizaciones.
- Terreno.
- Costos Financieros.
- Gerencia del proyecto.
- Escrituración.
- Otros afines.

15.2.2. Objetivos Particulares del estudio.

Concertar con la entidad contratante:

- La estructura del presupuesto, consecuente con la planeación de la obra, el proceso constructivo y el control de costos.
- Las unidades de pago particulares que requiera el control presupuestal, con el fin de minimizar las medidas en obra y facilitar el trabajo de la interventoría.

Crear unas memorias de cálculo, del estimado de cantidades de obra, en hojas de Excel apoyadas en esquemas que representan cada una de las actividades estudiadas.

Maximizar la aproximación al valor real de la obra en el momento de estructurar el presupuesto:

- **Identificando** con claridad y detalle las **cantidades de obra** del proyecto,
- **Concertando** con la entidad contratante los aspectos relevantes en términos de cantidades de obra:
  - Que no aparezcan identificadas en los planos.
  - Que los diseñadores y asesores técnicos establezcan para ser definidas en la obra en función de las condiciones del sitio (Vr. Gr. niveles de fundación, cortes y llenos, reemplazos de materiales inadecuados, etc.).
- **Concertando** con la entidad contratante los aspectos relevantes en términos de precios que no permitan ser establecidos debido a la falta de información o a la entrega extemporánea de la misma.
- **Concertando** con la entidad contratante:
  - Los **criterios administrativos** de la forma de contratación de la construcción.
  - La **estructura administrativa** propuesta para el constructor.
  - Los **impuestos y pólizas** que aplican.
  - Los eventuales campamentos, obras provisionales y demás **facilidades suministradas por la entidad contratante**.
  - Los materiales suministrados por entidad o las actividades ejecutadas por terceros.
  - Los **porcentajes de descuento** aplicados en los precios suministrados por los proveedores de materiales. **En términos generales se aplican precios de lista** suministrados por los diferentes proveedores.

- El porcentaje de imprevistos para el proyecto.
- Las necesidades particulares del proyecto.

Establecer para el proyecto:

- Información general del proyecto.
- Normas, decretos, reglamentos y códigos que aplican.
- Especificaciones de materiales generales utilizados en diferentes actividades.

Establecer para cada actividad:

- Nombre
- Descripción
- Procedimiento de ejecución
- Materiales y herramientas
- Alcance (Inclusiones y Exclusiones)
- Medida y forma de pago
- ítem de pago

Establecer un marco de referencia, de secuencias, tiempos e interrelaciones para desarrollar el conjunto y cada una de las actividades que componen la etapa de construcción considerando:

- Plazos generales de construcción.
- Metodologías de construcción.
- Sentidos de avance de acuerdo con las condiciones de acceso a la obra, y las prioridades objetivas de orden técnico y económico concertadas con la entidad contratante.
- Sectores.
- Frentes de trabajo.
- Juntas de construcción.
- Precedencias obligadas.
- Condiciones especiales de suelos.
- Simultaneidad de las actividades.
- Materiales poco comunes.
- Elementos objeto de importación.
- Acceso al sitio de trabajo.
- Cantidades de obra básicas sectorizadas.

15.2.3. Cantidad de Obra y Presupuesto.

Cálculo de cantidades de obra

Inicialmente se realiza la implantación de un croquis al respaldo de la memoria de cálculo de cantidades de obra, dejando la disposición arquitectónica, Estructural y geotécnica con medidas, amoblamiento o elementos de detalles. De esta manera convertimos los croquis en esquemas de trabajo que nos permitan señalar en ellos (utilizando recuadros) las actividades objeto de cuantificación y análisis.

Cada croquis en medio impreso se convierte entonces en una matriz de esquemas que identifica centros de costo, actividades, su relación con el entorno y cantidades de obra ver Ilustración 15.

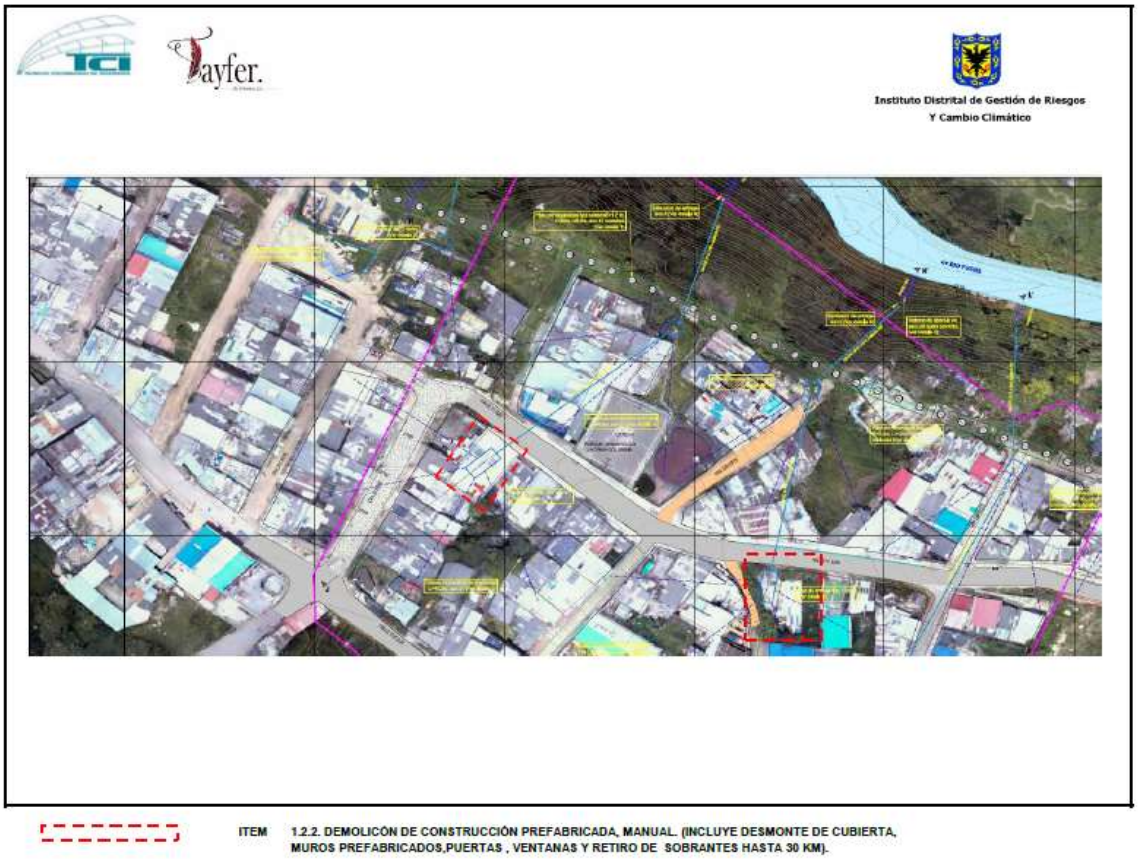


ILUSTRACIÓN 15 EJEMPLO DE "ESQUEMA" TIPO IMPRESO AL RESPALDO DE LA MEMORIA DE CÁLCULO.

Los esquemas contienen como referente la información original de diseño. Incluyen además esquemas identificando en cada uno de ellos una actividad

particular. La utilización de los recuadros permite una fácil identificación, y su relación con el entorno y los planos de diseño de la consultoría**.**

Estos esquemas que están pegados al respaldo de la memoria de cálculo, pueden ser consultados en medios digitales con los planos de diseño aprobados por la interventoría y se convierten en una herramienta clave para el control de su ejecución en obra y muestran con claridad la trazabilidad de la información.

La información de los esquemas es llevada a cuadros resumen en Excel de acuerdo con los tipos de actividades estudiadas, es decir de acuerdo con el tipo de actividad y la forma de medición se presenta un tipo de memoria de cálculo para cada actividad de cuadro resumen diferente ver ILUSTRACIÓN 16.

MEMORIA DE CANTIDADES DE OBRA PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO POR FENOMENO DE REMOSIÓN DE MASAS PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA

CONSORCIO T&T.

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos Y Cambio Climático

OBJETO DEL CONTRATO: ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL

DIVISIÓN : IDIGER

UBICACIÓN: LOCALIDAD No 4 - SAN CRITOBAL SUR | UNIDAD: BARRIO LA GRAN COLOMBIA | ABREVIATURA: B.G.C | FECHA DIA 13 MES 3 AÑO 20

CONTRATISTA: CONSORCIO T&T | CONTRATO CONSULTORIA No. 410 - 2019

SUPERVISOR

INTERVENTORIA

CAPITULO: 1.2 OBRAS PRELIMINARES | REF. CONTRACTUAL

ITEM: 1.2.3. DEMOLICIÓN DE CONSTRUCCIÓN EXISTENTE, MANUAL. (INCLUYE DESMONTE DE CUBIERTA, MUROS EN BLOQUE YO LADRILLO,PUERTAS , VENTANAS,COLUMNAS, VIGAS AÉREAS, PLACAS DE CONTRA DE PISO, CIMIENTOS ENTERRADOS Y RETIRO DE SOBRANTES HASTA 30 KM). | UND. m2 | REF.

AREA O LUGAR	ELEMENTOS LLENOS LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	V. PARCIAL	VANOS L	a	h	V. PARCIAL	TOTAL	CROQUIS
VIVIENDAS REASENTADAS 4	18,00	10,61		2,00	403,18					403,18	
VIVIENDAS REASENTADAS 5	18,80	15,60		1,00	293,28					293,28	
TOTAL										696,46	



Observaciones

Pag ___ de ___

CONTRATISTA
ELABORO: ING CARLOS ACOSTA

V.B INTERVENTORIA

ILUSTRACIÓN 16 EJEMPLO DE CÁLCULOS CANTIDADES DE OBRA EN EXCEL.

Finalmente, la información obra se consolida en el formulario de cantidades y precios que tiene la siguiente estructura, que es consecuente con la utilizada por otras entidades administrativas del Distrito.

1. Preliminares (Incluye: localización, Replanteo manual, Demoliciones y Desmontes).
2. Estructuras e Contención.
3. Obras Geotécnicas.
4. Red Alcantarillado.
5. Obras de Recuperación y Paisajismo.
6. Gestión SISOMA.
7. Gestión PMT.
8. Gestión Social.
9. Gestión Forestal.

15.2.4. Elaboración del Presupuesto.

Los presupuestos se preparan en Excel, estructurando hojas relacionadas entre sí mediante vínculos que permiten una actualización inmediata.

Las hojas del presupuesto son las siguientes:

- **Resumen del presupuesto**: Contiene un resumen por capítulos y por centros de costo del presupuesto Ilustración 17.

CANTIDAD Y PRESUPUESTO POR ITEMS DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA – IDIGER

ITEM	OBRA DE MITIGACIÓN BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER - BOGOTÁ.	Costo directo	Incidencia por Capitulo
1	PRELIMINARES :(Inc. Preliminares,Localización,Replanteo manual,Demoliciones y Desmontes)		
2	ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN PARA MITIGAR EL RIESGO		
3	OBRAS GEOTECNICAS		
4	RED ALCANTARILLADO		
5	OBRAS DE RECUPERACIÓN Y PAISAJISMO		
6	GESTIÓN SISOMA		
7	GESTIÓN PMT		
9	GESTIÓN FORESTAL		
TOTAL COSTOS DIRECTOS		0,00	0%
	Administración Constructor	14,64% 0,00	
	Imprevistos	7,00% 0,00	
	Utilidad	5,00% 0,00	
	IVA (19% sobre las utilidades)	19,00% 0,00	
VALOR TOTAL OBRA		0,00	

Página 1

ILUSTRACIÓN 17 EJEMPLO CUADRO RESUMEN PRESUPUESTO.

- **Presupuesto detallado**: Contiene el formulario de cantidades y precios, identifica subtotales por actividad, por centro de costos. Incluye además los costos indirectos expresados como un porcentaje que se calcula de manera detallada en la hoja siguiente ver Ilustración 18.

CANTIDAD Y PRESUPUESTO POR ITEMS DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER

OBRA DE MITIGACIÓN BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER - BOGOTÁ.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
1	PRELIMINARES :(Inc. Preliminares,Localización,Replanteo manual,Demoliciones y Desmontes)				$ 164.705.512,00
1.1	PRELIMINARES				
1,1,1	LIMPIEZA DESCAPOTE , RETIRO SOBRANTE - MECÁNICO	M3	1.664,00	32.408,00	53.926.912
1,1,2	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO URBANISMO (MEDIDO COMO EL ÁREA OBJETO DE CONSTRUCCION),	M2	840,00	3.355,00	2.818.200
1,1,3	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO ESTRUCTURAS (MEDIDO COMO EL ÁREA OBJETO DE CONSTRUCCION),	M2	5.416,00	5.502,86	29.803.490
1.2	DEMOLICIONES, DESMONTES, RETIRO				
1,2,1	DEMOLICIÓN DE CIMIENTOS ENTERRADOS. (INCLUYE RETIRO DE SOBRANTES).	M3	51,00	391.341,73	19.958.428
1,2,2	DEMOLICIÓN DE CONSTRUCCIÓN PREFABRICADA, MANUAL. (INCLUYE DESMONTE DE CUBIERTA, MUROS PREFABRICADOS,PUERTAS , VENTANAS Y RETIRO DE SOBRANTES HASTA 30 KM).	M2	504,00	68.631,66	34.620.597
1,2,3	DEMOLICIÓN DE CONSTRUCCIÓN EXISTENTE, MANUAL. (INCLUYE DESMONTE DE CUBIERTA, MUROS EN BLOQUE Y/O LADRILLO,PUERTAS , VENTANAS,COLUMNAS, VIGAS AÉREAS, PLACAS DE CONTRA DE PISO, CIMIENTOS ENTERRADOS Y RETIRO DE SOBRANTES HASTA 30 KM).	M2	144,00	163.735,31	23.577.885
2	ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN PARA MITIGAR EL RIESGO				$ 5.500.452.555,00
2.1	EXCAVACIONES, RELLENOS Y REEMPLAZOS				
2,1,1	EXCAVACIÓN MECÁNICA EN MATERIAL COMÚN (INCLUYE CARGUE,TRANSPORTE EN ÁREAS RESTRINGIDA).	M3	832,00	31.813,55	26.468.874

Página 1

ILUSTRACIÓN 18. EJEMPLO PRESUPUESTO DETALLADO

- **Análisis del AIU**: Análisis detallado de los costos indirectos del proyecto ver Ilustración 19.

OBRA DE MITIGACIÓN BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER - BOGOTÁ.

MATRIZ PARA CALCULO DE FACTOR DE A.I.U.

COSTO DIRECTO ESTIMADO DE OBRA (CD) $9.392.212.771,00
TERMINO ESTIMADO DE EJECUCIÓN DE OBRA 12 MESES

A. ADMINISTRACIÓN

1. COSTOS MENSUALES DE PERSONAL

#	CARGO	CATEGORÍA	DEDICACIÓN MES	TOPE MÁXIMO SALARIO	FACTOR PRESTACIONAL	SALARIO MÁS PRESTACIONES
A			B	C	D	E = A * B * C * D
1.1 PERSONAL PROFESIONAL (Ingenieros y Otros)						
1	DIRECTOR DE OBRA ESPC. ESTRUCTURAS	3	0,20	$5.614.000,00	1,6001	$1.796.553,83
1	RESIDENTE DE OBRA	4	1,00	$4.781.000,00	1,6001	$7.649.914,37
1	ESPECIALISTA EN ESTRUCTURA	4	0,25	$4.781.000,00	1,6001	$1.912.478,59
1	ESPECIALISTA EN HIDRÁULICA	4	0,25	$4.781.000,00	1,6001	$1.912.478,59
1	PROFESIONAL EN ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	5	1,00	$4.311.000,00	1,6001	$6.897.883,46
1.2 PERSONAL TÉCNICO Y PERSONAL AUXILIAR TÉCNICO						
1	MAESTRO DE OBRA		1,00	$2.595.000,00	1,7376	$4.508.983,13
1	OFICIAL 1		1,00	$1.591.000,00	1,8186	$2.893.446,05
1	AYUDANTE		1,00	$861.000,00	1,8302	$1.575.814,87
1	CONDUCTOR O MOTORISTA		1,00	$718.000,00	1,8457	$1.325.181,16
1	CONTRA MAESTRO DE OBRA		1,00	$1.584.500,00	1,7376	$2.753.172,94
1.3 PERSONAL ADMINISTRATIVO						
1	ALMACENISTA		0,25	$1.460.000,00	1,8186	$663.801,26
1	SECRETARIA 1		0,25	$861.000,00	1,6927	$364.356,84
2	CELADOR		0,00	$873.773,33	1,6927	$0,00
1	IMPLEMENTACIÓN PMA		0,25	$9.335.106,00	1,0000	$2.333.776,50
SUBTOTAL COSTOS MENSUALES DE PERSONAL						**$34.668.367,63**

2. GASTOS OPERACIONALES MENSUALES	AREA (M2)	DEDICACIÓN	DEDICACIÓN X AREA (M2)	COSTO ($/M2.MES	VALOR ($)
ARRIENDO OFICINA INCL. ADMINISTRACIÓN, SERVICIOS PÚBLICOS, COMUNICACIONES	36,00	0,2000	7,20	$52.688,31	$379.355,82
CAMPAMENTOS INCL. SERVICIOS PÚBLICOS PROVISIONALES	0,00	0,2000	0,00	$20.454,42	$0,00
GASTOS OFICINA (PAPELERIA, FOTOCOPIAS Y OTROS)					$150.000,00
1 VEHICULO MODELO 20015-20010 (1300-2000 CC)		0,20		$3.740.000,00	$748.000,00
1 EQUIPOS EN GENERAL		0,50		$2.118.000,00	$1.059.000,00
1 EQUIPO DE LABORATORIO – ESTUDIOS		1,00		$3.303.000,00	$3.303.000,00
SUBTOTAL GASTOS OPERACIONALES MENSUALES					**$5.639.355,82**

TOTAL COSTOS PERSONAL + GASTOS OPERACIONALES POR EL TÉRMINO DE EJECUCIÓN	**$482.384.681,34**
TOTAL COSTOS PERSONAL + GASTOS OPERACIONALES POR EL TÉRMINO DE EJECUCIÓN EN PORCENTAJE DEL COSTO DIRECTO	**5,14%**

3. IMPUESTOS Y GARANTÍAS
3.1 IMPUESTOS

OBRA DE MITIGACIÓN BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER - BOGOTÁ.

MATRIZ PARA CALCULO DE FACTOR DE A.I.U.

DESCRIPCIÓN	VALOR ($)
CONTRIBUCIÓN ESPECIAL (IMPUESTO DE GUERRA) 5%	$469.610.638,55
ICA (6.9 POR MIL)	$64.806.268,12
IMPUESTO DE TIMBRE	$0,00
RETEFUENTE (1%)	$93.922.127,71
CREE (0.6%)	$46.961.063,86
PUBLICACIÓN EN EL DIARIO OFICIAL	$46.961.063,86
CUATRO POR MIL	$37.568.851,08
ESTAMPILLA PRO CULTURA	$46.961.063,86
ESTAMPILLA PRO PERSONAS MAYORES	$46.961.063,86
SUBTOTAL IMPUESTOS	**$853.752.140,88**

3.2 GARANTÍAS

	DESCRIPCIÓN	VR. BASE	% ASEGURADO	VR. ASEGURADO	VIGENCIA AMPARO (MESES)	VALOR ($)
G.UNICA	CUMPLIMIENTO	$9.392.212.771,00	10%	$ 939.221.277,10	12,00	$3.269.940,04
G.UNICA	BUEN MANEJO DE ANTICIPO	$4.696.106.385,50	100%	$ 4.696.106.385,50	6,00	$8.172.675,11
G.UNICA	SALARIOS Y PRESTACIONES SOCIALES	$9.392.212.771,00	5%	$ 469.610.638,55	36,00	$4.359.436,73
G.UNICA	ESTABILIDAD DE LA OBRA	$9.392.212.771,00	10%	$ 939.221.277,10	72,00	$19.612.390,27
R.C.E.	RESPONSABILIDAD CIVIL EXTRACONTRACTUAL	$9.392.212.771,00	3%	$ 281.766.383,13	24,00	$3.268.490,04
SUBTOTAL GARANTÍAS						**$38.682.932,19**

TOTAL IMPUESTOS Y GARANTÍAS	**$892.435.073,07**
TOTAL IMPUESTOS Y GARANTÍAS EN PORCENTAJE DEL COSTO DIRECTO	**9,50%**

A. ADMINISTRACIÓN (1 + 2 + 3)	**14,64%**
I. IMPREVISTOS	**7,00%**
U. UTILIDAD	**5,00%**
A.I.U. (ADMINISTRACIÓN, IMPREVISTOS Y UTILIDAD)	**26,64%**

ILUSTRACIÓN 19 EJEMPLO DE ANÁLISI DE AIU.

- **<u>Análisis de las Cuadrillas</u>:** Análisis detallado de las cuadrillas utilizadas en los APU´s del proyecto ver Ilustración 20.

COSTOS Y USOS DE LAS CUADRILLAS EN LOS ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
OBRA DE MITIGACIÓN BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER - BOGOTÁ.

DURACION Y SALARIOS		VALOR
JORNADA LEGAL COMPENSABLE		48HR/SEM
DOMINICALES EN EL AÑO		52 DIAS
SALARIO MINIMO		$877.803
SALARIO PROMEDIO ALBAÑIL		$1.843.386
JORNADA LEGAL COMPENSABLE		365 DIAS
FESTIVOS EN EL AÑO		18 DIAS
SALARIOS PROMEDIO AYUDENTE		$1.053.364
SUBSIDIO DE TRANSPORTE		$102.854
PRESTACIONES		
CESANTIAS	%	8,33
VACACIONES	%	5,48
INTERESES DE CESANTIAS	%	1,0
PRIMA DE SERVICIOS	%	8,33
APORTES PATRONALES		
EPS		23,96
SENA	%	2,0
FIC	%	1,75
SUBSIDIO FAMILIAR	%	4,0
OTROS COSTOS PRESTACIONALES		
DOTACION	%	2,5
FESTIVOS REMUNERADOS	%	4,93
DOMINICALES REMUNERADOS	%	14,25
CALAMIDAD REMUNERADA	%	1,0
ANALISIS DE JORNALES Y CUADRILLAS		
AYUDANTE		
JORNAL BASICO		35.112,12
SUBSIDIO DE TRANSPORTE		3.428,47
PRESTACIONES Y OTROS		28.275,79
TOTAL	Jr	**66.816,38**
OFICIAL		
JORNAL BASICO		61.446,21
SUBSIDIO DE TRANSPORTE		3.428,47
PRESTACIONES Y OTROS		49.482,63
TOTAL		**114.357,31**

COSTOS Y USOS DE LAS CUADRILLAS EN LOS ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
OBRA DE MITIGACIÓN BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER - BOGOTÁ.

COSTO TOTAL CUADRILLA BASICA DE ADMINISTRACION		
UN OFICIAL ADMON + DOS AYUDANTES		**247.960,00**
OBRAS VARIAS NO ESPECIALIZADAS, REDES SUBTERRÁNEAS, EXCAVACIONES, DEMOLICIONES Y SIMILARES		
CUADRILLA BÁSICA	Hr	**30.988,75**
CUADRILLA BÁSICA	Jr	**247.980,00**
CUADRILLA 1.		
UN OFICIAL CUADRILLA 1 + DOS AYUDANTES		
CUADRILLA 1. JORNALES DE ADMINISTRACION + 10%		
OBRAS DE: ESTRUCTURAS, CUBIERTAS Y SIMILARES		
CUADRILLA 1.	Hr	**24.911,38**
CUADRILLA 1.	Jr	**199.291,00**
CUADRILLA 2.		
UN OFICIAL CUADRILLA 2 + UN AYUDANTE		
CUADRILLA 2. JORNALES DE ADMINISTRACION +12%		
OBRAS DE: MAMPOSTERIA, PAÑETES Y SIMILARES		
CUADRILLA 2.	Hr	**25.364,38**
CUADRILLA 2.	Jr	**202.916,00**
CUADRILLA 3.		
UN OFICIAL CUADRILLA 3 + UN AYUDANTE		
CUADRILLA 3. JORNALES DE ADMINISTRACION + 13%		
OBRAS DE: PISOS, ENCHAPES. ACABADOS Y SIMILARES		
CUADRILLA 3	Hr	**25.590,75**
CUADRILLA 3.	Jr	**204.726,00**
CUADRILLA 4.		
UN OFICIAL CUADRILLA 4 + UN AYUDANTE		
CUADRILLA 4. JORNALES DE ADMINISTRACION + 14%		
OBRAS DE: HIDROSANITARIAS, ELÉCTRICAS Y SIMILARES		
CUADRILLA 4.	Hr	**25.817,25**
CUADRILLA 4.	Jr	**206.538,00**
CUADRILLA 6.		
UN OFICIAL CUADRILLA 5 + UN AYUDANTE		
CUADRILLA 5. JORNALES DE ADMINISTRACION + 15%		
OBRAS DE: PINTURAS, CARPINTERIAS EN MADERA Y/O METALICA, IMPERMEABILIZACIONES, ACABADOS ESPECIALES Y SIMILARES		
CUADRILLA 5	Hr	**26.043,75**
CUADRILLA 5.	Jr	**208.350,00**

ILUSTRACIÓN 20 EJEMPLO ANÁLISIS DE LAS CUADRILLAS UTILIZADAS EN LOS APU'S.

- **<u>Listados de Insumos Básicos</u>: Listados** de los insumos utilizados en los análisis de precios unitarios, tomando como referencias listados de entidades de IDRD, cotizaciones anexas ver Ilustración 21.

OBRA DE MITIGACIÓN BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER - BOGOTÁ.		
Acero de Refuerzo 60000psi Figurado	KG	2.558
Acero figurado 37000 PSI	KG	2.436
Acero Figurado 60000 PSI	kg	2.884
Acero Figurado 60000 PSI 1/4"	KG	2.558
Acero Figurado 60000 PSI 1/2"	KG	2.331
Acero Figurado 60000 PSI 3/8"	KG	2.558
Acero Figurado 60000 PSI 5/8"	KG	2.331
Acero Figurado 60000 PSI 3/4"	KG	2.331
Acero Figurado 60000 PSI 7/8"	KG	2.331
Acero Figurado 60000 PSI 1"	KG	2.331
Acero Figurado 60000 PSI 1 1/8"	KG	2.331
Acero liso	kg	1.990
Acero SAE 1020 D=5/8"	ML	6.600
Acero SAE 1020 1/2"	ML	1.950
Acero SAE 1045 3/8 - 1/2"	ML	2.700
Acero SAE 1045 3/4"	ML	6.600
Acero SAE 1045 5/4"	ML	4.400
Acero SAE 1045 D=1,5" (para pasador maquina)	ML	70.000
Acetileno 25 Kg	bala	650
Acido Muriatico	gl	19.500
ACPM	gal	5.850
Aceite para motor	GL	56.000
Aceite Hidráulico	GL	63.000
Acritex pintuco	gln	45.000
Adhesivo Epóxico	M2	4.350
Adhesivo para Alfombras	GL	48.600
Adhesivo Toc5010 toxe ó Similar 3	KG	86.154
Aditivo de concreto	gl	1.000
Aditivo retraccion fraguado	kg	35.000
Adoquin de Gress	Un	1.150
Adaptador PVC-S	UN	2.950
Adaptador PVC-S 4"	UN	7.500
Adaptador macho PVC-P 4"	UN	85.171
Adaptador macho presión PVC-P 1"	UN	1.815
Adaptador macho presión PVC-P 1 1/2"	UN	4.475
Afiche Tamaño Medio Pliego A 4X0 Tinta en Propalcote 115GR -100 UN	UN	340.000
Agua para la obra	Litro	100
Alambre Galvanizado Calibre 10	KG	3.825
Alambre Galvanizado Calibre 12	kg	5.507
Alambre negro No 18	KG	3.810
Alquiler andamio tubular + planchones	DIA	3.500
Alquiler andamio Colgante	M	170.000
Alquiler cortadora de Pavimento	MES	450.000
Alquiler de equipo para impermeabilizar	mes	35.000
Alquiler formaleta	M2	10.000
Alquiler de Planchón	DIA	60
Alquiler equipo de motobomba	DIA	45.000
Alquiler Pluma	MES	350.000
Alquiler Minicargado	DIA	256.667
Alfombra Tipo Pesado	M2	135.000
Alumol 16 kilos	gl	76.588
Anclaje autoperforante 1/2"	UN	5.478
Anclaje epoxico 3/8" prof 0,07m	un	5.823
Anclaje de Cuña 1/2 x 2 x 3/4	UN	1.333

ELABORO: ING CARLOS A. ACOSTA

ILUSTRACIÓN 21 EJEMPLO LISTADO DE INSUMOS UTILIZADOS EN LOS APU'S.

- **Listados de Equipos:** Listados de los equipos utilizados en los análisis de precios unitarios, tomando como referencias listados de entidades de IDRD y cotizaciones anexas ver Ilustración 22**.**

OBRA DE MITIGACIÓN BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER - BOGOTÁ.

EQUIPOS		
ACTIVIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO
Andamio tubular stand (incluye tijeras)	HR	131
Alquiler Colombina	dia	236
Alquiler Cono Señalización	dia	236
Andamio tubular estandar con tijeras	mes	21.000
Autobomba para Concreto	M3	43.338
Apisonador Canguro Gasolia	dia	53.550
Bulldozer Cat D6D o D6H	HR	167.392
Camabaja	HR	173.919
Camiòn 350	HR	58.016
Camiòn irrigador asfalto	HR	93.934
Campero 1300 cc -1999 cc	HR	31.418
Campero 2000 cc -2999 cc	HR	6.700
Campero 3000 cc en adelante	HR	34.424
Carrotanque de Agua	HR	79.854
Cercha o viga metàlica 3.0 m	hr	29
Cilindro	Hr	1.000
Compactador Neumàtico Llanta	Hr	136.617
Compactador vibratorio o Benitin	Hr	41.749
Compresor 150 lbs cpm (1 Martillo Neum)	Hr	43.424
Compresor de capacidad 150 lbs	Hr	30.492
Compresor pintura 1 a 2 HP 100 lb	Hr	3.945
Compresor (barrido y soplado)	Hr	57.400
Cortadora concreto sin disco	Hr	8.238
Cortadora ladrillo sin disco	Hr	5.521
Cortadora ladrillo sin disco	Hr	1.737
cortadora de concreto con combustible	Hr	43.000
Diferencial electrico 2Tn con carrito de desplazamiento y cable de 30 mts	UN	3.580.000
Diferencial 3Tn con cadena crosby 10 m	Hr	2.543
Estructura Metálica Temporal para Transporte Vertical y Horizontal en Excavación Profundas con Capacidad 6ton,	UN	20.837.503
Equipo de Bombeo : Electrobom. Sumer 5HP	DÍA	13.125
Equipo de Oxicorte	Hr	6.000
Equipo de pintura con compresor	Hr	5.398
Equipo de perforación (TRACKDRILL)-subcontrato, potencia 40 HP, 2100 golpes / minuto	Hr	638.000

ELABORO: ING CARLOS A. ACOSTA

ILUSTRACIÓN 22 EJEMPLO LISTADO DE EQUIPOS UTILIZADOS EN LOS APU'S

- **<u>Análisis de precios Unitarios:</u>** Análisis de precios (APU) para cada actividad incluyendo el estudio particular de cada uno de los insumos que lo constituyen ver Ilustración 23.

OBRA DE MITIGACIÓN BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER - BOGOTÁ.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Item: 3.2.8 UNIDAD: M3

VIGA CABEZAL EN CONCRETO F'C 42 MPA PARA CAJAS DE DRENAJE TIPO No 1 y 2 H=0,50M, EL ACERO SE COBRA EN ITEM CORRESPONDIENTE.

I. EQUIPO

Descripción	Unidad	Rend.0 %	CANT*DESP	Valor-Unit.	Vr. Parcial
Herramientas y Equipo Menores (3%)	%	3,0000		203.615	6.108
Formaleta (1 uso)	m2	0,3161		42.892	13.556
Paral telescopio a 3.70 m	dia	12,0000		833	9.996
Cercha o viga metálica 3.0 m	hr	12,0000		29	348
Vibrador de concretos	Hr	1,4000		4.705	6.587
					-
				Sub-Total	36.596

II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio	Valor-Unit.	Vr. Parcial
Concreto de 6000 PSI	M3	1,0000	3%	474.215	488.441
Puntilla con cabeza 2"	LB	1,1500		3.800	4.370
Antisol Blanco (CURA) 20 Kilos	kg	0,2060	3%	4.522	959
					-
					-
				Sub-Total	493.771

III. TRANSPORTES

Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio	Valor-Unit.	Vr. Parcial
					-
					-
					-
				Sub-Total	-

IV. MANO DE OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	Vr. Parcial
CUADRILLA 1.	Hr	24.911	8,15000	203.028	203.028
Traslego m3 (2 Ayudantes) mayor 50,00mts	DIA	9.787	0,0600	587	587
				Sub-Total	203.615
				Total Costo Directo	733.982

ILUSTRACIÓN 23 EJEMPLO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIO

- **Análisis de precios Auxiliares y/o Anidados:** Análisis de precios (APU) auxiliares y/o Anidados para cada actividad incluyendo el estudio particular de cada uno de los insumos que lo constituyen ver ILUSTRACIÓN 24.

OBRA DE MITIGACIÓN BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER - BOGOTÁ.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Item: ANIDADO No1 **UNIDAD:** M3

Concreto 1:2:4 o 2500 Psi (Básico. 5% desperdicio)

I. EQUIPO

Descripción	Unidad	Rend.0 %	CANT+DESP	Valor-Unit.	Vr. Parcial
Herramientas y Equipo Menores (3%)	%	3,0000		110.752	3.323
Mezcladora de 9 ft	Hr	0,4800		5.411	2.597
				Sub-Total	5.920

II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio	Valor-Unit.	Vr. Parcial
Agua para la obra	Litro	178,5000		100	17.850
Arena de rio	M3	0,5040		47.000	23.688
Cemento gris	KG	315,0000		485	152.775
Gravilla de rio	M3	0,9975		55.600	55.461
				Sub-Total	249.774

III. TRANSPORTES

Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio	Valor-Unit.	Vr. Parcial
Volqueta (Viaje 6m3 Max 30 Km)	Vj	0,2503		108.153	27.065
				Sub-Total	27.065

IV. MANO DE OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	Vr. Parcial
CUADRILLA BÁSICA	Jr	247.990	0,44660	110.752	110.752
					-
				Sub-Total	110.752
			Total Costo Directo		393.511

ILUSTRACIÓN 24 EJEMPLO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIO AUXILIARES Y/O ANIDADOS.

15.2.5. Especificaciones Técnicas para Construcción.

Las especificaciones técnicas para construcción comprenden tres grandes temas claramente identificados.

El primero de ellos relacionado con el marco administrativo y técnico del contrato de construcción identificando normas, control de calidad, sistemas de construcción, componentes de costos, entre otros, VrGr.

- Las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente – NSR 10.
- Las cartillas y manuales del espacio público de Bogotá,
- El Código Colombiano de Estructuras Metálicas, norma Icontec 2001.
- El Sistema General de Riesgos Profesionales (Ley 100 de 1993) y el Decreto 1295 de 1994, el cual determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales el cual reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los PLANES DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL.
- Y en general, Las Normas Técnicas Colombianas NTC.

Incluye además las especificaciones para las actividades y materiales generales utilizados en el proyecto tales como movimientos de tierra, concretos aceros entre otros.

Finalmente **incluye las especificaciones particulares** haciendo una descripción para una de las actividades que conforman el formulario de precios y cantidades así:

- Código
- Descripción
- Alcance.
- Medida y forma de pago

El trabajo parte de consultar la documentación que pueda aportar la entidad y complementa aquellas actividades que no se encuentran identificadas en él**.**

INTEGRACIÓN DE INFORMES PREPARADOS POR OTROS ASESORES QUE COMPLEMENTAN EL TRABAJO NUESTRO

Los asesores técnicos del proyecto entregan cada uno de ellos documentos complementarios a este informe así:

- Cantidades de obra

- Análisis de precios unitarios
- Formulario de cantidades y precios
- Especificaciones técnicas para construcción para el tema específico.

15.2.6. Especificaciones Técnicas Especificas y Metodo constructivo.

Se realiza para cada ítem una especificación técnica con un marco de referencia que contenga ver Ilustración 25:

- Item.
- Descripción y alcance.
- Unidas de Medida.
- Descripción.
- Unidas de Medida.
- Procedimiento de Construcción.
- Toleracia para aceptación.
- Ensayos a realizar.
- Materiales.
- Equipos.
- Desperdicios.
- Referencias y otras especificaiones.
- Medida y forma de pago.
- No conformidad.

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCIÓN CAPITULO No. 1.2

1. ITEM No 1.2.3	**2.** Demolición de construcción existente, manual (incluye desmonte de cubierta, muros en bloque, ventanas, puertas, columnas, vigas aéreas, placa de piso, cimientos enterrados y retiro de material hasta 6 km).
3.UNIDAD DE MEDIDA	m2 – Metro Cuadrado

4. DESCRIPCIÓN

Este ítem comprende el Demolición de construcción existente, hasta encontrar el suelo portante para la nueva estructura, la actividad comprende retirar todo el concreto, acabados existentes y hasta encontrar el refuerzo de la estructura demolida para ser limpiados, dejar los niveles definido en los planos de diseño.

5. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

5.1 Se debe consultar los planos estructurales. Antes de empezar el trabajo de desmonte, EL CONSTRUCTOR adoptará las medidas de seguridad y preventivas necesarias según el tipo de trabajo, instalando señales, construyendo otras obras requeridas previas al desmonte y en general, realizará los trabajos minimizando la afectación a la comunidad y evitando daños a terceros o a la obra.

5.2 Se inicia con el Desmonte de cubiertas, redes hidráulicas y eléctricas, desmontes de puertas y ventanas.

5.3 Se debe almacenar el material producto de la demolición en un sitio de acopio determinado por la INTERVENTORÍA.

5.4 Coordinar el retiro de elementos que se encuentren en el sector a demoler (divisiones, elementos de oficina, muros de mampostería, etc.)

5.5 Establecer un programa de demoliciones para coordinación de desmontes de infraestructura en pisos y muros.

5.6 Se debe coordinar con la INTERVENTORIA para el almacenamiento de los elementos embebidos o cableado estructural para su reubicación.

6. TOLERANCIA PARA ACEPTACIÓN

Las contenidas en los planos estructurales.

7. ENSAYOS A REALIZAR

8. MATERIALES

9. EQUIPOS

9.1 Herramientas Menores (Puntero, Maceta. Pala, Carretilla, almádena, martillo. etc)

9.2 Compresor. Equipo de oxicorte, Retroexcavadora y Volqueta.

10. DESPERDICIOS			**11. MANO DE OBRA**		
incluidos	SI _X__	NO___	incluidos	SI _X__	NO__

12. REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES

Su gerencia por parte de la INTERVENTORIA

13. MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y se pagará por metro cuadrado (m2) de demolición de construcción existente debidamente y retirado al lugar de acopio determinado por la INTERVENTORIA. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato e incluye:

13.2 Equipos descriptos en el numeral 9.

13.3 Mano de Obra.

13.4 Trasiego del material al sitio de acopio dentro de la obra.

14. NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se consideran como, mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá atender las sugerencias de la interventoría a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del con trato.

ILUSTRACIÓN 25 EJEMPLO DE ESPECIFICACIONES TECNICAS ESPECIFICAS.

15.2.7. Programación de Obra.

El objeto del programa es definir el proceso constructivo y estimar el plazo de ejecución de la obra.

Para ello parte de la duración individual de cada una de las actividades y la interrelación entre ellas considerando aspectos ya mencionados como:

- Plazos generales de construcción.
- Metodologías de construcción.
- Sentidos de avance de acuerdo con las condiciones de acceso a la obra, y las prioridades objetivas de orden técnico y económico concertadas con la entidad contratante.
- Sectores.
- Frentes de trabajo.
- Precedencias obligadas.
- Condiciones especiales de suelos.
- Simultaneidad de las actividades.
- Materiales poco comunes.
- Elementos objeto de importación.
- Acceso al sitio de trabajo.
- Cantidades de obra básicas sectorizadas.

El programa de obra presentado en barras de Gantt, con identificación clara de la ruta crítica, incluye como conjunto de actividades preliminar, tareas relacionadas con la concertación de procesos técnicos y administrativos entre la entidad contratante y el contratista.

Luego las tareas de implantación, la conformación del terreno, la construcción detallada de las estructuras de contención, la ejecución de cajas profundas para posteriormente hacer la construcción de drenes y la ejecución posterior de las obras de paisajismo y el urbanismo.

El programa señala además, un análisis particular para cada uno de los centros de costo.

La consultoría establecio un plazo de construcción de 18 meses, que, si bien lo consideramos ajustado, en función de los parámetros antes enunciados, puede ser conseguido por empresas con experiencia y el tamaño adecuado.

15.3. PLANOS Y DISCREPANCIAS.

En el caso de existir diferencias entre las especificaciones y los planos, prevalecerán las indicaciones de las especificaciones.

Cuando existan discrepancias entre el plano técnico y el plano estructural, prevalecerán los planos técnicos cuando las diferencias sean de carácter técnico.

15.4. MATERIALES.

Todos los materiales aquí especificados se consideran nuevos y de primera calidad. Su aplicación y comportamiento, son de responsabilidad del Contratista presentarse a la interventoría o personal asignado al control de la construcción de las obras de Mitigación del riesgo en el Barrio La Gran Colombia, la póliza de estabilidad y calidad exigida en el contrato.

Donde se especifique un material o producto de fábrica por su nombre particular, debe entenderse siempre que se trata de una orientación al Contratista para adquirir la referencia de la calidad deseada, en ningún momento se pretende limitar el contrato a la marca o marcas nombradas; por lo tanto, podrá ser un producto o material similar aprobado por el grupo de profesionales asignados al control de la construcción de las obras de mitigación del riesgo en el Barrio La Gran Colombia.

Todos los materiales e ítems que se requieran para la ejecución de esta obra sin excepción deberán ser aprobados por el Interventor por medio de muestras acompañadas de sus correspondientes especificaciones y fichas técnicas.

El Contratista será el responsable del pago de regalías y patentes de los materiales suministrados.

15.5. ENSAYOS DE LABORATORIO.

El Interventor designado para hacer el seguimiento de la construcción de las obras de Mitigación del riesgo en el Barrio La Gran Colombia, podrá exigir en cualquier momento de la obra a su criterio, los ensayos de laboratorio aquí especificados, o los que estimen necesarios de acuerdo a las Normas Técnicas Colombinas NTC (exigidas por ICONTEC), o los paramentos internacionales para verificar la calidad de los elementos suministrados o instalados por el Contratista.

El costo de dichos ensayos, fuere cual fuere, será asumido por el Contratista dentro de sus gastos administrativos y no tendrá ninguna retribución por parte de la entidad referente a este concepto.

15.6. TOLERANCIAS.

Las desviaciones en pendientes, dimensiones o lineamientos de las diferentes estructuras, no podrán tener valores mayores que los indicados a continuación:

1. Variación en distancia entre ejes: En los ejes de las estructuras no se admitirá ninguna holgura y deben quedar localizadas como se indica en los planos.
2. Desviación de la verticalidad del Caisson, cajas drenantes u otro tipo de estructura afín: 3.0 milímetros, por exceso o por defecto en toda su longitud.
3. Tolerancia para bordes placas de las cajas drenantes, vigas, juntas horizontales y en general todo tipo de estructuras similares: 3.0 milímetros en toda su longitud, por exceso o por defecto.
4. Tolerancia de nivelación u horizontalidad de placas: Usando una regla de tres metros de longitud colocada en cualquier dirección sobre la placa, andén o pavimentos no deberán presentar diferencias mayores de más de 3 milímetros.
5. Tolerancia de acabados en obrasde paisajismo: No se permitirá una desviación mayor a 2 mm en toda la superficie.
6. Tolerancias definidas en las especificaciones particulares. Estas tolerancias deberán respetarse en todo momento si no van en contraposición de las anteriormente descritas.

15.7. NORMATIVIDAD.

Todas las especificaciones, al igual que la normatividad técnica constructiva nacional e internacional, si no se contradicen, serán exigidas por el personal profesional designado para el control de la construcción de las obras de Mitigación del riesgo en el Barrio La Gran Colombia.

En caso de que haya contradicción entre la norma nacional y la especificación general prevalecerá la norma nacional.

En el caso de que haya contradicción entre la norma internacional con la norma nacional, primará la norma nacional.

En el caso de que haya contradicción entre la especificación general con la especificación particular, primarán los aspectos señalados en la especificación particular, si ésta no va en detrimento de los parámetros técnicos señalados en la especificación general.

En el caso de existir diferencias entre las especificaciones y los planos prevalecerá las indicaciones de las especificaciones.

El Interventor será la primera persona que dirimirá cualquier inconsistencia; si él no pudiere solucionarlas, se recurrirá al supervisor de la entidad – IDEGER en cargado de la dirección del contrato de la construcción de las obras de Mitigación del riesgo en el Barrio La Gran Colombia el cual definirá los parámetros a seguir.

Cualquier modificación o aclaración a la especificación deberá ser hecha por escrito en la bitácora debidamente avalada por el Interventor.

15.8. SEGURIDAD INDUSTRIAL.

El Contratista acatará las disposiciones legales vigentes relacionadas con la seguridad del personal que labora en las obras y del público que directa o indirectamente pueda afectarse por la ejecución de las mismas, acatando la resolución 02413 del 22 de mayo de 1979 del Ministerio del trabajo y seguridad social, por el cual se dicta el reglamento de higiene y seguridad para la industria de la construcción y sus decretos reglamentario y complementarios.

15.9. MEDIDAS, CUANTIFICACIÓNES Y PAGO.

El Interventor medirá físicamente en obra y en presencia del Contratista todas las labores realmente ejecutadas, siempre y cuando el Interventor las haya recibido a total satisfacción, es decir que cumpla con cada una de las características que se señalan en las especificaciones, planos, detalles y normatividades, además de las directrices que se enmarcan en el contrato.

La unidad de medida será la estipulada en la especificación; solamente sí en el presupuesto explícitamente se hace referencia a una unidad de pago diferente, predominará la descrita en este último.

El uso de esta unidad será de carácter obligatorio en todos los procesos de cuantificación, presupuesto, contratación y liquidación. De igual forma se deberá

cumplir con todas aquellas actividades implícitas en la realización de cada ítem del presupuesto que se especifiquen en el presente Informe de Especificaciones.

15.10. NIVEL DE PRECIOS.

Una de las actividades principales fue el investigar a nivel local el nivel de precios y costos de insumos vigentes para la ejecución de obras civiles, consultando base de datos de entidades públicas como IDRD, INVIAS y publicaciones especializadas –CONSTRUDATA.

Los insumos de los ítems especiales que no se encontraron en la base de datos de las entidades públicas referenciadas, fueron soportados mediante cotizaciones y fichas técnicas del fabricante.

15.11. PRECIOS UNITARIOS.

En los anexos del presente documento se adjuntan los registros de los análisis de precios unitarios como costo directo, elaborados de acuerdo a la especificación técnica correspondiente, teniendo en cuenta la complejidad de la actividad, la metodología de construcción, los rendimientos de las cuadrillas de personal y maquinaria y el nivel de referencia del precio en el mercado.

Además de los precios de los insumos evaluados como se comentó anteriormente, los rendimientos aplicados a cada actividad, se han tomado de la base de datos de esta Consultoría para proyectos similares, así como de publicaciones técnicas especializadas al respecto.

En los análisis se ha establecido un nivel de desperdicio del 2% al 5.0 % para algunos insumos como: agregados, aceros, materiales de relleno, etc., donde la metodología constructiva, el tipo de equipo, la formaleta y el tipo de corte hace difícil su control.

15.12. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN A REALIZAR.

La descripción de las obras de mitigación del riego en el Barrio La gran Colombia, tanto de desde el punto de vista Geotecnico, estructural y paisajístico, teniendo en cuenta los aspectos físicos, ambientales en el área de influencia, sin afectar las edificaciones existentes. Las obras a desarrolar las podemos ver en le presente documento en los siguientes capítulos:

I. <u>OBRAS GEOTECNICAS (Item 14.1)</u>:

- **pilas-caisso:** Se propone una estructura de contención por el costado norte del área de estudio en el barrio la Gran Colombia consistente en un grupo de pilas pre-excavadas de concreto de 2.0m de diámetro y profundidad variable entre 12 y 24m. Estos pilotes estarán distanciados entre ejes cada 6.0m y unidos en grupos de tres (3) mediante viga de amarre.

- **Cajas drenantes:** Para el control de agua profunda en el sitio de estudio se requiere la construcción de siete (7) cajas entre 8 y 14.0m de profundidad en donde se instalarán drenes de penetración y se instalará tubería de drenaje mediante sistema PHD. Las cajas drenantes 1 a 4 tienen dimensiones en planta de 4 x 4 m y las cajas drenantes 5, 6 y 7 dimensiones en planta de 4 m x 9 m.
- **sistemas de drenaje profundo-drenes horizontales:** Para el control de drenaje profundo se propone la instalación de drenes de penetración horizontal de 40.0 m de longitud. Para la instalación de los drenes se requiere de la excavación de cajas de drenaje desde 8.0m hasta 14 m de profundidad ubicados en la parte posterior de la pantalla de pilotes. En la parte baja de cada caja de recolección se instalarán tres (3) drenes de penetración horizontal hasta 40.0m de longitud distribuidos en forma de abanico atravesando hasta el estrato permeable del depósito aluvio-torrencial. Se proponen en total siete (7) cajas de drenaje.

- **sistemas de perforación dirigida:** Se propone la instalación de tubería de drenaje mediante sistema PHD en los sitios definidos en sobre las cajas drenantes de captación y puntos de entrega sobre el talud norte. El sistema PHD se recomienda para la instalación de tubería en tramos donde no es viable una solución de excavación por la presencia de obras de infraestructura cercanas y la profundidad de excavación superior a 4.0m. En estos sitios se deberá instalar tubería de PVC.

II. OBRAS DE ESTRUCTURAS EN CONCRETO Y ACERO (Item 14.3): Corresponde a las obras de mitigación donde se distinguen los siguientes elementos:

- ✓ Pilas pre-excavadas tipo caisson y vigas de amarre.
- ✓ Cajas drenantes.

- ✓ Estructuras de entrega y cajas de recolección

III. OBRAS DE PAISAJISMO (Item 14.6): La ubicación estratégica de los diseños paisajísticos con relación al río Fucha y los cerros orientales, determina las características en cuanto a las funciones ecológicas, ambientales, por lo tanto, las especies que incorpora la propuesta contempla y priorizará el uso de especies nativas que promuevan mayor biodiversidad, mejora de la calidad del suelo y conservación de fuentes hídricas. En este contexto se contemplan las siguientes actividades dentro de los diseños paisajísticos:

- ✓ Implementación de arborización en talud derivada de la compensación por tala e interferencia de las obras.
- ✓ Diseño paisajístico que incluya el mejoramiento de las obras entre las vigas propuestas y en las áreas contiguas a las tapas de las cajas drenantes como áreas de zonas lúdicas y espacio público, bajo el mismo lineamiento se propone el diseño de las cajas de inspección ubicadas dentro del barrio en las que se adecuan los espacios como mejor calidad y condiciones para el aprovechamiento de la comunidad

15.13. PROGRAMACIÓN DE OBRA Y PRESUPUESTO.

La programación de obra se presenta dentro del informe de presupuesto en el Anexo 6 y contempla 18 meses de ejecución de actividades.

15.13.1. Costos de Obras de Mitigación del Riesgo.

El presupuesto con las demoliciones parciales, obras geotécnica, Hidráulicas, estructurales y de Paisajismo propouestas en los diseños es de **$ 11.764.929.577,00, costos directos** y que de forma discriminada por capítulos seria de acuerdo a los anexos y en la TABLA 120.

TABLA 120 RESUMEN PRESUPUESTO DE OBRAD DE MITIGACIÓN DEL RIESGO.

CANTIDAD Y PRESUPUESTO POR ITEMS DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER

ITEM	RESUMEN POR CAPÍTULO OBRAS DE DE MITIGACIÓN EN EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA	Costo directo	Incidencia por Capitulo
1	PRELIMINARES :(Inc. Preliminares,Localización,Replanteo manual,Demoliciones y Desmontes)	666.502.025,00	5,67%
2	ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN PARA MITIGAR EL RIESGO	5.666.497.398,00	48,16%
3	OBRAS GEOTECNICAS	4.925.088.980,00	41,86%
4	RED ALCANTARILLADO	96.719.337,00	0,82%
5	OBRAS DE RECUPERACIÓN Y PAISAJISMO	410.121.837,00	3,49%
VALOR TOTAL OBRA		**11.764.929.577,00**	**100%**
	Administración Constructor	17,53%	2.061.854.223,57
	Imprevistos	7,00%	823.545.070,39
	Utilidad	5,00%	588.246.478,85
	IVA (19% sobre las utilidades)	19,00%	111.766.830,98
VALOR TOTAL OBRA			**15.350.342.180,79**

15.13.1. Costos Gestión SISO.

El presupuesto atener en cuenta en las actividades de seguridad industrial en el proyecto de las obras de mitigación del riesgo arroja un valor costos directos de **$ 174.270.090,oo** que de forma discriminada por capítulos sería de acuerdo a Tabla 121.

TABLA 121 RESUMEN PRESUPUESTO DE GESTIÓN SISO.

CANTIDAD Y PRESUPUESTO POR ITEMS GESTION SISO EN OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER

OBRA DE MITIGACIÓN BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER - BOGOTÁ.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
6	GESTIÓN SISOMA				$ 174.270.090,00
6.1	SISOMA				
6,1,1	PERSONAL DE BRIGADA Y ASEO (INCLUYE HERRAMIENTA MENOR),	H/M	18,00	4.500.682,85	81.012.291
6,1,2	CANECA PLASTICA NEGRA DE 55 GALONES CON TAPA PLANA,	UN	12,00	26.950,44	323.405
6,1,3	PUNTO DE ACOPIO DE MATERIAL O ESCOMBROS (INCLUYE INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO Y DESINSTALACIÓN EL ACOPIO ES DE FORMA CUADRADA CADA LADO 2,50MTS CAPACIDAD APROXIMADA 6M3)	UN	3,00	158.570,25	475.711
6,1,4	PROTECCIÓN A SUMIDEROS (INCLUYE SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE BOLSAS DE LONA Y GEOTEXTIL NT 1600 O SIMILAR).	UN/MES	144,00	39.594,01	5.701.537
6,1,5	BAÑO TIPO LUXURE - ALQUILER MANTENIMIENTO Y ASEO DE BAÑOS PORTÁTILES VIP. MENSUAL	UN/MES	54,00	1.492.743,98	80.608.175
6,1,6	PLAFONADO DE POZOS. (INCLUYE SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PUNTILLAS, TABLA BURRA DE 2,90 X 0,28 X 0,025M, CINTA DE SEÑALIZACIÓN CALIBRE 4 ROLLO 500 X0,10M Y SEÑALIZACIÓN TUBULAR COLOMBINA PLÁSTICA).	UN	2,00	167.308,38	334.617
6,1,7	ALQUILER KIT DE EMERGENCIA (INCLUYE EXTINTOR DE 5 LB, CAMILLA PLÁSTICA PRIMEROS AUXILIOS, INMOVILIZADOR CABEZA, CONO DE H= 1MTS Y BOTIQUÍN	UN/MES	36,00	26.260,67	945.384
6,1,8	ALQUILER ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL BÁSICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN, CUADRILLAS 5 PERSONAS (PARA PERSONAL OPERATIVO DE LOS FRENTES DE OBRA)	UN/MES	90,00	13.544,11	1.218.970
6,1,9	EXAMEN MÉDICO OCUPACIONAL DE INGRESO O RETIRO,	UN	50,00	25.000,00	1.250.000
6,1,10	EXAMEN DE AUDIOMETRÍA DE INGRESO O EGRESO.	UN	50,00	18.000,00	900.000
6,1,11	EXAMEN DE OPTOMETRÍA DE INGRESO O EGRESO.	UN	50,00	15.000,00	750.000
6,1,12	EXAMEN DE ESPIROMETRÍA DE INGRESO O EGRESO.	UN	50,00	15.000,00	750.000
SUB TOTAL COSTO DIRECTO					**$ 174.270.090,00**
ADMINISTRACION				17,52%	$ 30.534.561
IMPREVISTOS				7%	$ 12.198.906
UTILIDAD				5%	$ 8.713.505
IVA SOBRE UTILIDAD				19%	$ 1.655.566
VALOR TOTAL					**$ 227.372.628**

15.13.2. Costos Gestión Plan de Manejo del Transito.

El presupuesto atener en cuenta en las actividades de PMT en el proyecto de las obras de mitigación del riesgo arroja un valor de costos directos de **$ 160.235.196,00** que de forma discriminada por capítulos sería de acuerdo a la TABLA 122.

TABLA 122 RESUMEN PRESUPUESTO GESTIÓN DEL PMT

CANTIDAD Y PRESUPUESTO POR ITEMS GESTION PMT EN OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER					
OBRA DE MITIGACIÓN BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER - BOGOTÁ.					
ITEM	**DESCRIPCION**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**VR. UNITARIO**	**VR. TOTAL**
7	GESTIÓN PMT				$ 160.235.196,00
7.1	PMT				
7,1,1	BARRICADA METÁLICA C-20 CON TRES BANDEJAS DE 23CM X 150CM.(ALQUILER INCLUYE TABLERO DE 60CM DE DIÁMETRO " DESVÍO " REFLECTIVO GRADO INGENIERÍA COMERCIAL SUMINISTRO E INSTALACIÓN Y TRASLADO INTERNO EN OBRA.	UN/MES	108,00	14.247,00	1.538.676
7,1,2	ALQUILER SEÑAL VERTICAL (75 X 75 cm) (INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN)	UN/MES	432,00	26.090,28	11.271.000
7,1,3	BANDERERO (INCLUYE ALQUILER DE PALETA PARES - SIGA EN POLIETILENO)	H/MES	90,00	499.016,85	44.911.517
7,1,4	CERRAMIENTO TIPO 3: CONSTA DE SEÑALIZADORES TUBULARES PLÁSTICOS NORMA MINISTERIO DE TRANSPORTE, ENTRE SEÑALIZADORES DEBE DISPONER TRIPLE CINTA DE DEMARCACIÓN DE PELIGRO, CALIBRE 4, CON FRANJAS AMARILLAS Y NEGRAS Y CON EL TEXTO "PELIGRO". SEPARACIÓN ENTRE SEÑALIZADORES DE MÁXIMO DOS (2) METROS,	ML/MES	5.040,00	20.340,08	102.514.003
SUB TOTAL COSTO DIRECTO					**$ 160.235.196,00**
ADMINISTRACION				17,52%	$ 28.075.451
IMPREVISTOS				7%	$ 11.216.464
UTILIDAD				5%	$ 8.011.760
IVA SOBRE UTILIDAD				19%	$ 1.522.234
VALOR TOTAL					**$ 209.061.105**

15.13.3. Costos Gestión Social.

El presupuesto atener en cuenta en las actividades de Gestion Social en el proyecto de las obras de mitigación del riesgo arroja un valor de costos directos de $ **7.973.600,00,** que de forma discriminada por capítulos sería de acuerdo a la TABLA 123.

TABLA 123 RESUMEN PRESUPUESTO GESTIÓN SOCIAL.

CANTIDAD Y PRESUPUESTO POR ITEMS GESTION SOCIAL EN OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER					
OBRA DE MITIGACIÓN BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER - BOGOTÁ.					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
8	GESTIÓN SOCIAL				$ 7.973.600,00
8.1	SOCIAL				
8,1,1	VOLANTE TAMAÑO CARTA POLICROMÍA DE 114 GR.	UN	300,00	1.537,00	461.100
8,1,2	VOLANTE TAMAÑO 1/2 CARTA POLICROMIA DE 115 GR.	UN	300,00	1.088,50	326.550
8,1,3	AFICHE TAMAÑO MEDIO PLIEGO A 4X0 TINTAS EN PROPALCOTE DE 115 GR.	UN	30,00	5.497,00	164.910
8,1,4	PLEGABLE 22 X 28 CM EN PROPALCOTE 150GR 4X4 TINTA GRAFADO Y PLEGABLE A 2 CUERPOS	UN	30,00	6.450,00	193.500
8,1,5	ALQUILER DE VIDEO BEEM (INCLUYE TRANSPORTE, INSTALACIÓN Y DESMONTE).	UN/MES	18,00	129.389,00	2.329.002
8,1,6	LEVANTAMIENTO DE ACTAS DE VENCINDAD (INCLUYE PERSONAL, LOGÍSTICA, PAPELERÍA, FOTOGRAFÍA Y VIDEO),	UN	125,00	35.988,30	4.498.538
SUB TOTAL COSTO DIRECTO					$ 7.973.600,00
ADMINISTRACION				17,52%	$ 1.397.086
IMPREVISTOS				7%	$ 558.152
UTILIDAD				5%	$ 398.680
IVA SOBRE UTILIDAD				19%	$ 75.749
VALOR TOTAL					$ 10.403.267

15.13.4. Costos Gestión Obras Forestal.

El presupuesto atener en cuenta en las actividades de las obras para las actividads Forestal arroja un valor costos directos de **$ 31.772.765,00,** que de forma discriminada por capítulos sería de acuerdo a la FIGURA 124.

TABLA 124 RESUMEN PRESUPUESTO GESTIÓN FORESTAL.

CANTIDAD Y PRESUPUESTO POR ITEMS GESTION FORESTAL EN OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER					
OBRA DE MITIGACIÓN BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER - BOGOTÁ.					
9	GESTIÓN FORESTAL				$ 31.772.765,00
9.1	FORESTAL				
9,1,1	VALOR IVP POR TALA DE INDIVIDUOS VEGETALES INCLUIDOS EN EL MANUAL DE SILVICULTURA URBANA CON ALTURA MAYOR 5MTS SEGÚN RESOLUCIÓN 7132 DE 30/12/2011 DE LA SDA.	UN	8,00	779.421,35	6.235.371
9,1,2	VALOR IVP POR TALA DE INDIVIDUOS VEGETALES INCLUIDOS EN EL MANUAL DE SILVICULTURA URBANA CON ALTURA MENOR 5MTS SEGÚN RESOLUCIÓN 7132 DE 30/12/2011 DE LA SDA.	UN	33,00	586.842,11	19.365.790
9,1,3	PROTECCIÓN A ÁRBOLES (INCLUYE SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE DURMIENTES DE 2,9M X 0,04M X 0,04M Y POLISOMBRA AL 4% DE TAL MANERA QUE GARANTICE LA PROTECCIÓN AL INDIVIDUO VEGETAL.	UN	11,00	61.654,77	678.202
9,1,4	TALA DE ÁRBOL A RAS DE SUELO Y RETIRO DE LOS DESECHOS PRODUCTO DE LA TALA , CON ALTURA MAYOR 5MTS,	UN	5,00	512.742,73	2.563.714
9,1,5	TALA DE ÁRBOL A RAS DE SUELO Y RETIRO DE LOS DESECHOS PRODUCTO DE LA TALA , CON ALTURA MENOR 5MTS,	UN	7,00	418.526,87	2.929.688
SUB TOTAL COSTO DIRECTO					$ 31.772.765,00
ADMINISTRACION				17,53%	$ 5.568.313
IMPREVISTOS				7%	$ 2.224.094
UTILIDAD				5%	$ 1.588.638
IVA SOBRE UTILIDAD				19%	$ 301.841
VALOR TOTAL					$ 41.455.651

15.14. RESUMEN DEL PRESUPUESTO GENERAL PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN DEL "BARRIO LA GRAN COLOMBIA".

El presupuesto general de Obra incluidas las gestión de SISO, PMT, SOCIAL y FORESTAL para realizar las obras de mitigación y estabilización del **Barrio La Gran Colombia**, de forma discriminada por cada formulario presupuesta es de **$ 15.838.648.624,00,** TABLA 125.

TABLA 125 RESUMEN PRESUPUESTO DE OBRA GENERAL (Incluye: Gestión SISO, Gestión PMT, Gestión SOCIAL, Gestión Forestal). CONTRATO 410-2019

CANTIDAD Y PRESUPUESTO POR ITEMS DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER

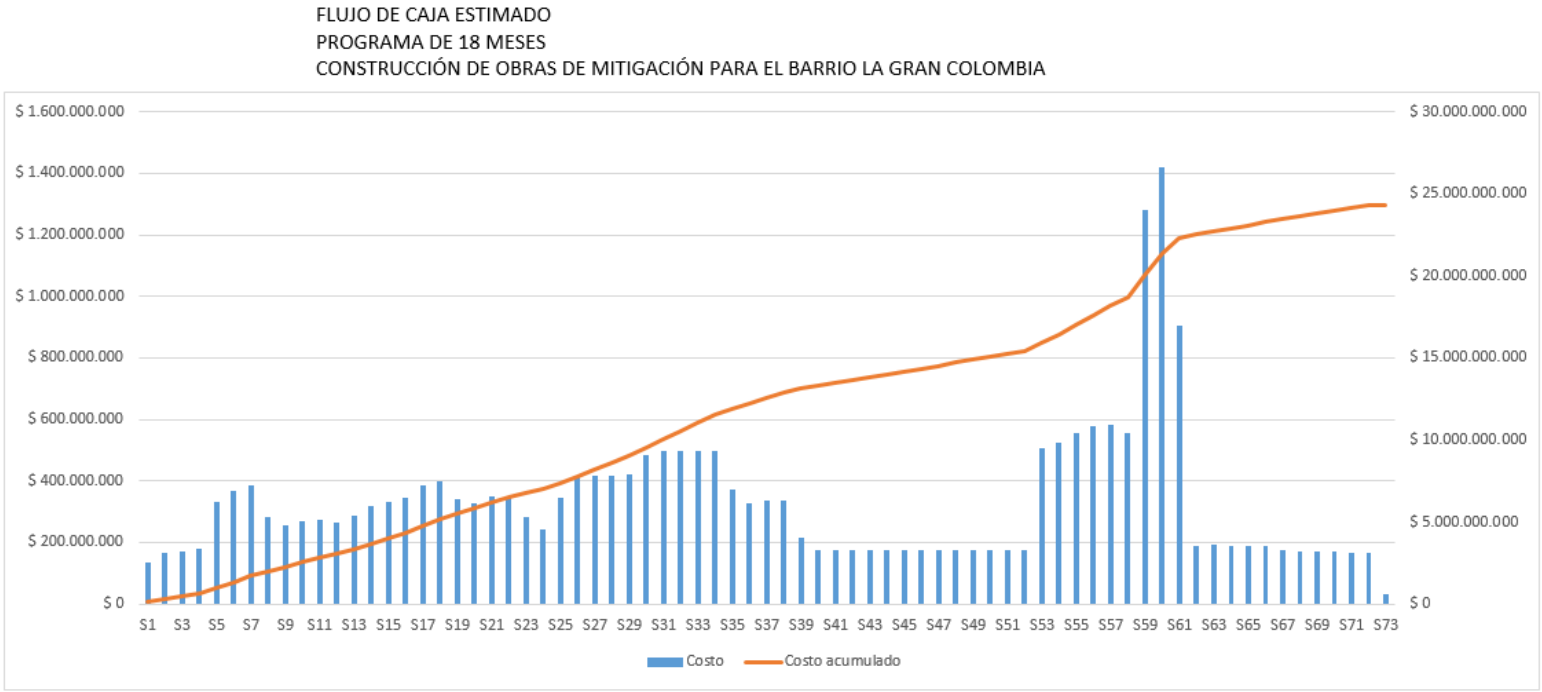
ITEM	RESUMEN PRESUPUESTO DE OBRA GENERAL (INCLUYE: GESTIÓN SISO, GESTIÓN PMT, GESTIÓN SOCIAL, GESTIÓN FORESTAL). CONTRATO 410-2019	Costo directo	Incidencia por Capitulo
1	CANTIDAD Y PRESUPUESTO POR ITEMS DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER	15.350.342.181,00	96,92%
2	CANTIDAD Y PRESUPUESTO POR ITEMS GESTION SISO EN OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER	227.379.646,00	1,44%
3	CANTIDAD Y PRESUPUESTO POR ITEMS GESTION PMT EN OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER	209.067.557,00	1,32%
4	CANTIDAD Y PRESUPUESTO POR ITEMS GESTION SOCIAL EN OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER	10.403.589,00	0,07%
5	CANTIDAD Y PRESUPUESTO POR ITEMS GESTION FORESTAL EN OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA - IDIGER	41.455.651,00	0,26%
			0,00%
VALOR TOTAL OBRA		**15.838.648.624,00**	**100%**

15.15. FLUJO DE CAJA PARA EL PROYECTO DE OBRAS DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN DEL "BARRIO LA GRAN COLOMBIA".

El presupuesto general de Obra incluidas las gestión de SISO, PMT, SOCIAL y FORESTAL para realizar las obras de mitigación y estabilización del **Barrio La Gran Colombia**, de forma discriminada por semanas es el reflejado en la TABLA 126

TABLA 126 FLUJO DE CAJA OBRA DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN DEL BARRIO GRAN COLOMBIA.

FLUJO DE CAJA



15.16. PROFESIONALES RECOMENDADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN DEL RIEGO.

Dado que el nivel de intervención es alto se recomienda utilizar las siguientes calidades de profesionales con el ánimo de garantizar la calidad de la obra, es importante cumplir estos requerimientos para no tener inconvenientes dado que se trata de una obra de mitigación del riesgo donde se realizaran, obras de excavación profundas y utilización de equipos especializados y en algunas ocasiones es necesario tener la residencia de obras de un grupo de profesionales especializados en diversas áreas para la ejecución de obras de este tipo.

PARA LA OBRA

RESIDENTE DIRECTOR DE OBRA: Ingeniero civil con estudios de postgrado en estructuras y/o Geotecnia y experiencia en construcción de obras de mitigación del riesgo, de al menos 10 años. Dedicación 25%.

RESIDENTE DE OBRA: ingeniero civil con experiencia en construcción de obras de mitigación del riesgo de al menos 5 años, dedicación 100%.

ARQUITECTO PAISAJISTICO: Arquitecto con experiencia en construcción de obras de paisajismo de al menos 5 años, dedicación 25%.

RESIDENTE TECNÓLOGO SISO: tecnólogo en seguridad industrial con una experiencia mínima de 3 años en obras de construcción. Dedicación 100%

OTROS ESPECIALISTAS COMO ASESORES EN OBRA:

- ✓ Ingeniero hidráulico con experiencia en redes de alacantarillado de al menos 5 años, dedicación 15%.
- ✓ Ingeniero Forestal con experiencia de al menos 5 años, dedicación 15%.
- ✓ Ingeniero Catastral con experiencia en redes de alacantarillado de al menos 5 años, dedicación 15%.
- ✓ Ingeniero de Tránsito y Transporte con experiencia en redes de alacantarillado de al menos 5 años, dedicación 15%.
- ✓ Especialista Trabajo Social con experiencia en redes de alacantarillado de al menos 5 años, dedicación 15%.

PARA LA INTERVENTORÍA

RESIDENTE DIRECTOR DE INTERVENTORÍA: Ingeniero civil con estudios de postgrado en estructuras y/o Geotecnia y experiencia en construcción de obras de mitigación del riesgo, de al menos 10 años. Dedicación 25%.

INGENIERO RESIDENTE: ingeniero civil con experiencia en construcción de obras de mitigación del riesgo de al menos 5 años, dedicación 100%.

OTROS ESPECIALISTAS COMO ASESORES EN OBRA:

- ✓ Ingeniero hidráulico con experiencia en redes de alacantarillado de al menos 5 años, dedicación 15%.
- ✓ Ingeniero Forestal con experiencia de al menos 5 años, dedicación 15%.
- ✓ Ingeniero Catastral con experiencia en redes de alacantarillado de al menos 5 años, dedicación 15%.
- ✓ Ingeniero de Tránsito y Transporte con experiencia en redes de alcantarillado de al menos 5 años, dedicación 15%.
- ✓ Especialista Trabajo Social con experiencia en redes de alacantarillado de al menos 5 años, dedicación 15%

INSPECTOR SISO: Tecnólogo en seguridad industrial con experiencia en obra de al menos 5 años

16. FORMULACIÓN DE PLANES (Sociales, Ambiental, Transito, Inventario Forestal y Trámites de POC).

16.1. ÁREA DE GESTIÓN SOCIAL -CONSULTORIA

16.1.1. Introducción

Durante la etapa de consultoría se ejecutó un plan de gestión social que incluyó, todas las actividades sociales correspondientes a esta etapa de lo contractualmente establecido en el contrato 410 de 2019 entre el INSTITUTO DISTRITAL DE GESTION DE RIESGO Y CAMBIO CLIMATICO (IDIGER) y el Consorcio T &T y cuyo objeto es "ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL. El propósito principal del área de gestión social de la firma Contratista, fue dar cumplimiento a los objetivos propuestos por la entidad contratante ejecutando actividades que promovieron canales de comunicación activos y de doble vía entre la comunidad circunvecina del barrio La gran Colombia, integrada por los líderes y organizaciones comunitarias y la firma Contratista, lo anterior con el fin de proporcionar información clara veraz y oportuna acerca de las actividades de consultoría que se ejecutarán a través de este contrato.

De acuerdo a lo anterior, el área de gestión social ofreció espacios de interacción en los cuales se brindó información clara, veraz y oportuna frente a las peticiones, quejas, reclamos y/o sugerencias (PQRS) interpuestas por la comunidad cercana, se aclara que durante la ejecución de la consultoría no se interpusieron quejas o reclamos por parte de la comunidad, las preguntas referentes frente al contrato se aclararon en las reuniones efectuadas con la comunidad.

Dentro del alcance de la etapa de consultoría se encuentra el diseño de un documento que contenga un directorio de líderes sociales y un plan de gestión social para la etapa de construcción del proyecto, de acuerdo a los resultados de los estudios técnicos y en concordancia con la alternativa constructiva elegida se elaboró un plan de gestión social encaminado a minimizar los impactos que se puedan ocasionar durante la ejecución de la obra, aproximadamente en 10 meses.

16.1.2. Objetivos

16.1.2.1 Objetivo General

Elaborar el plan de gestión social en la etapa de estudios y diseños del contrato No. 410 de 2019 suscrito entre el INSTITUTO DISTRITAL DE GESTION DE RIESGO Y CAMBIO CLIMATICO (IDIGER) y el Consorcio T &T y cuyo objeto es "ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, con el fin de plantear y desarrollar estrategias de intervención que permitan la ejecución del proyecto con la participación activa de la comunidad.

16.1.2.1. Objetivos Específicos

- ✓ Brindar información clara, veraz y oportuna acerca del proyecto a la comunidad por medio de reuniones informativas de socialización, inicio, avance y finalización.

- ✓ Atender oportunamente las peticiones, quejas, reclamos y/o sugerencias (PQRS) interpuestas por la comunidad frente al proyecto y/o entes institucionales, por medio de los canales dispuestos para la comunicación.

A continuación, se mencionan las actividades de gestión social adelantadas durante la etapa de consultoría:

16.1.3. Gestión Social en la Etapa de Estudios y Diseños.

16.1.3.1. Actividades Ejecutadas en la Etapa de Consultoría.

16.1.3.1.1. Programa de Divulgación a la comunidad.

Convocatorias para reuniones con la comunidad:

Con el fin de ejecutar, reuniones con la comunidad durante la ejecución de la consultoría se llevaron a cabo tres (3) tres convocatorias con la comunidad así:

1.- Se llevó a cabo mediante la voz a voz con los representantes de la Junta de Acción Comunal del Barrio La Gran Colombia.

2.- La segunda convocatoria se llevó a cabo el día 10 de octubre de 2019

3.- La tercera convocatoria se llevó a cabo el día 17 de noviembre de 2019



Contacto con el presidente de la Junta de Acción Comunal barrio La Gran Colombia



Convocatoria para reunión de inicio de consultoría

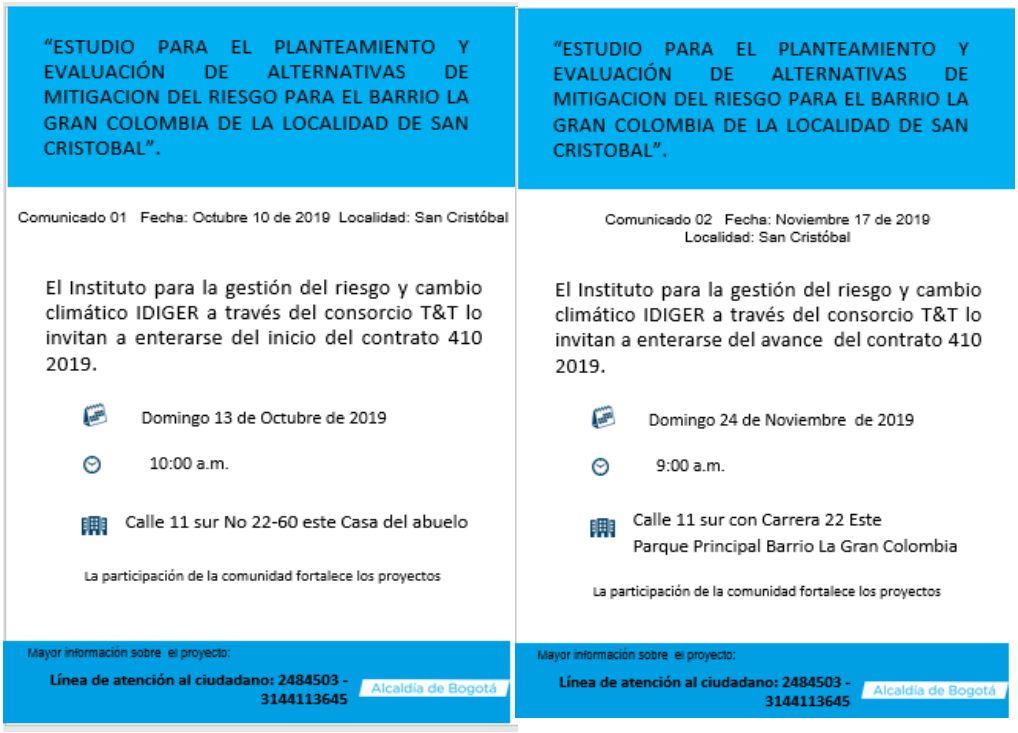


ILUSTRACIÓN 26 PIEZAS DE DIVULGACIÓN UTILIZADAS PARA CONVOCATORIA PARA REUNIONES DE INFORMATIVAS

16.1.3.1.2. Programa de Información a la comunidad.

Reuniones Informativas con la comunidad:

El día 28 de septiembre de 2019 el consultor llevó a cabo un primer acercamiento con los miembros de la Junta de Acción Comunal del barrio La Gran Colombia, en ella el área técnica de la consultoría éxplico a los asistentes los principales aspectos del contrato de consultoría, fechas de inicio y labores de estudios que se llevaran a cabo en campo. Se acordó realizar una reunión con demás miembros de la comunidad para compartir dicha información con los demás residentes del barrio.

 Socialización con los miembros de la Junta de Acción Comunal Barrio Gran Colombia	 Socialización con los miembros de la Junta de Acción Comunal Barrio Gran Colombia

El día 13 de Octubre de 2020, en las instalaciones de la casa del abuelo a las 9:00 a.m., se llevó a cabo reunión con la comunidad del sector la Gran Colombia, en este espacio informativo se dio a conocer a los asistentes a la reunión las características del contrato de consultoría que iniciaría, sus objetivos y alcances, en este espacio la comunidad ínformo a los miembros de la consultoría de algunos antecedentes de estudios realizados por algunas entidades del distrito en este sector, información valiosa que fue incorporada dentro de esta consultoría, de igual manera se atendieron las inquietudes de la comunidad y se solicitó a los asistentes el acompañamiento de los miembros de la consultoría que realizarían labores de campo.

Teniendo en cuenta que ésta reunión no asistió la mayoría de los residentes y por solicitud del presidente de la JAC y demás asistentes se solicitó la realización de una nueva reunión informativa.



Reunión informativa de inicio de consultoría



Reunión informativa de inicio de consultoría

El 24 de Noviembre de 2019 se llevó a cabo una reunión informativa, de acuerdo a lo solicitado por la comunidad en reunión llevada a cabo el día 13 de Octubre, a esta reunión asistió gran parte de los miembros de los residentes del barrio la Gran Colombia, en este espacio informativo se dio a conocer a los asistentes las características del contrato de consultoría objetivos y alcances, se atendieron las inquietudes de la comunidad y como compromiso final se estableció que una vez fueran aprobados los estudios de la consultoría se socializarían con la comunida.



Reunión informativa de consultoría



Reunión informativa de consultoría

En la Ilustración 27 se expone la presentación utilizada con la comunidad en la que se incluyeron los siguientes aspectos: Generalidades de la consultoría, Objetivos del proyecto, Localización del proyecto, Descripción de proyecto (diferentes áreas de estudios), presentación de las áreas que incluyen los estudios, presentación del plan de gestión social que se ejecutará en la etapa de consultoría.

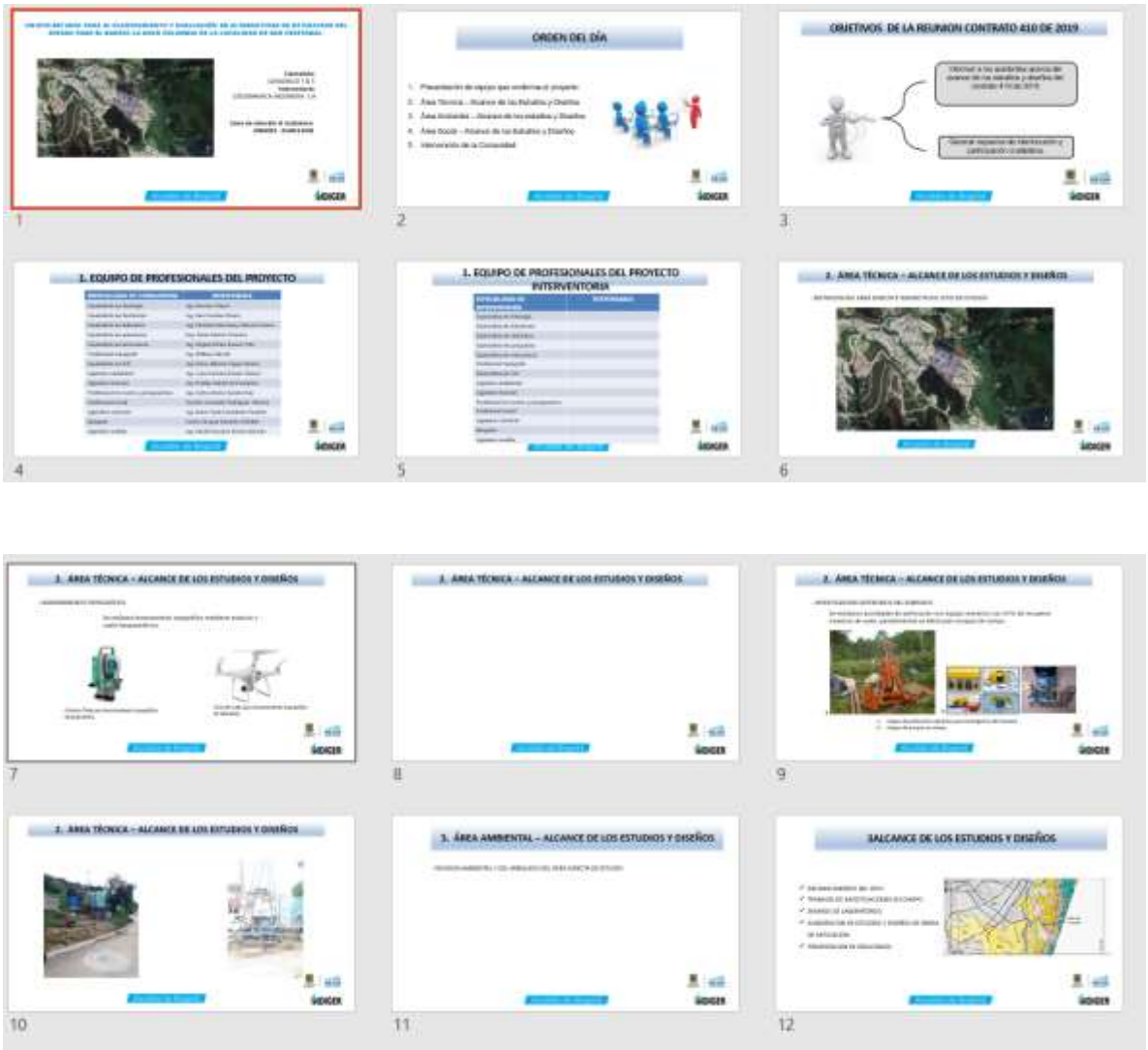


ILUSTRACIÓN 27 PRESENTACIÓN UTILIZADA PARA LA REUNIÓN DE INICIO DE CONSULTORÍA

16.1.3.1.3. Programa de Atención a la comunidad.

Desde el inicio de la consultoría se habilitó un punto de atención virtual para la comunidad; con el correo electrónico fue consorciotyt410@tciingenieria.com y el número celular 3144113645, durante la ejecución de la consultoría no se presentaron inquietudes o quejas ciudadanas

16.1.3.2 Productos entregables.

16.1.3.2.1 Directorio de Actores Sociales

Como producto entregable de la consultoría se encuentran el directorio de sociales, se elaboró a lo largo de la ejecución del proyecto, esta actividad inició desde el mes de septiembre de 2019 y se culminó a en el mes de enero de 2020. A continuación, se presenta la Tabla 127 se presenta el directorio de actores sociales del barrio La Gran Colombia.

TABLA 127 DIRECTORIO DE ACTORES SOCIALES

Nombre	Dirección	Teléfono	Observaciones
Reinaldo Paredes	Carrera 22D Este # 11-17	3214309514	Fiscal de la JAC
Diógenes Chaves	Carrera 22B Este # 11-52	3104793525	Presidente JAC La Gran Colombia
María Quijano	Transversal 22 B bis Este # 11-21	3214813586	Comité de convivencia de la JAC
Fernando Téllez	Carrera 22 sur # 9-36	2800961	Miembro de la comunidad
Gerber García	Carrera 22B Bis # 9-85 sur	3118801269	Miembro de la comunidad
Rene Jiménez	Carrera 22 sur # 9-57	3125175262	Miembro de la comunidad
Concepción Rodríguez	Carrera 22 A Este # 9-323202215662	3202215662	Miembro de la comunidad
Diana Otalora	Carrera 22B Este #11-45	3114943919	Miembro de la comunidad
Juan Andrés Peña	Carrera 21 B Este # 16-60	NR	Miembro de la JAC
Diego Buitrago	Calle 12 B sur # 22-26	3123423436	Miembro de la comunidad
Alfonso Gómez	Carrera 22G #19-18Este	3138781499	Miembro de la comunidad

16.1.3.2.2 Plan de gestión social para la etapa de construcción

Objetivo General

Elaborar el plan de gestión social para la etapa de construcción a partir de los resultados de los estudios técnicos y sociales del contrato de consultora No. 410 de 2019 suscrito entre el INSTITUTO DISTRITAL DE GESTION DE RIESGO Y CAMBIO CLIMATICO (IDIGER) y el Consorcio T &T y cuyo objeto es "ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL, con el fin de plantear estrategias de intervención que permitan minimizar los posibles impactos que puedan ser generados a causa de la ejecución del proyecto

Ubicación Geográfica del proyecto: se encuentra ubicado en la localidad de San Cristóbal, en la UPZ San Blas, sector catastral Molinos de Oriente, el barrio abarca diez (10) manzanas, ciento veintisiete (127) predios, cuatro (4) zonas verdes, dos (2) zonas dotacionales, cinco (5) vías peatonales y ocho zonas viales tiene un área de 3,02 ha. Este barrio se encuentra legalizado mediante el acto administrativo 0566 del 20 de diciembre del 2000 por parte de la Secretaría Distrital de Planeación (antiguo Departamento Administrativo de Planeación Distrital – DAPD). Ver FIGURA 231

La localización del área directa del Barrio se muestra en la FIGURA 231 y los límites son los siguientes: Norte: Río Fucha Oriente: Carrera 23 Este Sur: Calle 12 B Sur, Occidente: Carrera 22 Este.

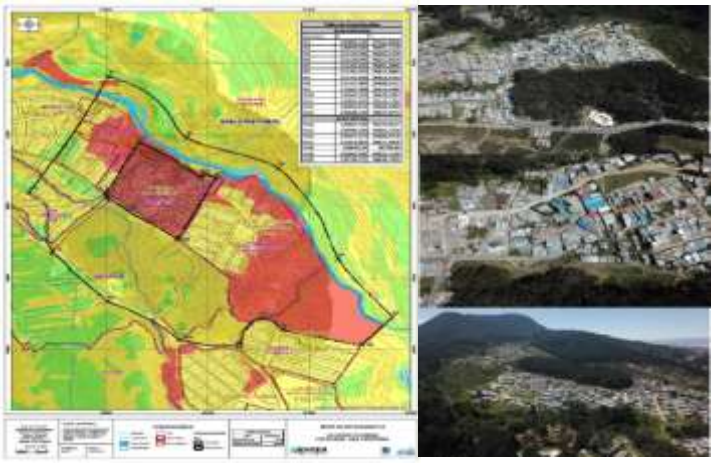


FIGURA 231. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL POLÍGONO DEL BARRIO LA GRAN COLOMBIA, LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL.
Fuente: Elaboración propia – contrato de consultoría IDIGER 410-2019

Caracterización de la población beneficiada:

Para llevar a cabo la caracterización de la población potencialmente beneficiada del proyecto metodológicamente se llevó a cabo revisión de fuentes secundarias a través de consulta de sitios web como la página web de la Alcaldía mayor de Bogotá, igualmente la página web de la Alcaldía local de San Cristóbal y del hospital San Blas, y el sitio web de mapas Bogotá, sitios en donde se halló toda la información reportada en este documento. Como fuente de información primaría se realizó a través de una encuesta no estructurada al secretario de la junta de Acción Comunal del barrio La Gran Colombia Señor Reinaldo Paredes, y se complementó con los aportes de la comunidad que se evidenciaron en las reuniones de inicio llevadas a cabo en el sector. Fuente: Entrevista no estructurada con el secretario de la JAC Reinaldo Paredes.

El área de influencia directa, es un área asociada principalmente al tejido urbano continuo en el barrio Gran Colombia abarca diez (10) manzanas y cuatro (4) zonas verdes, este barrio inicio su proceso colonización en los años 60 con familias que provenían de los departamentos Cundinamarca y Boyacá, es un barrio legalizado desde hace 25 años, su estratificación económica pertenece principalmente al estrato 1 con algunas manzanas predial con estrato 2; sus calles principales y segundarias se encuentran pavimentadas, cuentan con servicio de agua, luz y alcantarillado, la economía de sus habitantes se sustenta en actividades comerciales informales, tiendas de barrio, actividades de reciclaje, construcción y de economía mixta. A continuación, se presentan resultados a partir de la página web mapas Bogotá la cual cuenta con los datos geográficos oficiales de la capital.

A continuación, se expone la caracterización de la población del sector objeto de estudio con base en los datos de la encuesta SISBEN realizada en el año 2016, a partir de una muestra de 879 personas.

Personas encuestas por Sexo:

Hombres: 424.00

Mujeres: 455.00

Estado civil de los encuestados:

En unión libre: 178.00

Casados: 92.00

Viudo (a): 25.00

Separado: 96.00

Soltero (a): 488.00

Grupos poblacionales: los rangos de edad de este grupo poblacional se clasifican entre;

Entre 0 y 5 años: 119.00

Entre 6 y 12 años: 119.00

Entre 13 y 17 años: 93.00

Entre 18 y 24 años: 112.00

Entre 25 y 59 años 370.00

Mayores de 60 años: 66.00

Personas Encuestadas con Limitaciones: de las 879 personas encuestadas, en el sector existen 15 con limitaciones, sin embargo, la encuesta no establece que tipo de limitación padecen.

Total, Hogares: En total se encuestaron 879 personas que permitió establecer a partir de esta muestra existen un total de 223 hogares.

Tenencia de la vivienda: Este dato se obtuvo a partir de la encuesta a los 223 hogares ubicados en el sector de ellos 97 pagan arriendo, 5 hogares tienen la tenencia de la vivienda pero actualmente la están pagando, 97 de estos hogares tienen su vivienda totalmente pagada y 24 poseen otro tipo de tenencia.

Tipo de vivienda: de los 223 hogares encuestados 188 son casas, 35 residen en cuartos.

Actividades económicas de las personas:

*Se encuentran sin actividad el último mes 99.00

*Trabajando el último mes 311.00

*Buscando trabajo el último mes 44.00

*Estudiando el último mes 301

*Rentistas 1.00

*Jubilados 16.00

Servicios Sociales:

Afiliación al régimen de Salud: de las 879 personas encuestadas, 170 no se encuentran afiliados a ningún régimen de salud, 33 se encuentran afiliadas al instituto seguro social, 15 personas se encuentran afiliadas a algún régimen especial, 287 se encuentran afiliados a EPS contributiva, y 374 a una EPS subsidiada.

Servicios Públicos:

Agua: de los 223 hogares encuestados, 216 cuentan con servicio de acueducto.

Aseo: de los 223 hogares encuestados, 220 cuentan con servicio de recolección de basuras

Obras a ejecutar de acuerdo a los resultados de la consultoría:

La alternativa seleccionada para el desarrollo del proyecto asociado a la mitigación del riesgo para el barrio la Gran Colombia de la localidad de San Cristóbal, propone una estructura de contención por el costado norte del área de estudio en el barrio la Gran Colombia consistente en un grupo de pilas pre-excavadas de concreto de 2.0m de diámetro y profundidad variable entre 12 y 20m. Estos pilotes estarán distanciados entre ejes cada 6.0m y unidos en grupos de tres (3) mediante viga de amarre.

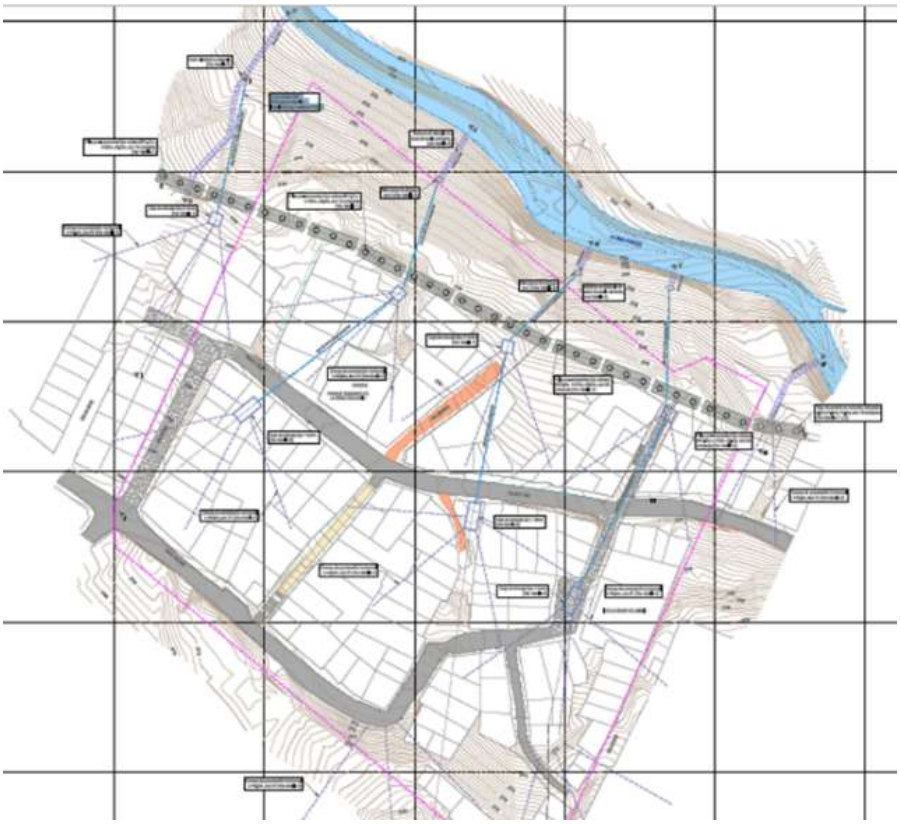


FIGURA 232. ALTERNATIVA DE MITIGACION RESULTADO DE CONSULTORIA
Fuente: Elaboración propia – contrato de consultoría IDIGER 410-2019

16.1.3.2.3 Metodología del plan de gestión social en la etapa de construcción

Objetivo General:

Diseñar un plan de gestión social para la implementación de estrategias que minimicen el impacto generado por las obras en el área de influencia directa e indirecta del proyecto, a través de actividades dirigidas a la comunidad que permitan la comunicación, información e integración de la población al proceso constructivo para que los beneficiarios conozcan y hagan parte de las decisiones socio-ambientales relacionadas con el entorno de la obra

Objetivo Específicos:

- Brindar información clara, veraz y oportuna a la comunidad influenciada por la obra y resaltar los múltiples beneficios que les traerán las mejoras en el entorno.
- Dar respuesta oportuna a los requerimientos de la ciudadanía.

- Crear escenarios de participación ciudadana que amplíen los espacios de comunicación

- **Área de Influencia Directa:** Corresponde al área aledaña a la intervención que se va a ejecutar, donde los impactos generales del proceso constructivo de la vía son directos y de mayor intensidad. No hace referencia a áreas aferentes o cercanas.
- **Punto de Información Ciudadana:** Lugar donde el ciudadano puede encontrar información acerca del proyecto.

- **Petición:** Solicitud dirigida a una entidad estatal o a las autoridades, de forma verbal o escrito sobre temas concernientes al objeto de la entidad.

- **Queja:** Manifestaciones escritas o verbales que se hacen a las autoridades sobre conductas, acciones o procederes irregulares de servidores públicos o de particulares a quienes se ha atribuido o adjudicado la prestación de un servicio público. La actuación que genera para el funcionario es la investigación de disciplinaria.

- **Reclamo:** Manifestaciones que ponen en conocimiento de las autoridades una irregularidad, la suspensión injustificada en la prestación de un servicio o su deficiente atención por parte de una autoridad administrativa.

- **Sugerencia:** Propuesta que se presenta para incidir o mejorar un proceso cuyo objeto está relacionado con la prestación de un servicio o el cumplimiento de una función pública.

- **Programa:** Es un esquema que muestra la secuencia que lleva a cabo el proceso de gestión social.

- **Formatos:** Plantillas establecidas por la Organización para el registro de los datos e información.

- **Registro:** Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de las actividades desempeñadas.

- **Acta:** Documento que sirve para dejar constancia de una actuación contractual o describir lo tratado en una reunión o visita, mencionando los compromisos y actividades pactadas, indicando el responsable de cada uno de ellas y el plazo para su ejecución.

- **Volantes de Información**: Son herramientas de información que contienen aspectos específicos de la obra para que el ciudadano oportunamente se entere de las características del proyecto, las afectaciones temporales generadas por la obra, así como de los avances y medidas socio ambientales.

- **Impacto Social:** Cualquier alteración, modificación, cambio, efecto determinado positivo y / o negativo de la calidad de vida, las condiciones culturales, económicas sociales sobre los individuos, familias, segmentos de la comunidad en su conjunto por implementación de una actividad, plan, programa, proyecto o política.

- **Términos de referencia o Pliegos de condiciones:** Es el conjunto de requisitos y reglas de carácter jurídico, técnico, financiero y económico, que la Entidad establece para la participación en un concurso de méritos o en una licitación pública. Con fundamentos en ellos, se efectúa la selección de los contratistas

Normatividad:

Para la implementación del presente Plan de Gestión Social, se tendrá en cuenta la normatividad que se enuncia a continuación:

- Constitución Política de Colombia.

- Ley 80 de 1993: Estatuto general de contratación de la administración pública.
- Ley 99 de 1993: Gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables.
- Decreto 1753 de 1994: Licencias ambientales.
- Ley 152 de 1994: Ley orgánica del Plan de Desarrollo.
- Ley 134 de 1994: Mecanismos de participación ciudadana.
- Ley 190 de 1995: Normas tendientes a preservar la moralidad en la administración pública y se fijan disposiciones con el fin de erradicar la corrupción administrativa. Ley 489 de 1998: Organización y funcionamiento de las entidades del orden nacional.
- Decreto 619 de 2000: Adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para Santa Fe de Bogotá, Distrito Capital.
- Decreto 496 de 2003: Revisa el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C. Ley 850 de 2003: Se reglamentan las veedurías ciudadanas.
- Decreto 1660 de 2003: Accesibilidad a los modos de transporte de la población en general y en especial de las personas con discapacidad.
- Acuerdo 79 de 2003 Código de Policía de Bogotá D.C.
- Decreto 488 de 52007: Sistema Distrital de Participación Ciudadana
- Ante Proyecto- Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá 2016 – 2020, "Bogotá Mejor Para Todos".
- Decreto 503 de 2011. Por el cual se adopta la Política Pública de Participación Incidente para el Distrito Capital.
- Estatuto Anticorrupción Ley 1474 del 12 de Julio de 2012.
- Mecanismos de protección de los derechos ciudadanos: Acción de tutela, Acción de cumplimiento, Acciones populares y de Grupo y Derecho de Petición.

Conformación del Grupo de Gestión Social.

El equipo de gestión social encargado de la implementación del Programa de Gestión Social, dependerá directamente del director de obra y estará en permanente comunicación con la población del área de influencia directa del proyecto.

TABLA 128 PERSONAL DE GESTIÓN SOCIAL

PERSONAL	PERFIL	FUNCIONES
RESIDENTE SOCIAL	Profesional del área social, Trabajador Social Sociólogo, Antropólogo,	(1) Coordinar, supervisar y responder por el desarrollo de los programas del plan de gestión social.

PERSONAL	PERFIL	FUNCIONES
	Comunicador Social, o Psicólogo con experiencia profesional no menor de tres (3) años de los cuales por lo menos uno (1) deberá ser de experiencia especifica en proyectos de obras de estabilización geotécnicas.	(2) Cumplir todas las obligaciones sociales contempladas en los pliegos de condiciones del Contrato; (3) Dirigir e implementar las medidas sociales establecidas en el pan de gestión social (4) Efectuar el adecuado manejo del presupuesto social asignado. (5) Elaborar la metodología y cronogramas de actividades de cada una de las actividades establecidas en el plan de gestión social. (6) Entrega soportes de su gestión a la Interventoría social. (7) Representar al Contratista en las actividades de gestión Social señaladas en el presente apéndice. (8) Mantener el conducto regular de comunicación con los coordinadores del IDIGER, la Interventoría, el equipo de trabajo del Contratista y la comunidad, referente a todas las actividades de gestión social que se realizarán en la obra para garantizar su cumplimiento. (9) Asistir y participar en los comités de seguimiento y cumplir con las obligaciones adquiridas en ellos. (10) Asistir, participar y organizar las reuniones que se realicen con la comunidad y cumplir con las obligaciones adquiridas en ellas. (11) Asistir, participar y organizar a todas las reuniones extraordinarias. (12) Tramitar la elaboración de todas las piezas divulgativas. (13) Dirigir y coordinar el Punto de atención al ciudadano (14) Atender a la comunidad con respeto, información clara y efectiva (15) Coordinar y verificar la distribución total de las Piezas de Divulgación en el área de influencia directa e indirecta. (16) Toda aquella actividad relacionada para el cumplimiento de la gestión social.
Ingeniero y/o Arquitecto (Actas de vecindad)	Profesional con un (1) año de experiencia general en ingeniería civil o arquitectura, con experiencia laboral en levantamiento de actas de vecindad en proyectos de obras	Realizar el levantamiento de las actas de vecindad de todos los predios y sótanos ubicados sobre el área de intervención del proyecto.

Actividades responsabilidad del Área Social del Contratista.

Dentro de las actividades a cargo del grupo de Gestión Social se mencionan las siguientes:

a. Elaborar la Metodología y Cronograma del PGS, este documento será radicado a la Interventoría el cual contemplará la metodología para el desarrollo del programa de gestión social y su correspondiente cronograma, donde incluirá como mínimo lo siguiente:

- Disposición, número de volantes de información y contenido de los mismos.
- Ubicación de Puntos satélites.
- Propuesta para la atención al ciudadano, la cual debe contener como mínimo: formatos a emplear, definición del tipo de solicitud ciudadana, procedimiento para la atención y resolución de quejas y demás manifestaciones ciudadanas, responsables y flujograma para la elaboración de la respuesta.
- Metodología para la realización de las reuniones y distribución de volantes.
- Propuesta metodológica de evaluación del Plan de Gestión Social se implementará en el desarrollo del contrato y cuyos resultados serán presentados en el informe final de gestión social.

b. Realizar seguimiento social a las obras que se estén realizando en los diversos frentes de obra.
c. Instaurar todos los programas estructurados en el Plan de Gestión Social.
d. Facilitar la comunicación entre la empresa contratista de la ejecución del proyecto y la Interventoría.
e. Diligenciar formatos de seguimiento social.

Elaborar y entregar mensualmente a la Interventoría informe de las actividades desarrolladas, con la documentación soporte necesaria, en los plazos establecidos.

Estrategias del Plan de Gestión Social.

✓ **Punto de atención y encuentro al ciudadano - PAC:**

El contratista deberá implementar un punto físico de atención al ciudadano durante la etapa de ejecución del proyecto **(PAC);** este lugar debe estar ubicado en el área de influencia del proyecto, contar con un horario mínimo de 20 horas semanales presenciales para la atención al ciudadano además deberá contar con el equipamiento para atención al ciudadano (sillas, escritorio, computador, línea telefónica, celular y una cuenta de correo electrónico de uso exclusivo para el área social)

✓ **Atención al Ciudadano:**

Esta actividad se desarrollará con el propósito de recibir y dar solución a todas las manifestaciones ciudadanas que se presenten por parte de la comunidad y/o resolver inquietudes con respecto a las actividades realizadas durante ejecución

del proyecto. De igual manera, se atenderán las sugerencias, inquietudes, quejas y/o reclamos del personal contratado para la obra implementando el protocolo establecido en el plan de Gestión Social para la atención de las manifestaciones ciudadanas.

- ✓ **Puntos satélites de Información:**

Los Puntos Satélites de Información son equipamientos urbanos o sitios donde se concentra gran cantidad de personas del área de influencia del proyecto. Los puntos satélites tienen como función difundir, por medio de piezas de divulgación, la información del proyecto a la comunidad beneficiada la ejecución de la obra, estos se ubican en entidades o centros en los cuales acude una amplia población del barrio y/o localidad, como lo son: Alcaldía local, centros culturales, tiendas, entre otros.
Antes de iniciar actividades técnicas se realizará la gestión con los representantes de las entidades con el fin de instalar en un lugar visible las piezas de divulgación elaboradas para informar acerca del proyecto. Estas piezas serán actualizadas de acuerdo al avance de las actividades ejecutadas en el contrato.

- ✓ **Comité Veedor:**

Esta estrategia tiene que ver con la conformación de un comité veedor el cual estará conformado por; líderes de la comunidad, residentes y/o comerciantes del área de influencia del proyecto, para realizar la veeduría y seguimiento al contrato**.**

Las funciones de los miembros del comité son:

- Divulgar la información sobre el proyecto a las comunidades que representan.
- Velar por que los recursos asignados a la obra se ejecuten y el contratista cumpla con los criterios de calidad y oportunidad de las mismas.
- Asistir a las reuniones mensuales o a las que se le convoquen.
- Identificar y recoger las problemáticas manifestadas por la comunidad (referidas a la obra) y buscar alternativas de solución e implementarlas.

- ✓ **Requerimientos Básicos:**

- **Soportes de gestión**:

El área de gestión social contará con soportes de toda su gestión, para lo que utilizará los formatos establecidos actualizados por el IDIGER para tal fin, o aquellos que la entidad apruebe, entre los que están:

- Acta de vecindad. (Apertura y Cierre)
- Control entrega de piezas de divulgación.
- Invitación a reunión
- Planilla de asistencia.
- Inscripción a comité veedor
- Acta de reunión.
- Control de puntos satélites.
- Información a la comunidad.
- Atención al ciudadano.
- Generación de empleo.
- Registro fotográfico a color
- Consolidado de atención al ciudadano.

✓ **Actividades Generales De Gestión Social**:

Las actividades de Gestión Social estarán relacionadas con la preparación y ejecución de labores específicas de los diferentes programas que integran el plan de Gestión Social, a continuación, se relacionan las generalidades para dar cumplimiento a las mismas:

- Realizar recorrido (s) de obra
- Elaborar la metodología y cronograma de actividades
- Realizar ajustes, de ser necesario a alguno de los programas de Gestión Social, lo cual debe contar con la revisión y aprobación de la Interventoría;
- Elaborar de los procedimientos que se requieren para el buen desarrollo de la Gestión Social.
- El residente social tendrá la obligación de asistir al comité de seguimiento y entregará la información que se le solicite, atenderá las observaciones y solicitudes necesarias para el buen desarrollo de la gestión de su grupo.
- Toda determinación de intervención social que surja en el desarrollo del proyecto, debe tener un trabajo mancomunado en la ejecución del

compromiso adquirido por los profesionales de las otras áreas que hacen parte del proyecto.

- Los formatos, informes mensuales, informe consolidado de la Gestión Social y los demás documentos que el Contratista presente durante su gestión, se realizará en medio físico y magnético, de conformidad con las especificaciones establecidas para tal fin.
- Para el desarrollo de las actividades de Gestión Social, los días se asumirán como fecha calendario.
- No se podrán iniciar actividades del área técnica sin antes haber informado a la comunidad.

16.1.4. PROGRAMA DEL PLAN DE GESTIÓN SOCIAL.

A continuación, se presenta el Plan de Gestión Social que se desarrollará en la ejecución del contrato:

16.1.4.1. PROGRAMA DEL INFORMACIÓN.

OBJETIVO GENERAL:

- Brindar información clara, veraz, oportuna y directa del proyecto a la población del área de influencia, autoridades locales y líderes comunitarios, y mitigar afectaciones posibles al desarrollo de las obras.

Para el presente contrato se realizarán las siguientes reuniones:

TABLA 129 REUNIONES PROGRAMADAS DE INFORMACIÓN A ALA COMUNIDAD.

REUNIONES	TOTAL
Reunión de inicio de obra	Una (1)
Reuniones Extraordinarias	Cuando se requiera
Reunión de finalización	Una (1)

METODOLOGÍA:

- ✓ **REUNIÓN DE INICIO:**

Se debe ejecutar una reunión de inicio de obra; por lo menos cinco dias (5) antes de iniciar las actividades de construcción, esto con el fin de exponer las

características del proyecto a nivel técnico, social, ambiental y SST, duración de la obra, impactos y medidas de manejo previstas. La presentación de la reunión se realizará en "Power Point" según lineamientos del IDIGER.

Para la misma se tendrá en cuenta la siguiente información:

- Presentación de las entidades inmersas en el proyecto (IDIGER, Interventoría y Contratista).
- Presentación de aspectos técnicos a ejecutar
- Cronograma de ejecución
- Presentación de las áreas ambiental, social y STT durante la ejecución de obra.
- Informe sobre el punto de atención a la comunidad Punto de atención a la comunidad PAC, puntos satélites de Información y demás actividades de Gestión Social
- Promoción y conformación del comité veedor.
- Procedimiento para el levantamiento de actas de vecindad (si se requiere)
- Respuesta a Inquietudes de la comunidad.

✓ **REUNIONES EXTRAORDINARIAS**

Las reuniones extraordinarias se llevarán a cabo en caso que la obra lo requiera o la comunidad solicite la reunión por inconformidad y en actividades que involucren afectación o riesgo a la comunidad. La anticipación de la convocatoria a estas reuniones será acordada previamente con la interventoría de acuerdo a la prioridad de la misma.

✓ **REUNION DE FINALIZACION**

Esta reunión se debe ejecutar, cuando se complete el 95% de ejecución, en ésta se presentará el cumplimiento de compromisos contractuales y se informará la fecha de finalización de las obras. La presentación de la reunión se realizará en "Power Point" según lineamientos del IDIGER y debe ser convocada con 5 días de anticipación a la fecha de realización.

Nota aclaratoria: teniendo en cuenta la dinámica del proyecto se sugiere que esta reunión se realice al terminar la ejecución del mismo o sea 100%

Requerimientos generales para todas las reuniones:

- Las reuniones se realizarán en salones de juntas de acción comunal, iglesias, colegios u otros lugares que sean de fácil identificación y acceso

por parte de la comunidad y que estén ubicados en el área de influencia del proyecto. La consecución de estos lugares es responsabilidad del Contratista. Previamente se organizará la logística (sonido e iluminación) para el buen desarrollo de la reunión.

- Se entregará el acta de reunión a la Interventoría para su revisión en un tiempo máximo de cinco (5) días posteriores a la realización de la reunión. Este documento debe contener el desarrollo de la reunión, inquietudes de la comunidad (las cuales deben ser resueltas en un plazo no mayor a (8) ocho días posteriores a la realización de la reunión) además de los compromisos establecidos en la reunión.

- Con tres (3) días de anticipación a la realización de la reunión final se debe entregar la presentación a la interventoría. Todos los componentes de la presentación a nivel visual deberán realizarse de acuerdo a los parámetros establecidos por el IDIGER.

- La presentación se desarrollará con pedagogía, mediante un lenguaje de fácil comprensión para quienes no manejan terminología de carácter técnico. Es importante mencionar que estas reuniones deben contar con el hará acompañamiento del área técnica, ambiental, SST, social.

Se levantará el listado de asistencia para cada reunión, en el formato para ello indicado con el correspondiente registro fotográfico.

16.1.4.2. Programa de divulgación del proyecto.

OBJETIVO GENERAL

- Mantener informada a la comunidad durante la ejecución del proyecto, a través de piezas divulgativas de las diferentes actividades y circunstancias que se puedan presentar y que afecten a la comunidad.

METODOLOGÍA

Se mantendrá informada constantemente a la comunidad, por medio de las herramientas de divulgación para que se genere un lazo de comunicación entre los residentes de la zona y la obra, propendiendo siempre por mantener un ambiente conciliador y amable que permita desarrollar sin problemas la ejecución del contrato.

Para lo anterior todas las piezas de divulgación contempladas dentro del Plan de Gestión Social cumplirán con el manual de Identidad Visual, las piezas serán elaboradas por el contratista y enviadas a la interventoría para su revisión y aprobación, es de aclarar que las piezas de divulgación deben contar con la oficina de prensa o comunicaciones del IDIGER.

PIEZAS GENERALES DE DIVULGACIÓN:

- ✓ **VOLANTE DE INICIO DE OBRA (Tipo Fotocopia)**

Son piezas de divulgación elaborados en papel tipo fotocopia en el cual se describen los aspectos generales del inicio del proyecto, se distribuyen a la comunidad del área de influencia de la obra predio a predio, se instalan en los Puntos Satélites de Información y se entregan a actores institucionales y sociales identificados y asistentes a las reuniones informativas de inicio.

La distribución de esta pieza divulgativa se realizará en el área de influencia directa del proyecto cinco (5) días antes de la ejecución de la obra. Para su elaboración se realizará el trámite con la Oficina Asesora de Comunicaciones del IDIGER previa revisión y aprobación por parte de la Interventoría. Se tendrá una disponibilidad de 300 piezas durante la ejecución del proyecto.

- ✓ **COMUNICADOS TIPO FOTOCOPIA**

En caso de presentarse alguna contingencia durante la ejecución del proyecto, el contratista informará a la comunidad del área de influencia acerca de esta actividad y/o contingencia a través de un comunicado tipo fotocopia. Esta herramienta informativa se describen aspectos específicos de la obra y que se distribuyen a la comunidad y/o se dejan en los Puntos Satélites de Información, estos serán entregados a la comunidad tres (3) días antes de la actividad En caso de ser necesario entregar a la comunidad información sobre contingencias como situaciones no previstas que afecten la cotidianidad de la población, particularmente relacionadas con el corte de servicios públicos (no programados), de ser así se informarán inmediatamente a la población que resulte afectada por la suspensión del servicio y a la empresa prestadora del servicio, para que ésta a su vez tome las medidas a que haya lugar.

Estas piezas de divulgación se entregarán de acuerdo con la programación de intervención de obra específicamente para:

- Cuando se inicien tramos de obra puntuales y previo a la instalación de los cerramientos de obra.
- Cuando se adelante intervención del espacio público

- Cuando se programen cortes de los servicios públicos
- Cuando se limite el acceso a los predios por intervención del espacio público o de vías, entre otros.
- Cuando con ocasión de una contingencia, se afecte la cotidianidad de la comunidad.
- Cuando se requiera informar a la comunidad acerca de la realización de actas de vecindad (inicio o cierre).

Para tal efecto el comunicado será aprobado previamente por la interventoría. Se contará con una disponibilidad de 500 piezas.

- ✓ **AFICHES DE INFORMACIÓN**

Son piezas de divulgación mediante las cuales se describen generalidades de la obra, se brinda información acerca del punto de atención a la comunidad y la forma en que la ciudadanía puede hacer contacto con el Contratista.

Se instalará en los Puntos Satélites de Información una vez inicien las obras y se realizará su reemplazo cada vez que se encuentre deteriorado. Se contará con una disponibilidad de 20 afiches.

- ✓ **VOLANTE DE INVITACIÓN O CONVOCATORIA A REUNIONES Y COMITÉS DE VEEDURIA CIUDADANA:**

Se utilizan para convocar a la comunidad a las diferentes reuniones (inicio, extraordinarias, finalización y los comités de veeduría ciudadana a realizar). Estas piezas serán distribuidas predio cinco (5) días calendario antes de la fecha de la realización de la reunión.

Como soporte de entrega de las convocatorias, se diligenciarán los formatos correspondientes a la distribución de información a la comunidad. Se tendrá una disponibilidad mínima de 500 piezas. La impresión de estas piezas será: fotocopia a blanco y negro en papel de 75 g o de 90 g y su contenido será aprobado por la Interventoría y la oficina de comunicaciones del IDIGER.

TABLA 130 PIEZAS PARA LA DIVULGACIÓN

MOMENTOS Y TEMAS	PIEZAS DE DIVULGACIÓN
Información general e Inicio de obra	volantes de inicio de obra tipo fotocopia
Actividad Levantamiento de Actas de Vecindad.	Comunicados
Convocatoria a reuniones	Volantes

Información sobre Seguridad: en obra, para tránsito peatonal, prevención de robo, etc.	Comunicados
Suspensión temporal de alguno de los servicios públicos	Comunicados

TABLA 131 NÚMERO DE PIEZAS DE DIVULGACIÓN

PIEZAS DE DIVULGACIÓN	NÚMERO DE PIEZAS
Volante de inicio de obra	300
Comunicados tipo fotocopia	500
Afiches de Información	20
Volante de invitación o convocatorias reuniones y comités – fotocopia-	500

NOTAS:

- Para la elaboración de las piezas de divulgación deberá seguir el procedimiento establecido por la Oficina Asesora de Comunicaciones del IDIGER
- Las piezas de comunicación de información ciudadana o comunicados de invitación a reuniones o convocatoria a reuniones y comités deberán estar acordes a los lineamientos de la Oficina de Comunicaciones del IDIGER.
- Para toda la entrega y / distribución de piezas de divulgación se deberá diligenciar el formato de control de entrega correspondiente.

✓ **PUNTOS SATÉLITES DE INFORMACIÓN:**

Los puntos satélites de Información son equipamientos urbanos o puntos de encuentro ciudadano ubicados en los diferentes lugares en los cuales se ubica el proyecto; estos tienen como función difundir, por medio de piezas de divulgación la información del proyecto a la comunidad. Los Puntos Satélites estarán ubicados en la zona de influencia directa e indirecta teniendo en cuenta los sitios de alto flujo peatonal, así como instituciones públicas o privadas, establecimientos comerciales y salones comunales que permitan una amplia divulgación de la información. Para efectos del presente contrato, se instalarán los puntos satélites de Información con la aprobación de la Interventoría según los frentes de obra a ejecutar. (Se sugiere Tiendas del barrio, Alcaldía Local y Junta de Acción Comunal)

Se realizará mantenimiento a los PSI cada vez que se requiera y serán actualizados de acuerdo con la información que se genere en los sectores en donde se realicen actividades de obra. Para cada uno de estos casos se dejará registro de todas las piezas de divulgación instaladas por medio del formato establecido. Este registro será entregado por el Contratista a la Interventoría para su revisión y firma.

Así mismo, en los Puntos Satélites de Información, se dejarán las piezas de divulgación que se elaboren y comunicados sobre actividades extraordinarias que tengan efecto en la cotidianidad de los habitantes y usuarios del sector donde se desarrolla el proyecto.

Todas las piezas de comunicación deben ser instaladas en los puntos satélites a más tardar tres (3) días antes de la novedad informativa. Cuando se presentan contingencias (daños en redes de servicios públicos), los comunicados de este tipo de actividades, podrán ser instalados el mismo del evento con previa autorización de la interventoría.

Una vez finalizadas las actividades en el frente de obra los PSI deben ser debidamente cerrados.

TABLA 132 DISTRIBUCIÓN PUNTOS SATÉLITE DE INFORMACIÓN

LOCALIDAD	NÚMERO DE PUNTOS SATÉLITES	UBICACIÓN
San Cristóbal	Definido en terreno de acuerdo a las características del lugar de intervención	Tiendas del barrio, Alcaldía Local y Junta de Acción Comunal

16.1.4.3. Programa de atención al ciudadano.

Instalación de Punto de Atención al Ciudadano: El contratista deberá instalar un Punto de atención al ciudadano, en cual se establecerá un sistema de atención ciudadana, liderado por la Residente social, donde se atenderá a la población interesada en el proyecto, brindando información, atendiendo quejas, solicitudes, reclamos acerca del contrato en referencia. De ser necesario y si las circunstancias del requerimiento ciudadano lo ameritan, la atención debe ser apoyada por personal Residente y/o Especialista del Contrato

OBJETIVO GENERAL

- Garantizar a la comunidad espacios de participación y establecer canales de comunicación con la población residente y flotante de las áreas de

influencia directa, indirecta, y de intervención, para que contribuyan con la ejecución y sostenibilidad del proyecto

El contratista deberá instalar un sistema de atención al ciudadano que deberá cumplir con los siguientes parámetros:

IMPLEMENTAR UN PROTOCOLO PARA LA ATENCIÓN AL CIUDADANO

El protocolo para realizar la atención al ciudadano, consiste en realizar la tipificación de cada una de las PQRS (Peticiones, Quejas, Reclamos, Sugerencias, Solicitudes o Denuncia), teniendo en cuenta lo anterior el contratista diligenciará el formato correspondiente.

Los tiempos de respuesta a las manifestaciones ciudadanas y sean competencia del Contratista, este dará trámite y solución en un plazo no mayor de ocho (8) días posterior a la recepción de la manifestación, acciones que quedarán consignadas en el sistema de registro. Además, los trámites estarán soportados y archivados en medio físico y magnético.

Para los casos donde las PQRS presentada no sean de competencia del Contratista, éste realizará las gestiones necesarias para remitirlas en un término no mayor a dos (2) días a la entidad o persona competente. Dicha gestión también debe quedar registrada en el sistema de registro.

Las PQRS que se presenten por daños y/o afectaciones a predios se les darán el trámite pertinente dentro de los tiempos descritos en el programa de acompañamiento social a actividades técnicas.

Los Derechos de Petición que sean los radicados y / o traslados al contratista y / o interventoría, estos deberán ser respondidos dentro de los tiempos que establece la ley 1755 de 2015 **"por medio de la cual se regula el Derecho Fundamental de Petición y se sustituye un título del Código de Procedimiento Administrativo y lo Contencioso Administrativo"**

Ley 1755 de 2015 - Artículo 14. ***Términos para resolver las distintas modalidades de peticiones*****.** Salvo norma legal especial y so pena de sanción disciplinaria, toda petición deberá resolverse dentro de los quince (15) días siguientes a su recepción. Estará sometida a término especial la resolución de las siguientes peticiones:

1. Las peticiones de documentos y de información deberán resolverse dentro de los diez (10) días siguientes a su recepción. Si en ese lapso no se ha dado

respuesta al peticionario, se entenderá, para todos los efectos legales, que la respectiva solicitud ha sido aceptada y por consiguiente, la administración ya no podrá negar la entrega de dichos documentos al peticionario y como consecuencia las copias se entregarán dentro de los tres (3) días siguientes.

2. Las peticiones mediante las cuales se eleva una consulta a las autoridades en relación con las materias a su cargo deberán resolverse dentro de los treinta (30) días siguientes a su recepción.

Clasificación de requerimientos ciudadanos

Petición: Es la solicitud verbal o escrita presentada por un ciudadano con el fin de requerir la intervención de la entidad en un asunto de su competencia.

Queja: Es la expresión de los ciudadanos que permite manifestar la inconformidad o disgusto que se tiene contra una persona u organización relacionada con el proyecto, por actos vinculados con el cumplimiento de su misión y objetivos.

Reclamo: Es el derecho que tiene todo ciudadano de exigir o demandar solución referente a la prestación de indebida de un servicio o a la inatención oportuna de una solución derivada de la ejecución de una obra.

Solicitud de información: Toda persona tiene derecho a consultar los documentos o solicitar información relacionada con la ejecución de un proyecto.

Denuncia: Es el mecanismo mediante el cual cualquier ciudadano da aviso o notifica, en forma escrita o verbal, hechos o conductas con las que se pueda estar configurando un posible manejo irregular o eventual detrimento de los bienes o fondos del Distrito.

Sugerencia: Es la proposición, idea o indicación que se ofrece o presenta con el propósito de incidir en el mejoramiento de un proceso cuyo objeto se encuentre relacionado con la prestación del servicio o el cumplimiento de una función pública

LINEA DE ATENCION A LA CIUDADANIA:

A partir del inicio de actividades se dispondrá de 1 línea telefónica y celular; las lineas tendrán un horario de atención de lunes a viernes de 8:00 – 12 m. En esta línea se podrá recepcionar las inquietudes ciudadanas que quedarán consignadas en el formato de atención al ciudadano.

El procedimiento para atender una inquietud vía telefónica en la línea de atención es el siguiente:

1.- Se recepciona la llamada por parte de la Profesional Social o la persona idónea, la cual con anticipación ha sido capacitada para tal fin.
2.- Se diligencia el formato de atención al ciudadano.
3.- Se inicia con las gestiones para dar trámite a dicha solicitud.
4.- Se contará con 8 días candelario para dar respuestas a las peticiones
5.- En caso de que no sea posible realizar el cierre de una PQRS por razones de carácter técnico o administrativo, se enviaran los respectivos soportes a la interventoría de las gestiones adelantadas para cerrar dicha solicitud.
6.- En el informe de gestión social mensual se debe reportar las PQRS recepcionadas debidamente atendidas y cerradas
8.- Al finalizar la ejecución del contrato todas las solicitudes ciudadanas deben estar cerradas.

CORREO ELECTRÓNICO:

El contratista deberá crear un correo electrónico para recepcionar solicitudes ciudadanas. El procedimiento para la atención de un requerimiento ciudadano vía correo electrónico es el siguiente:

1.- Se revisa a diario el correo indicado anteriormente bajo responsabilidad de la Profesional Social.
2.- Se diligencia el formato de atención al ciudadano.
3.- Se inicia con las gestiones para dar trámite a dicha solicitud.
4.- Se contará con 8 días candelario para dar respuestas a las peticiones
5.- En caso de que no sea posible realizar el cierre de una PQRS por razones de carácter técnico o administrativo, se enviaran los respectivos soportes a la interventoría de las gestiones adelantadas para cerrar dicha solicitud.
6.- Se debe realizar el cierre de todas las solicitudes ciudadanas quince (15) días antes de la finalización del contrato.

PUNTO DE ATENCION A LA COMUNIDAD MOVIL

El Punto móvil funcionará mediante recorridos por los frentes de obra y se reciben las inquietudes, quejas, reclamos y se da información a la comunidad relacionada con el proyecto, este mecanismo tiene como objetivo acceder fácilmente al área social para exponer las inquietudes, los recorridos se realizarán en el frente de obra que se tengan actividades técnicas, los días de ejecución de esta actividad se deben programar con la interventoría

PROGRAMA DE REASENTAMIENTO A LA POBLACION AFECTADA:

De acuerdo a los estudios técnicos este programa no aplicaría durante la ejecución de las obras.

16.1.4.4. Programa de sostenibilidad.

OBJETIVO GENERAL:

- Mitigar los impactos socioeconómicos, ambientales y culturales a través de información clara, veraz y oportuna a la comunidad en general.

COMITÉS DE VEEDURIA CIUDADANA:

El comité de veeduría ciudadana es un espacio de interacción con la comunidad, su propósito es realizar seguimiento al contrato, divulgar información sobre el mismo, facilitar la comunicación entre la comunidad y las áreas técnicas del proyecto.

Este comité se conformará en la reunión de inicio de obra y se reunirá cada mes, en este espacio el contratista informará a la comunidad los avances, dificultades y contingencias de la obra.

Esta actividad deberá cumplir los siguientes parámetros;

- Las personas que deseen pertenecer al comité lo pueden hacer inscribiéndose en la reunión de inicio el proyecto, en la línea de atención al ciudadano o por correo electrónico.
- Las personas que deseen conformar el comité deben poseer negocio, ser residente en el área de influencia del proyecto, Ser líder de la comunidad.
- En estos comités deben contar con la participación de las áreas técnica, ambiental, social y STT.
- A partir de las listas de inscritos al comité veedor se estructurará una base de datos en la cual se consignarán los datos de identificación de los participantes, sobre las cuales se procederá a realizar seguimiento de la participación de los mismos.

Las funciones del comité son:

A) Divulgar la información sobre los proyectos a la comunidad
B) Ejercer el control ciudadano para el buen desarrollo del proyecto

C) Identificar y recoger las manifestaciones de la comunidad (referentes al proyecto)
D) Identificar y promover alternativas de solución.

16.1.4.5. Programa de capacitación del proyecto a trabajadores vinculados.

OBJETIVO GENERAL

- Capacitar al personal contratado para la ejecución de la obra con el propósito de mejorar el clima laboral.

METODOLOGÍA

En cada una de las reuniones se capacitará sobre las características generales del proyecto, tiempo de duración, estado de avance e información a la comunidad sobre el Punto de atención a la comunidad y la línea de atención al ciudadano y otros temas que puedan ser de interés para la formación personal del trabajador que contribuyan al mejoramiento de la convivencia y desarrollo personal, laboral y social de los trabajadores vinculados al proyecto. En cada una de estas capacitaciones se debe enfatizar sobre la Atención al Ciudadano.

Se capacitará una (1) vez al mes al 100% del personal de obra que se describe a continuación y se diligenciaran el formato correspondiente a la asistencia de la capacitación:

- MONC. (Ayudantes de Obra, Brigada de orden y Aseo, Auxiliares de tráfico)
- Inspectores de obra, Oficiales y Maestros de obra.
- Subcontratista.

16.1.4.6. Programa de apoyo para la generación de empleo.

OBJETIVO GENERAL

- Promover la generación de empleo en la categoría de "Mano de Obra no Calificada" (MONC) y población vulnerable en la localidad directamente beneficiada con el proyecto.

✓ **Mano de Obra No Calificada Beneficiaria de la Localidad**

El programa busca generar oportunidades laborales para un porcentaje de la

población que resida en las localidades que conlleve al mejoramiento de las condiciones socio-económicas y por ende mejoramiento de la calidad de vida de los mismos.

Este programa contempla vincular el 40% de personal de mano de obra no calificada, que resida en la localidad el cual se enmarca el proyecto, (San Cristóbal). Dicha vinculación se efectuará por medio de las Juntas de Acción Comunal y a través de la reunión informativa, donde se invitará a la comunidad a participar en este programa.

Los oficios que se entenderán como mano de obra no calificada son los siguientes: cargue, descargue, excavación, orden y aseo, auxiliares de tráfico y en general las actividades concernientes a un ayudante de obra.

Durante la reunión de inicio se socializará a la comunidad las vacantes disponibles y los requisitos, perfiles y tiempos de entrega de hoja de vida de los aspirantes.

Se dejará prueba escrita de la gestión interinstitucional realizada para la consecución del personal de apoyo requerido para el proyecto y llevar una planilla (formato generación de empleo) en la que se deje registro del personal contratado que cumpla con estas condiciones, Si posterior a toda la gestión realizada no se logra completar el porcentaje requerido para MONC, el Contratista podrá acudir a otros mecanismos, previa justificación escrita y soportada, la cual verificará y aprobará la Interventoría.

- ✓ **Población Vulnerable**

Con el fin de dar cumplimiento a la Directiva 001 de 2011 de la Alcaldía Mayor de Bogotá, mediante al cual se establece "la democratización de las oportunidades económicas en el Distrito Capital ….", "la inclusión económica que haga efectiva los derechos de las personas y viable del avance social y material del Distrito Capital y sus poblaciones, es uno de los componentes esenciales de la misión del Sector Desarrollo Económico, Industria y Turismo, de conformidad con lo establecido en artículo 74 del Acuerdo Distrital 257 de 2006.

Por lo anterior el dos por ciento **(2%)** del total de trabajadores vinculados para la obra, deben corresponder a **población vulnerable**, siendo está definida como un grupo de personas que se encuentran en estado de desprotección o incapacidad frente a su condición social, física u otras y que han sido excluidos tradicionalmente por sus particularidades o por razones socioeconómicas, debe ser identificado a través de la gestión que realice el personal social del

Contratista con verificación de la Interventoría ante la Secretaría de Desarrollo Económico del Distrito, teniendo en cuenta que se encuentre en condiciones físicas y psicológicas adecuadas, lo anterior de acuerdo con la directiva 001 de 2011 de la Alcaldía Mayor de Bogotá. De no existir el perfil solicitado, se certificará que realizó la consulta.

De acuerdo a lo anterior para completar el porcentaje requerido en el apéndice de Gestión Social influencia del proyecto y la localidad se hará contratación de personal a través de la Secretaria de Integración Social del Distrito, para esto se dejará prueba escrita de la gestión interinstitucional realizada para la consecución del personal de apoyo requerido para el proyecto, si posteriormente a toda la gestión realizada no se logra completar el porcentaje de mano de obra no calificada en la localidad a intervenir, el Contratista podrá acudir a las otras localidades, previa justificación escrita y soportada por la interventoría.

Para tal fin y dando cumplimiento a la vinculación de Población Vulnerable se realizará la consulta a la Secretaria de Desarrollo Económico, al correo directivas.agenciaped@desarrolloeconomico.gov.co, quien a su vez realizará la entrega de una base de datos para la vinculación laboral de la población vulnerable, posterior a la inscripción y suministro de datos del contratista.

METODOLOGÍA

- ✓ La convocatoria se hará en la reunión de inicio y a través de las JAC de los barrios de influencia directa.
- ✓ La recepción de hojas de vida se realizará en el frente de obra, Punto de atención a la comunidad.
- ✓ Para la selección se tendrán en cuenta: persona con experiencia en obras de construcción y no ser menor de edad.

16.1.4.7. Programa de acompañamiento social a actividades tecnicas de obra.

El área de gestión social realizará el acompañamiento a las actividades técnicas de obra que así lo requieran, con el propósito de mantener un canal eficaz y oportuno entre la comunidad y el contratista.

OBJETIVO GENERAL

- Describir el estado de los predios antes de la intervención con el fin de establecer el estado de los mismos, para que en caso de presentarse alguna reclamación se cuente con soportes que permitan determinar la

responsabilidad del contratista.

- ✓ **ACTAS DE VECINDAD:**

Las actas de vecindad se realizan como actividad preventiva verificando el estado inicial de los predios o espacio público que se encuentran en la zona directa de influencia, ya que de acuerdo al tipo de intervención se puede presentar algún tipo de afectación. En caso de requerirse de elaboraran las siguientes actas:

ACTAS DE VECINDAD DE INICIO Y DE CIERRE:

El acta de vecindad de inicio es un documento en el que se deja registro escrito y fotográfico de los predios o espacio público que pudiera verse afectado por las obras a ejecutar, este se realiza antes de iniciar el proceso constructivo.
El acta de vecindad de cierre es el documento mediante el cual el contratista verifica que no se presentaron afectaciones durante el proceso constructivo.
Parámetros para el levantamiento de actas de vecindad:

- Previa concepto técnico se determinará la estructura en la cual debe llevar a cabo esta actividad y se establecerá qué tipo de acta se deberá elaborar
- Por cada tramo de intervención se levantará un inventario de los predios que serán objeto de actas de vecindad.
- Se debe presentar a la interventoría dos (2) días antes de inicio de la actividad de levantamiento de acta de vecindad una metodología y cronograma para la realización de esta actividad. Las actas de vecindad las levantará el profesional técnico, en manuscrito sin enmendaduras ni tachones, consignando los detalles de la estructura, espacio público o vivienda.
- El levantamiento del acta de vecindad es responsabilidad del área técnica del contratista y estará acompañado por un profesional del área social y uno del área técnica de la interventoría. El profesional técnico será quien conceptuará sobre el contenido del acta.
- Las actas de vecindad serán elaboradas por el Contratista y enviadas a la Interventoría para su revisión y aprobación y la Interventoría debe remitirlas revisadas y aprobadas.
- Se entregará la copia del acta de vecindad a los propietarios de los predios se debe realizar en un plazo de dos (2) días posteriores a la aprobación por parte de la interventoría.
- Se entregará una comunicación dos (2) días antes de realizar el levantamiento del acta de vecindad a los propietarios del inmueble informando de la realización de esta actividad.

- En el acta será impresa a color.
- En caso de no realizarse el levantamiento del acta a algunos de los predios cercanos a la obra, o perderse el registro fotográfico el contratista asumirá los costos de reparación objeto del reclamo sin lugar a interpelaciones.

✓ **LEVANTAMIENTO DE ACTAS DE COMPROMISO**

Estas actas se suscribirán entre el Contratista y el propietario del predio para compromisos por parte de cada uno de ellos según la ejecución de la obra lo requiera. El levantamiento del acta será responsabilidad del área técnica y el área social prestará acompañamiento a esta actividad.
Esta acta será entregada al propietario cinco (5) días después de su levantamiento.

Nota: El Contratista registrará el cumplimiento del compromiso una vez se efectúen las obligaciones establecidas con el ciudadano y sus tiempos respectivos. La verificación del cumplimiento debe ser efectuada por la Interventoría.

16.1.5. REPORTES A INTERVENTORÍA.

Se remitirá por parte del contratista a la interventoría los siguientes reportes:

Informe Semanal: Se enviará vía correo electrónico a la Interventoría los días viernes de cada semana un informe de las actividades desarrolladas en este periodo de tiempo y cronograma de actividades a desarrollar en la semana siguiente, se deben incluir los recorridos de Punto Móvil.

Informe Mensual: Se entregará en la oficina de la interventoría un informe físico y magnético que contenga las actividades ejecutadas en el mes con los soportes correspondientes teniendo en cuenta las fechas de corte establecidas previamente.

Referente a las manifestaciones ciudadanas, estas deben estar atendidas y cerradas en su totalidad a más tardar el mes siguiente de su presentación, si no se encuentran cerradas en los tiempos fijados.

Consolidado Final: El contratista entregará un informe final que consolide toda la información generada durante la ejecución del proyecto.

A continuación, se relacionan los principales requisitos exigidos para la presentación del consolidado de Gestión Social:

- Identificación, información del proyecto: número de contrato, objeto y responsables.

- Introducción: Breve resumen del contenido del documento que se presenta y su justificación.
- Componente social: presentado en orden sistemático según los programas que contempla el componente social y las actividades desarrolladas por el contratista, incluirá consolidados de cada programa y hará un análisis a la gestión por cada uno de ellos.
- Conclusiones y recomendaciones: Incluirá la evaluación de la gestión adelantada, incluirá los posibles ajustes respecto a las actividades desarrolladas.
- Anexos: Soportes de la gestión social adelantada en desarrollo de cada uno de los programas, además de las fotografías nítidas a color, actas debidamente firmadas de las reuniones realizadas con comunidad, actas de comité de seguimiento y todo aquello que la Interventoría o el IDIGER solicite y considere pertinente.

Comités De Seguimiento al Contrato El seguimiento al desempeño social del Contratista será verificado en los comités correspondientes que se realizarán semanalmente.

A continuacion se presentan las fichas sociales del Plan de gestion social por programas:

FICHAS DEL PLAN DE GESTION SOCIAL

- PROGRAMA: INFORMACIÓN AL CIUDADANO

PROGRAMA: INFORMACIÓN AL CIUDADANO						**Código:**	
PROYECTO: ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL.						**CONTRATO DE CONSULTORIA 410/2019**	
Objetivo: Brindar información clara, veraz, oportuna y directa del proyecto a la población del área de influencia, autoridades locales y líderes comunitarios, y mitigar afectaciones posibles al desarrollo de las obras.							
TIPO DE MEDIDA							
Control		**Prevención**	**x**	**Mitigación**		**Compensación**	

PROGRAMA: INFORMACIÓN AL CIUDADANO	Código:
PROYECTO: ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL.	**CONTRATO DE CONSULTORIA 410/2019**

IMPACTOS A MANEJAR

- Desinformación del proyecto a la comunidad
- Falsas expectativas con las obras de ejecutar

ACCIONES A EJECUTAR

Se deben ejecutar las siguientes reuniones con la comunidad:

- **Reunión de inicio de obra:** antes del inicio de las actividades de constructivas, se debe ejecutar esta reunión con el fin de exponer las características del proyecto a nivel técnico, social, ambiental, y SST, duración de la obra, impactos y medidas de manejo previstas.
- **Reuniones Extraordinarias:** se llevarán a cabo en caso que la obra lo requiera, es decir en caso que la comunidad solicite la reunión por inconformidad y en actividades que involucren afectación o riesgo a la comunidad.
- **Reunión de Finalización:** esta reunión se debe ejecutar cuando se complete el 100% de ejecución, en ésta se presentará el cumplimiento de compromisos contractuales.

LUGAR DE APLICACIÓN

Barrio La Gran Colombia – Salón Comunal

CRONOGRAMA

Actividad	Periodo de Ejecución del Proyecto (Meses)								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**7**	**8**	**9**	**10**
Reunión de Inicio de obra									
Reuniones Extraordinarias									
Reunión de finalización									

Responsable de Ejecución	**Costos**
Residente social de contratista	

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Indicador	**Descripción del Indicador**	**Tipo de Indicador**	**Periodicidad De Evaluación**	**Registro De Cumplimiento**

PROGRAMA: INFORMACIÓN AL CIUDADANO				Código:
PROYECTO: ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL.				**CONTRATO DE CONSULTORIA 410/2019**
No de reuniones programadas / No de reuniones ejecutadas	**Reuniones con la comunidad**	Gestión	Cada vez que se ejecute la actividad	Listado se asistencia a la reunión Registro fotográfico de la reunión

- **PROGRAMA: DIVULGACIÓN DEL PROYECTO.**

PROGRAMA DIVULGACIÓN DEL PROYECTO							Código:
PROYECTO: ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL.							**CONTRATO DE CONSULTORIA 410/2019**
Objetivo: Mantener informada a la comunidad durante la ejecución del proyecto, a través de piezas divulgativas de las diferentes actividades y circunstancias que se puedan presentar y que afecten a la comunidad.							
TIPO DE MEDIDA							
Control		**Prevención**	**x**	**Mitigación**		**Compensación**	
IMPACTOS A MANEJAR							
• Falta de información oportuna de las actividades constructivas • Falta de conocimiento del proyecto • Inasistencia a reuniones por falta de convocatoria							
ACCIONES A EJECUTAR							
Se mantendrá informada constantemente a la comunidad, por medio de las herramientas de divulgación para que se genere un lazo de comunicación entre los residentes de la zona y la obra, propendiendo siempre por mantener un ambiente conciliador y amable que permita desarrollar sin problemas la ejecución del contrato.							
LUGAR DE APLICACIÓN							
Área de influencia directa e indirecta del proyecto							

PROGRAMA DIVULGACIÓN DEL PROYECTO	**Código:**
PROYECTO: ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL.	**CONTRATO DE CONSULTORIA 410/2019**

CRONOGRAMA

Actividad	Periodo de Ejecución del Proyecto (Meses)
Distribución de piezas de divulgación	**1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **7** | **8** | **9** | **10**

Responsable de Ejecución	**Costos**
Residente social de Contratista	

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Indicador	**Descripción del Indicador**	**Tipo de Indicador**	**Periodicidad De Evaluación**	**Registro De Cumplimiento**
No de piezas de divulgación solicitadas / No de piezas de divulgación distribuidas por mes	Se evaluará si la cantidad de piezas de divulgación distribuidas son las necesarias para la realización de la actividad solicitada	Gestión	Cada vez que se ejecute esta actividad	Planillas de entrega de piezas de divulgación. Registro fotográfico de la actividad.

- PROGRAMA: ATENCIÓN AL CIUDADANO

PROGRAMA: ATENCIÓN AL CIUDADANO	Código:
PROYECTO: ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL.	**CONTRATO DE CONSULTORIA 410/2019**

Objetivo: Garantizar a la comunidad espacios de participación y establecer canales de comunicación con la población residente y flotante de las áreas de influencia directa, indirecta, y de intervención, para que contribuyan con la ejecución y sostenibilidad del proyecto.

TIPO DE MEDIDA

Control		**Prevención**	**x**	**Mitigación**		**Compensación**	

IMPACTOS A MANEJAR

- Falta de comunicación de doble vía con la comunidad

ACCIONES A EJECUTAR

INSTALACIÓN DE PUNTO DE ATENCIÓN AL CIUDADANO: El contratista deberá instalar un Punto de atención al ciudadano, en el cual se establecerá un sistema de atención ciudadana, liderado por la Residente social, donde se atenderá a la población interesada en el proyecto, brindando información, atendiendo quejas, solicitudes, reclamos acerca del contrato en referencia. De ser necesario y si las circunstancias del requerimiento ciudadano lo ameritan, la atención debe ser apoyada por personal Residente y/o Especialista del Contrato.

Dentro del sistema de atención al ciudadano se debe realizar la tipificación de cada una de las PQRS (Peticiones, Quejas, Reclamos, Sugerencias, Solicitudes o Denuncia), los tiempos de respuesta a las manifestaciones ciudadanas y sean competencia del Contratista, este dará trámite y solución en un plazo no mayor de ocho (8) días posterior a la recepción de la manifestación, acciones que quedarán consignadas en el sistema de registro. Además, los trámites estarán soportados y archivados en medio físico y magnético se debe realizar el cierre de todas las solicitudes ciudadanas quince (15) días antes de la finalización del contrato.

Para la atención al ciudadano se deben habilitar los siguientes canales de atención:

- **LINEA DE ATENCION A LA CIUDADANIA:** a partir del inicio de actividades se dispondrá de 1 línea telefónica celular; el cual tendrá un horario de atención de lunes a viernes de 8:00 – 12 m. En esta línea se podrá recepcionar las inquietudes ciudadanas las cuales quedaran consignadas en el formato de atención al ciudadano.

- **CORREO ELECTRÓNICO:** Al inicio de las obras el contratista deberá crear un correo electrónico el cual se recepcione solicitudes ciudadanas. (el correo indicado anteriormente bajo responsabilidad de la Profesional Social), las PQRS instauradas por la comunidad se deberá dar respuesta en máximo 8 días candelario.

PROGRAMA: ATENCIÓN AL CIUDADANO	**Código:**
PROYECTO: ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL.	**CONTRATO DE CONSULTORIA 410/2019**

- **PUNTO DE ATENCION A LA COMUNIDAD MOVIL:** El Punto móvil funcionará mediante recorridos por los frentes de obra, en el cual se reciben las inquietudes, quejas, reclamos y se da información a la comunidad relacionada con el proyecto, este mecanismo tiene como objetivo acceder fácilmente al área social para exponer las inquietudes, los recorridos se realizarán en el frente de obra que se tengan actividades técnicas, los días de ejecución de esta actividad se deben programar con la interventoría.

LUGAR DE APLICACIÓN

Barrio La Gran Colombia

CRONOGRAMA

Actividad	Periodo de Ejecución del Proyecto (Meses)								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**7**	**8**	**9**	**10**
INSTALACIÓN DE PUNTO DE ATENCIÓN AL CIUDADANO:									
INSTALACIÓN LINEA TELEFONICA DE ATENCIÓN A LA CIUDADANIA									
HABILITACION CORREO ELECTRÓNICO									
RECORRIDOS DEL PUNTO DE ATENCION A LA COMUNIDAD									
Responsable de Ejecución	**Costos**								
Residente social de contratista									

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Indicador	**Descripción del Indicador**	**Tipo de Indicador**	**Periodicidad De Evaluación**	**Registro De Cumplimiento**
No de PAC instalados y funcionado / No de PAC solicitados	Debe funcionar un punto de atención a la comunidad al inicio de las obras y durante el tiempo de ejecución de la misma.	Gestión	Mensualmente	Registro Fotográfico Registro fotográfico de la reunión

PROGRAMA: ATENCIÓN AL CIUDADANO				Código:
PROYECTO: ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL.				**CONTRATO DE CONSULTORIA 410/2019**
No de líneas telefónicas en funcionamiento/Líneas de telefónicas solicitadas	La línea de atención al ciudadano debe estar funcionado al inicio del contrato	Gestión	Mensualmente	Llamadas aleatorias a esta línea por la interventoría.
No de correos electrónicos habilitados/ No de correos solicitados	El correo electrónico debe estar habilitado al inicio del contrato	Gestión	Mensualmente	Seguimiento por la interventoría por medio de revisión del correo
No de recorridos en el mes/ No de recorridos programados	Se deben realizar recorridos semanales	Gestión	Semanal	Seguimiento por la interventoría

- **PROGRAMA: DE SOSTENIBILIDAD**

PROGRAMA DE SOSTENIBILIDAD							Código:
PROYECTO: ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL.							**CONTRATO DE CONSULTORIA 410/2019**
Objetivo: Mitigar los impactos socioeconómicos, ambientales y culturales a través de información clara, veraz y oportuna a la comunidad en general.							
TIPO DE MEDIDA							
Control		**Prevención**	**x**	**Mitigación**		**Compensación**	
IMPACTOS A MANEJAR							
• Desinformación a la comunidad • Falta de seguimiento a los recursos que se asignaron para la ejecución de la obra							
ACCIONES A EJECUTAR							
Conformación de un comité de Veeduría ciudadana; este es un espacio de interacción con la comunidad, su propósito es realizar seguimiento al contrato, divulgar información sobre el mismo, facilitar la comunicación entre la comunidad y las áreas técnicas del proyecto. Este comité se conformará en la reunión de inicio de obra y se reunirá cada mes, en este espacio el contratista informará a la comunidad los avances, dificultades y contingencias de la obra.							

PROGRAMA DE SOSTENIBILIDAD	**Código:**
PROYECTO: ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL.	**CONTRATO DE CONSULTORIA 410/2019**

LUGAR DE APLICACIÓN

Barrio La Gran Colombia

CRONOGRAMA

Actividad	Periodo de Ejecución del Proyecto (Meses)								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**7**	**8**	**9**	**10**
Conformación de comité Veedor									
Reunión mensual del comité veedor									
Responsable de Ejecución	**Costos**								
Residente social de contratista									

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Indicador	**Descripción del Indicador**	**Tipo de Indicador**	**Periodicidad De Evaluación**	**Registro De Cumplimiento**
No de reuniones programadas / No de reuniones ejecutadas	Reuniones con la comunidad	Gestión	Cada vez que se ejecute la actividad	Listado se asistencia a la reunión Registro fotográfico de la reunión

- PROGRAMA DE CAPACITACIÓN DEL PROYECTO A TRABAJADORES VINCULADOS A LA OBRA

PROGRAMA: DE CAPACITACIÓN DEL PROYECTO A TRABAJADORES VINCULADOS A LA OBRA	**Código:**
PROYECTO: ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL.	**CONTRATO DE CONSULTORIA 410/2019**

Objetivo: Capacitar al personal contratado para la ejecución de la obra con el propósito de mejorar el clima laboral.

TIPO DE MEDIDA

Control		**Prevención**	**x**	**Mitigación**		**Compensación**	

IMPACTOS A MANEJAR

- Clima laboral poco favorable
- Falta de conocimiento de la M.O.N.C. sobre aspectos generales del proyecto

ACCIONES A EJECUTAR

METODOLOGÍA: se capacitará una (1) vez al mes al 100% del personal de obra que se describe a continuación y se diligenciaran el formato correspondiente a la asistencia de la capacitación: MONC. (Ayudantes de Obra, Brigada de orden y Aseo, Auxiliares de tráfico), Inspectores de obra, Oficiales y Maestros de obra, Subcontratistas.
En cada una de las reuniones se capacitará sobre las características generales del proyecto, tiempo de duración, estado de avance e información a la comunidad sobre el Punto de atención a la comunidad y la línea de atención al ciudadano y otros temas que puedan ser de interés para la formación personal del trabajador que contribuyan al mejoramiento de la convivencia y desarrollo personal, laboral y social de los trabajadores vinculados al proyecto. En cada una de estas capacitaciones se debe enfatizar sobre la Atención al Ciudadano.

LUGAR DE APLICACIÓN

Lugar de obra

CRONOGRAMA

Actividad	Periodo de Ejecución del Proyecto (Meses)								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**7**	**8**	**9**	**10**
Capacitación al personal de M.O.N.C.									
Responsable de Ejecución	**Costos**								
Residente social de contratista									

PROGRAMA: DE CAPACITACIÓN DEL PROYECTO A TRABAJADORES VINCULADOS A LA OBRA				**Código:**
PROYECTO: ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL.				**CONTRATO DE CONSULTORIA 410/2019**
SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
Indicador	**Descripción del Indicador**	**Tipo de Indicador**	**Periodicidad De Evaluación**	**Registro De Cumplimiento**
No de capacitaciones al personal de M.O.N.C. al mes / No de capacitaciones al personal de M.O.N.C. solicitadas.	Mensualmente se debe capacitar al personal de mano de obra no calificada en características de obra, canales de información a la comunidad.	Gestión	Mensual	Acta de reunión y planilla de asistencia Registro fotográfico

➢ ACTIVIDADES DE APOYO PARA LA GENERACIÓNDE EMPLEO

PROGRAMA DE APOYO PARA LA GENERACIÓN DE EMPLEO.							**Código:**
PROYECTO: ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL.							**CONTRATO DE CONSULTORIA 410/2019**
Objetivo: Promover la generación de empleo en la categoría de "Mano de Obra no Calificada" (MONC) y población vulnerable en la localidad directamente beneficiada con el proyecto.							
TIPO DE MEDIDA							
Control		**Prevención**	**x**	**Mitigación**		**Compensación**	
IMPACTOS A MANEJAR							
• Desempleo en la zona de ejecución del proyecto.							
ACCIONES A EJECUTAR							
Este programa contempla vincular el 40% de personal de mano de obra no calificada, que resida en la localidad en la cual se enmarca el proyecto, (San Cristóbal). Dicha vinculación se efectuará por medio de las Juntas de Acción Comunal y a través de la reunión informativa,							

PROGRAMA DE APOYO PARA LA GENERACIÓN DE EMPLEO.	**Código:**
PROYECTO: ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL.	**CONTRATO DE CONSULTORIA 410/2019**

donde se invitará a la comunidad a participar en este programa. Los oficios que se entenderán como mano de obra no calificada son los siguientes: cargue, descargue, excavación, orden y aseo, auxiliares de tráfico y en general las actividades concernientes a un ayudante de obra.

Con el fin de dar cumplimiento a la Directiva 001 de 2011 de la Alcaldía Mayor de Bogotá, mediante al cual se establece "la democratización de las oportunidades económicas en el Distrito Capital ….", se solicita contratar dos 2% de población vulnerable; está definida como un grupo de personas que se encuentran en estado de desprotección o incapacidad frente a su condición social, física u otras y que han sido excluidos tradicionalmente por sus particularidades o por razones socioeconómicas.

LUGAR DE APLICACIÓN									
Barrio La Gran Colombia									
CRONOGRAMA									
Actividad	Periodo de Ejecución del Proyecto (Meses)								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**7**	**8**	**9**	**10**
Contratación de M.O.N.C. y población vulnerable									
Responsable de Ejecución	**Costos**								
Residente social de contratista									

SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
Indicador	**Descripción del Indicador**	**Tipo de Indicador**	**Periodicidad De Evaluación**	**Registro De Cumplimiento**
% de personas de M.O.N.C. contratadas / % de M.O.N.C. solicitada	Contratar personas de la localidad y/o los barrios circunvecinos para labores de MONC	Gestión	Mensual	Registro de contratación de M.O.N.C. con certificación de la respectiva JAC
% de personas en condición de vulnerabilidad. contratadas / % de	Contratar 2% personas en condición de vulnerabilidad que residan en la localidad	Gestión	Mensual	Registro de contratación de población vulnerable. con certificación de la

PROGRAMA DE APOYO PARA LA GENERACIÓN DE EMPLEO.				Código:
PROYECTO: ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL.				**CONTRATO DE CONSULTORIA 410/2019**
personas en condición de vulnerabilidad.				secretaria de desarrollo económico.

- **PROGRAMA DE ACOMPAÑAMIENTO SOCIAL A ACTIVIDADES TECNICAS DE OBRA**

PROGRAMA DE ACOMPAÑAMIENTO SOCIAL A ACTIVIDADES TECNICAS DE OBRA							Código:
PROYECTO: ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL.							**CONTRATO DE CONSULTORIA 410/2019**
Objetivo: Describir el estado de los predios antes de la intervención con el fin de establecer el estado de los mismos, para que en caso de presentarse alguna reclamación se cuente con soportes que permitan determinar la responsabilidad del contratista.							
TIPO DE MEDIDA							
Control		**Prevención**	**x**	**Mitigación**		**Compensación**	
IMPACTOS A MANEJAR							
• Establecer responsabilidades en caso de daños en los predios							
ACCIONES A EJECUTAR							
ACTAS DE VECINDAD: Las actas de vecindad se realizan como actividad preventiva verificando el estado inicial de los predios o espacio público que se encuentran en la zona directa de influencia a las obras, ya que de acuerdo al tipo de intervención se puede presentar algún tipo de afectación. En caso de requerirse de elaboraran las siguientes actas. **ACTAS DE VECINDAD DE INICIO Y DE CIERRE:** El acta de vecindad de inicio es un documento en el que se deja registro escrito y fotográfico de los predios o espacio público que pudiera verse afectado por las obras a ejecutar, este se realiza antes de iniciar el proceso constructivo. El acta de vecindad de cierre es el documento mediante el cual el contratista verifica que no se presentaron afectaciones durante el proceso constructivo. **LEVANTAMIENTO DE ACTAS DE COMPROMISO:** Estas actas se suscribirán entre el Contratista y el propietario del predio para compromisos por parte de cada uno de ellos según la ejecución de							

PROGRAMA DE ACOMPAÑAMIENTO SOCIAL A ACTIVIDADES TECNICAS DE OBRA	Código:
PROYECTO: ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL.	**CONTRATO DE CONSULTORIA 410/2019**

la obra lo requiera. El levantamiento del acta será responsabilidad del área técnica y el área social prestará acompañamiento a esta actividad.
Las actas deberán ser entregada al propietario cinco (5) días después de su levantamiento.

LUGAR DE APLICACIÓN									
Barrio La Gran Colombia									
CRONOGRAMA									
Actividad	Periodo de Ejecución del Proyecto (Meses)								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**7**	**8**	**9**	**10**
Levantamiento de actas de vecindad de inicio cierre y compromiso									
Responsable de Ejecución	**Costos**								
Residente social de contratista									

SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
Indicador	**Descripción del Indicador**	**Tipo de Indicador**	**Periodicidad De Evaluación**	**Registro De Cumplimiento**
No de actas de vecindad elaboradas / No de actas de vecindad requeridas	Se debe realizar actas de vecindad de inicio y de cierre en el área de influencia de las obras de acuerdo a criterio técnico	Gestión	Inicio de obras / finalización de obras.	Formatos de actas de vecindad

16.2. PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO.

La ejecución de la obra civil en el barrio La Gran Colombia, genera ocupación parcial o total de algunas vías peatonales o vehiculares, disminuyendo su capacidad y nivel de servicio ocacionado serias dificultadaes sobre el flujo vehicular, tránsito peatonal, pasajeros, personal de la obra comerciantes y residentes del sector.

En consideración de lo planteado y por cuanto es indispensable dar cumplimiento a

normas de tipo lega, el anexo técnico del contrato No 410 del 2019 requiere de la elaboración del Plan de Manejo de Tránsito a implementar en las obras civiles y los procedimientos para la gestión tendientea su aprobación por parte de la entidad. A continuación, presentamos las señales a utilizar en la ejecución de las obras de Mitigación del Riesgo en el Barrio La Gran Colombia.

16.2.1. Señales Preventivas de Obra**.**

La señal induce aque el conductor adopte medidas de precaución y llamar su atención hacia una reducción de la velicidad o efectuar una maniobra para su seguridad o la de otro vehículo.

Las señales preventivas serán de forma de rombo formando un angulo de 45 grados y el color serán naranja para el fondo y negro para símbolos y textos, lechass y orla, cumpliendo la norma Técnca colombiana NTC 4739.

Las ubicaciones de las señales deberán colocarse comforme al diseño y alineamiento de la vía, como regla general al lado derecho (ver Ilustración 28).

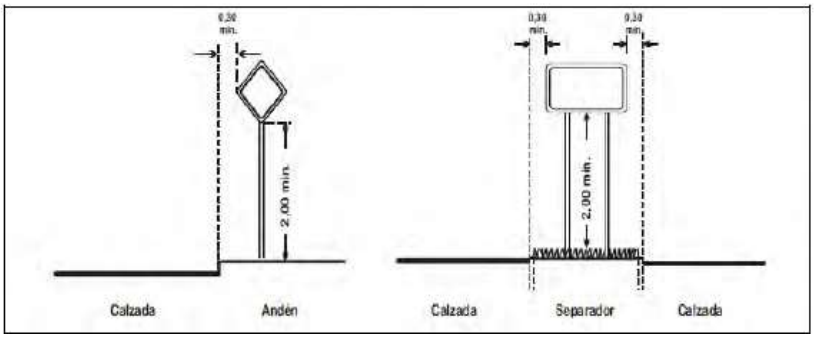


ILUSTRACIÓN 28 UBICACIÓN LATERAL DE SEÑALES VERTICALES SECTOR URBANO.
Fuente: Manual de señalización Vial para regualción de trnánsito en calle, carreteras y ciclo rutas de Colombia. 2004

16.2.1.1. Señales Preventivas Homologadas por el ministerio de transporte según el manual de señalización 2004.



Fuente: Ministerio de transporte 2004

FIGURA 233. SEÑAL SPO-01 – TRABAJOSEN VÍA

El objetivo de esta señal es prevenir a los usuarios de la via la existencia de trabajadores de construcción o conservacón en el sector o zona de influencia.



Fuente: Ministerio de transporte 2004

FIGURA 234. SEÑAL SPO – 02- MAQUINARÍA EN LA VÍA.

Esta señal se itiliza para advertir y prevenir a los usuarios de la vía que existe un tramo de vía o anden de presencia de maquinaria.



Fuente: Ministerio de transporte 2004

FIGURA 235. SEÑAL SPO – 03- BANDERERO.

Esta señal se empleará para advertir a los conductores la proximidad a un tramo de vía que estará regulado por personas de la obra, el cual utiliza señales manuales.



FIGURA 236. SEÑAL SPO-30,31 REDUCCIÓN ASIMÉTRICA DE LA CALZADA (DERECHA –IZQUIERDA).

SE UTILIZA PARA INFORMAR AL CONDUCTOR LA PROXIMACIÓN A UNA REDUCCIÓN EN EL ANCHO DE LA CALZADA CON DESPLAZAMIENTO DEL EJE A LA IZQUIERDA O A LA DRECHA

16.2.2. Señales Reglamentarias de Obra.

Las señales reglamentaias tienen forma de circular exepto las señales SR-01: Pare.cuya forma es octagonal, SR-02: Ceda el paso, cuya forma es un triángulo equilátero con unvertice hacia abajo, SR-38 Y SR-39 sentido único de circulación y sentido de circulación doble, será de forma rentangular.

Los colores son de Fondo Blanco: orlas y franjas diagonales de color rojo; letras y números en negro.

Las señales de tránsito reglamentarías se instalarán hacia los lados izquierdo y/o derecho de la vía donde se esté ejcutando la obra.

16.2.2.1. Señales Reglamentaria Homologadas por el ministerio de transporte según el manual de señalización 2004.



FIGURA 237. SEÑAL SRO-01-VÍA CERRADA

La implementación de esta señal es para avisar al conductor o peatón al inicio de la obra en ejcución y por el cual no les permitido su circulación hasta que culmine la obra.



FIGURA 238. SEÑAL SRO-02-DESVÍO.

La implementaicón de esta señal es para notificar al conductor o peatón el sitio en donde es obligatorio tomar el desvio señalado.



FIGURA 239. SEÑAL SRO-03- UNO A UNO.

La implementaicón de esta señal es para reglamentar el paso interno de los vehículos, cuando en una calzada de los carriles se cierra uno de ellos.



FIGURA 240. SEÑAL SRO-20 PROHIBIDA LA CIRCULACIÓN DE PEATONES

La implementaicón de ésta señal es para reglamentar la probibición del paso del peaton por el sitio de trabajo.

16.2.2.2. Señales Informativa de Obra.

Las señales informativas tienen por objeto indicar con anterioridad el trabajo que se realiza, distancia y otros aspectos que resultendestacar. Las formas que presenta las señales informativas son: Escudo, Rectangular, Cuadradas.

Los colores de las señales informativas Fondo Naranja, letras, orlas, fechas y números en negro.



Fuente: Ministerio de transporte 2004

FIGURA 241 SEÑAL SIO-01-. APROXIMACIÓN A OBRA EN A VÍA

Se utiliza para indicar a los usuarios de la vía la proximación a una obra que se esta ejecutando, la señal especifica una leyenda especifica.



Fuente: Ministerio de transporte 2004

FIGURA 242. SEÑAL SIO-02-. INFOMACIÓN DE INICIO DE OBRA.

Se utiliza pata indicar el inicio del trabajo, a los usuarios el inicio de una obra en zona adyacente.



Fuente: Ministerio de transporte 2004

FIGURA 243. SEÑAL SIO-03-. INFOMACIÓN DE FIN DE OBRA

Se utiliza pata indicar a los usuarios del fin de una obra en zona adyacente



Fuente: Ministerio de transporte 2004

FIGURA 244. SEÑAL SIO-04-. CARRIL CERRADO (DERECHO-CENTRO-IZQUIERDO)

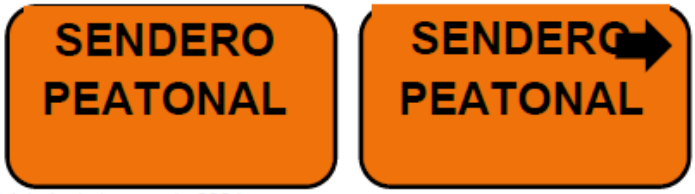
Se utiliza pata advertir a los usuarios de las vías que en las aproximaciones de la obra que se esta ejecutando se ha cerrado uno carril.



Fuente: Ministerio de transporte 2004

FIGURA 245. SEÑAL SIO-05-. DESVÍO.

Se utiliza pata advertir a los usuarios de las vías, que en las aproximaciones de la obra se desvia la circulación del tránsito indicando la distancia.



Fuente: Ministerio de transporte 2004

FIGURA 246 SEÑAL SIO-05-. (SENDERO PEATONAL)

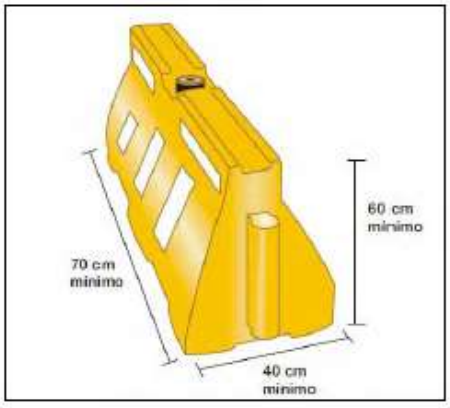
Se utiliza pata advertir a los usuarios los pasos petonales que existe en la zona e la obra.

16.2.3. Dispósitivo Canalizadores de Tránsito.

Son elementos que se emplean para encauzar al tránsito de vehículos y petones a lo largo de un tramo en construcción, marcando las trancicines graduales para indicar: estrechamiento, cierres y cambios de dirección de la ruta con motivo de obra.

16.2.3.1. Clasificaciones de los dispositivos para analizar el tránsito.

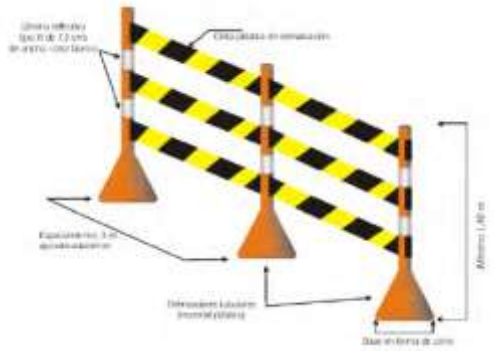
- **BARRERAS**:Las barreras son dispositivos plásticos flexibles (Maletínes), de color naranja con franjas de lámina reflectivas y dimensiones largo 70cm y alto 60cm.



- **CONOS**: Son dispositivos de forma cono truncado, con base cuadrada, de color naranja con franjas de lámina reflectivas y dimensiones alto 45cm



- **INDICADORES TUBULARES DE ALINEAMIENTO**: Los indicadores tubular son dispositivos plásticos resistente a los impactos, de color naranja con franjas de lámina reflectivas y dimensiones largo 3mts y alto 70-1.40cm, con tres franjas de 7.5cm.



- **CANECAS**: Las canecas plásticas livianas utilizada para separar el tránsito, de color naranja con franjas de lámina reflectivas y dimensiones; Diametro 40mts y alto 80cm.



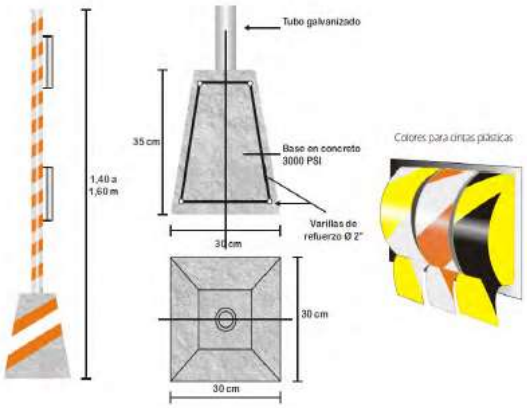
B

- **BARRICADAS**: Las barricadas se utiliza para realizar cierres parciales, en sentido perpendicular al eje de la vía, de color naranja con franjas de lámina reflectivas y dimensiones; Largo 2.0mt a 2.40mts y alto 20cm por baranda con una altura total de 1.50mts.

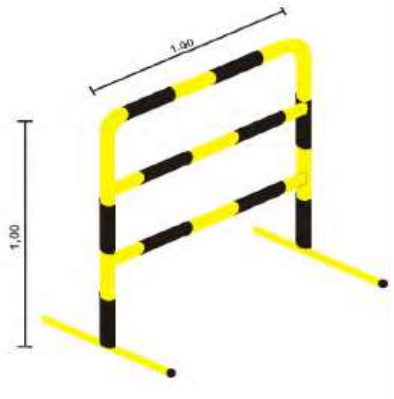




- **TABIQUES, CINTAS PLÁSTICAS Y MALLA**: La función de estos dispositivos es de cerrar el perímetro de una obra e impedir el paso de tierra o escombros hacia la zona contigua a la zona de trabajo. las cintas o tabiques se ancla en terreno separado cada 3mts CON ALTURA DE 1.40mts.

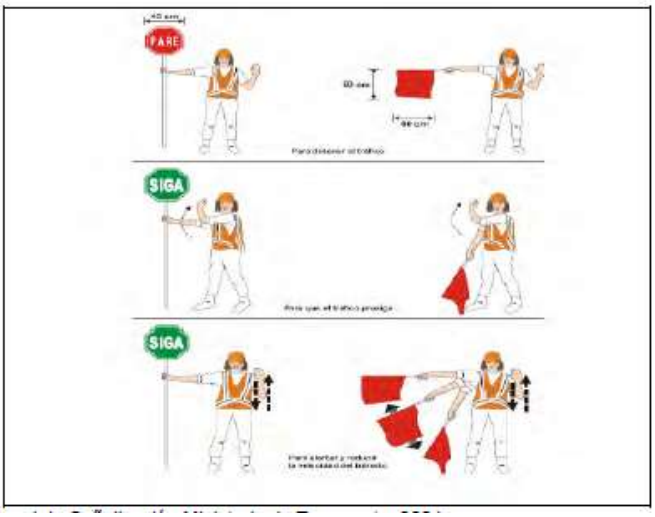


- **REJA PORTÁTIL PEATONAL:** La función de estos dispositivos son empleados en obras de corta duración tales como cajas, pozos, andenes etc. Se instala en la zona a trabajar, dando seguridad al peaton.





- **BARENDEROS:** La función de estos dispositivos es para los casos en que la circulación de los vehículos deba realizarse en forma alternada, caso en donde las vias tenga un flujo bidireccional y emporalmente se dispone de un carrir. Ira acompañada de una señal PARE/SIGA en forma de paleta. Las forma corresponde a la inscripción de un octagono dentro de un circulo mnimo de 45cm de diametro. El fondo de SIGA es de color vede con letras y bordes blanco y el PARA el fondo es de color Rojo con letras bordes blancos.





16.2.4. METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS PLANES DE MANEJO DE TRÁNSITO PARA LAS OBRAS EN EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA.

Teniendo en cuenta que el tránsito vehicular y peatonal, se constituye en una actividad del acontecer diario del Barrio la Gran Colombia, es inispensable que el constructor se esfuerce por presentar buenas condiciones de operación y seguridad para el desplazamiento de los residentes.

16.2.4.1. Introducción

A continuación se presenta el documento Plan de Manejo de Transito para el proceso constructivo de los Diseños propuestos en el contato IDIGER No 410 del 2019 "ESTUDIOS PARA EL PLANTAMIENTO Y EVAUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRITOBAL", que se desarrollaran entre la **Zona Alta**: Calle 12 B sur y Calle 11 Sur entre Carrera 21 C Este y Carrera 23 Este (ver Ilustración 29). **Zona Baja**: Esta delimitada entre la Calle 11 Sur y Ronda rio FUCHA entre Carrera 21 C Este y Carrera 23 Esta del Barrio la Gran Colmbia(ver Ilustración 29). El barrio la Gran Colombia por tratarse de un sector residencial se requiere la realización del Plan de Manejo de Transito (PMT) cuya implementación y desarrollo estará a cargo de la firma contratista. Este PMT se implementara armonizado con el cronograma de obra previsto.

16.2.4.2. Objetivos

Objetivo General

- El objetivo de este documento es el de mitigar el impacto general po las obras durante la construcción del proyecto, con el propósito de brindar un ambiente seguro, limpio, ágil y cómodo a los conductores, petones, personal de obra, residentes y de los Barrios vecinos donde se ejcutará la obras, bajo el cumlimiento de las normas etablecidas para la regulación del tránsito.

Objetivos Especificos

- Generar el menor impacto en la movilidad en la via principal de la malla vial de la ciudad correspondiente a la Carrera 18 Este, donde se desprende tres vias de accesos al barrio la Gran Colombia y su nomenclatura es: Calle 13 A Sur, Calle 12 B Sur y Calle 8 Sur de la localidad Cuarta de San Critobal Sur.
- Procurar la seguridad e integridad de los usuarios, peatones y trabajadores.
- Evitar en lo posible la restricción u onstrucción de los flujos vehiculare y petonales.
- Ofrecer a los funcionarios una señalización clara y de fácil intepretación, que les facilite la toma de decisiones en forma oportuna, agíl y segura.
- Implementar rutas laternativas con elementos de control y operación del tránsito.
- Prestar atención continua a la seguridad en las vías dentro del área de influencia de la obra en ejecución.
- Desarrollar solucions definitivas, de tal manera que minimice el impacto a los usuarios del sistema de transporte, con elementosde control y operación del tránsito, para permitir al transporte público y apaticular la optimización de distancias y tiempos de recorridos de acuerdo con los devios requeridos para a la ejecución de lasobras.

16.2.5. Localización de las obras de Mitigación del Riesgo

El proyecto objeto de este informe se encuentra en la localidad Cuarta de San Cristobla Sur, Barrio La Gran Colombia. Las obras de mitigación del riesgo propuestas en el barrio La Gran Colombia se desarrollan en dos zonas definidas así:

- **Zona Alta**: Esta delimitada entre la Carrera 22 Este y Carrera 22 C Este entre Calle 11 Sur y Calle 12 B Sur del Barrio la Gran Colombia (ver Ilustración 29).

- **Zona Baja**: Esta delimitada entre la Carrera 21 C Este y Carrera 23 Este entre Ronda Rio Fucha y Calle 11 Sur del Barrio la Gran Colombia(ver Ilustración 29).



ILUSTRACIÓN 29. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO RESPECTO A LA MALLA VIAL DEL BARRIO.
Fuente: www.mapas.bogota.gov.co.

16.2.6. Características del área de Influencia de las obras.

16.2.6.1. Zona de Influencia.

De acuerdo a los lineamientos establecidos por el Manual de Señalización Vial – Dispositivo para la regulación del Territori en Calles, Carreteras y Ciclorrutas de Colombaia[16] la zona de influencia para obras de interferencia mínima,

[16] Ministerio de Transporte, República de Colombia. decreto 1050 de mayo de 2004

comprende un área alrededor de las obras, en distancia o menor "….100 metros….".

A partir de la anterior consideración y de acuerdo con las carácterísticas de la vialidad y los usos del suelo predominante (residencial), se define como área de influencia la zona limitada al Norte con el rio FUCHA , al Sur por la quebrada la Pichoza, al Oiriente por la Carrera 23 Este limtando con el Barrio Los Laureles Sur oriente y al Occidente por la Carrera 21 C Este Este limitando con el Barrio Las Brisas. Tal como se observa en la figura



FIGURA 247 ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

16.2.6.2. Uso del Suelo.

El área de influencia directa de la vía a intervevenir, presentan usos del suelo residencial y educativo, en terminos generales se puede decir que presenta uso del suelo misxto.

16.2.6.3. Características Físicas y Estado de las Vías.

Las importantes de la malla vial local, que se encuentra en la zona de influencia del proyecto son:

- **Carrera 22 Este (Vía Acceso principal al Barrio La Gran Colombia):** Esta es una vía local tipo de doble sentido de circulación norte –sur y viceversa (10 metros de ancho), con dos carriles de 3.00 metros de ancho, con pavimento en concreto y andenes construido parciamente por los propietarios y con demarcación (Ver Ilustración 30, Fotografia 65 y Fotografia 66).

- **Calle 12 B Sur (Vía Acceso Zonal Alta del Barrio La Gran Colombia):** Esta es una vía local tipo de doble sentido de circulación occidente – oriente y viceversa (13 metros de ancho), con dos carrires de 3.00 metros de ancho, con pavimento en afirmado, sin andenes construido y ninguna demarcación (Ver Ilustración 30, Fotografia 67 y Fotografia 68).

- **Calle 11 A Sur (Vía Acceso principal que divide el Barrio La Gran Colombia):** Esta es una vía local tipo de doble sentido de circulación occidente – oriente y viceversa (13 metros de ancho), con pavimento en concreto y andenes construido y con demarcación, esta vía ademas de dividir el barrio en zona alta y baja del proyecto, la vía es el acceso principal al barrio vecino Los Laureles Sur Oriental. (Ver Ilustración 30, Fotografia 69 y Fotografia 70).



ILUSTRACIÓN 30 LOCALIZACIÓN VÍAS PRINCIPAL DE ACCESO AL BARRIO LA GRAN COLOMBIA.



FOTOGRAFÍA 65: *CARRERA 18 ESTE ENTRE DIAGONAL 10 SUR Y DIAGONAL 13 SUR.*



Fotografía 66: CARRERA *18 ESTE ENTRE DIAGONAL 10 SUR Y CALLE 9 A SUR.*

	
FOTOGRAFÍA 67. *DIAGONAL 10SUR ENTRE CARRERA 18 ESTE Y CARRERA 19 BIS ESTE*	Fotografía 68 DIAGONAL 10SUR ENTRE CARRERA 18 ESTE Y CARRERA 19 BIS ESTE.
	
Fotografía 69 VÍA PRINCIPAL *CALLE 9 A SUR ENTRE CARRERA 18 ESTE Y CARRERA 19 ESTE*	Fotografía 70 **.** VÍA PRINCIPAL *CALLE 9 A SUR SIGUE DESDE LA CARRERA 19 B ESTE AL BARRIO LOS LAURELES SUR ORIENTAL.*

16.2.7. Características del Tránsito vehicular Peatonal**.**

A continuación se presentan las caracteríaticas del tánsito vehicular y peatonal en la zona de influencia del proyecto.

16.2.7.1. Volúmenes Vehiculares.

Conocida el área de influencia del proyecto en su totalidad y visualizando el comportamiento del tránsito vehicular sobre las vías de acceso al Barrio La Gran

colombia correspondientes a la Carrera 22 Este y la Calle 12 B sur. se realiza toma de información vehicular, pero no se registran volúmenes sobre la vía debido a que el servicio público de Bus SITP hace su parada en la Calle 13 A sur con Carrera 22 Este y esta fuera del área de influnecia del proyecto, en la Ilustración 31 se puede apresiar horarios de la ruta.

La via principal de ingreso y salida vehicular del barrio Gran Colombia corresponde a la Calle 13 B Sur, es utilizada por vehículos de Servicio Público, particulares, surtidores, motos , bicicletas con un volúmenes alto. A esta via sera una de las que se presentará en el plano PL_ PMT 1 DE 2 las señales a utiliar en el PMT.



ILUSTRACIÓN 31 LOCALIZACIÓN PARADERO BUS SITP

16.2.7.2. Volúmenes Peatonal.

Conocida el área de influencia del proyecto en su totalidad y visualizando el comportamiento del tránsito peatonal en la zona de influencia directa, se debe disponer de un sistema de señalizacion que sean preventiva, informativa para los residente, especialmente en las siguientes vias.

- ✓ Carrera 18 Bis Este.
- ✓ Carrera 19 Este.
- ✓ Carrera 19 A Este
- ✓ Calle 9 A Sur.
- ✓ Diagonal 10 sur con Carrera 19 B Sur Este

Las vias residenciales y vehiculares del barrio Gran Colombia anteriormente enunciadas en el PL_ PMTR 1 DE 2 se indica las señales a utiliar en el PMT.

16.2.8. Características Generales de la Obra

La obra a realizar en general consiste en la construcción de obra de mitigación del riesgo por fenómenos de remosión en masa en el Barrio La Gran Colombia, las obras proyectadas a ejecutar son: Cortina de Pilotes enterrados, Cajas Drenantes, Alcantarillado para Aguas Residuales y Obras de Embellecimiento (ver FIGURA 248).



FIGURA 248. LOCALIZACIÓN DE OBRAS

16.2.8.1. Duración y Horarios de la Obra

La construcción de las obras de mitigación de riesgo tiene una duración de 18 meses y el presente plan de manejo de tránsito se implementará según la fecha presente en los formatos que se lleven en la obra. Durante la etapa de construcción, el personal cumplirá labores de lunes a sábado entre 7:00 horas a las 17:00 horas por que las obras colinda con predios residenciales.

16.2.8.2. Maquinaria y Equipos a Utilizar

A continuación, se presenta las herramientas, equipos y transportes para las actividades de construcción de las obras de mitigación del riesgo en el Barrio la Gran Colombia:

- Martillos Neomáticos.
- Retroexcavadoras de Oruga.
- Retroexcavadora de Llanta.
- Volquetas y/o Dobletroques.
- Equipo de Excavación Diriguida.
- Vibrador de concreto.
- Rana, saltarín etc.
- Bombas para Extracción de Aguas.
- Plantas Eléctricas.
- Equipo y/o formaletas para intivados.
- Herramienta menor.

16.2.9. Disposición de señales y canalisadores del tránsito vial en la obra

Una vez se cuente con la aprobación del PMT en las fechas y horarios establecidos por parte de la SDM, se procederá a instalar todas las señales preventivivas, reglamentarías e informativas que requiera el adecuado funcionamiento del PMT, para la construcción de las obras de mitigación del Riesgo en el Barrio La Gran Colombia y contará con le confinamiento de la zona de obra con ayuda de malla ecológica, cinta de seguridad y se empezará las labores de construcción.

A continuación, se muestra la disposición de la señalización viales que se tendrán en las zonas que se encuentra intervenidas por las obras de Mitigación de Riesgo en el Barrio La Gran Colombia.

16.2.9.1. Localización de Señales para el Tráfico Pesado en el Ingreso y Salida de Maquinari, equipos y Material.

El barrio La Gran Colombia cuanta con dos vías bifuncionales para el ingreso y/o salidad de maquinaria pesada con material de la obra o ingreso del mismso para la construcción de las obras civiles de mitigación del rielgo.

Esta actividad de circulación de vehículos pesados disminuyerán la capacidad vial, lo que puede ocacionar serias dificultades sobre el flujo vehicular, tránsito peatonal, pasajeros, personal de la obra, comerciantes y residentes del sector.

Para el transporte de entrada y salidad de material de la obra debe cumplir con lo establecido en el Decreto 034 de 2004 "Por el cual se establece condiciones para el tránsito de vehículos de carga en él área urbana del Distrito Capital y se dicta otras disposiciones" y decreto 325 de 2006 "por medio del cual se adopta medidas para reducir la contaminación y mejorar la calidad del aire en el Distrito Capital.

En la Ilustración 32 y en plano PL_PMTR-002 se ilustras la localización de las señales canalizadoras del tránsito (bandereros) y señales informativas. De acuerdo a lo observado y estado de las vías se recomieda utilizar las vías así:

- **Tránsito por la Calle 13 B Sur con Carrera 18 Este:** Se recomienda la utilización de esta via para trasporte pesado mayor a 3 toneladas, siendo la más indicada para la entrada y salida de maquinaria pesada, equipo de construccción,material de excavación y matarial para construcción de la obra.Para la utilización de la via se recomienda instalar una cuadrilla de paleteros para que cierren temporalmente la via en la salidas y/o ingreso de los vehículos pesados (ver Ilustración 32 y PL_PMTR-002).

- **Tránsito por la Calle 8 Sur con Carrera 20 Este:** Se recomienda la utiliazación de esta via para trasporte transito de vehiculos menos a 3 toneladas, siendo la más indicada para el tránsito de vehiculos estacas debido a lo pronunciado de la pendiente y angosta de la vía. Para la utilización de la via se recomienda instalar una cuadrilla de paleteros para que cierren temporalmente la via en la salidas y/o ingreso de los vehículos (ver Ilustración 32 y PL_PMTR-002).

Las labores de los auxiliares del tránsito (paleteros) en las vías de acceso al barrrio que son bidireccionales, para el control de ingreso y salida de maquinaria pesada, debe estar en coordinación con las cuadrillas designadas, provistas de medios de comunicaci (boquitoquis), paletas, chalecos reflectivos, conos y cinta de señalización.

Las funciones de los auxiliares de tránsito en concordancia con su par deben estar pendientes de dar prelación a los vehiculos circulantes en las vías de acceso y salida de marcasa en el plan de manejo del transito y solamente una vez estén la maquinaria pesada en los puntos de ingreso de las rutas demarcadas en la Ilustración 32, deben coordinar enque momento la vía tiene el menos número de tránsito de veiculos particulares y/o servicio público, para el cierra de la via temporalemte por 10 minutos evitando el ingreso a la via cuando se este movilizand la maquianrai pesada de la obra. No se permite transito mixto con vehiclos particulares y públicos y/o maquinaria pesada de la obra en la vía debido, especialmente a que las vías son angostas, tiene un alto grado de pendiente y sus curvas son muy estrechas.



ILUSTRACIÓN 32. LOCALIZACIÓN DE SEÑALES PARA INGRESO Y/O SALIDA DE MAQUINARÍA, EQUIPOS Y MATERIAL DE OBRA.

16.2.9.2. Localización de Señales en la zona de Influencia directa de las obras de mitigación

La función de la señalización durante la construcción de las obras de mitigación del riesgo en el Barrio la Gran Colombia, es la de guiar, en forma segura al tránsito vehicular y peatonal, el cual será orientdo para prevención de riesgos, tanto para los usuarios de las vías como para el personal que ejecuta las obras en el barrio.

En el PL_ PMTR 1 y en las siguientes figuras presentaremos la localización de las selañales a instalar para cumplir con el PMT en las obras de Mitigación del Riesgo del Barrio la Gran Colombia.

- **ZONA BAJA: CONSTRUCCIÓN DE CAJAS DRENANTES No 1 y 2, CORTINA DE PILOTES EN UNA LONGITUD DE 96 MTS Y OBRAS DE PAISAJISMO.**

Se recomienda instalar las señales de transito en la calle 11 sur con calle 10 sur: de cierre de via, sendero peatonal, barreras y el auxiliar de tránsito debe estar localizado en la carrera 22 c este con calle 11 para que controle el ingreso y salida de maquinaria pesada. este sitio es el lugar ideal para pátio de maquinas y zona de cargue y descargue de material de obra de construcción. En la carrera 22 C este con calle 11 sur, se requierre cierre de via permanente. Para el ingreso a los predios sobre la carrera 22 C este con calle 10 sur se instalra un sendero petonal con un ancho minimo de 1.20 mts, para separa el transito de los obreros y equipo de construcción, como se muestra en PL-PMTR 1 y ver ILUSTRACIÓN 33

.

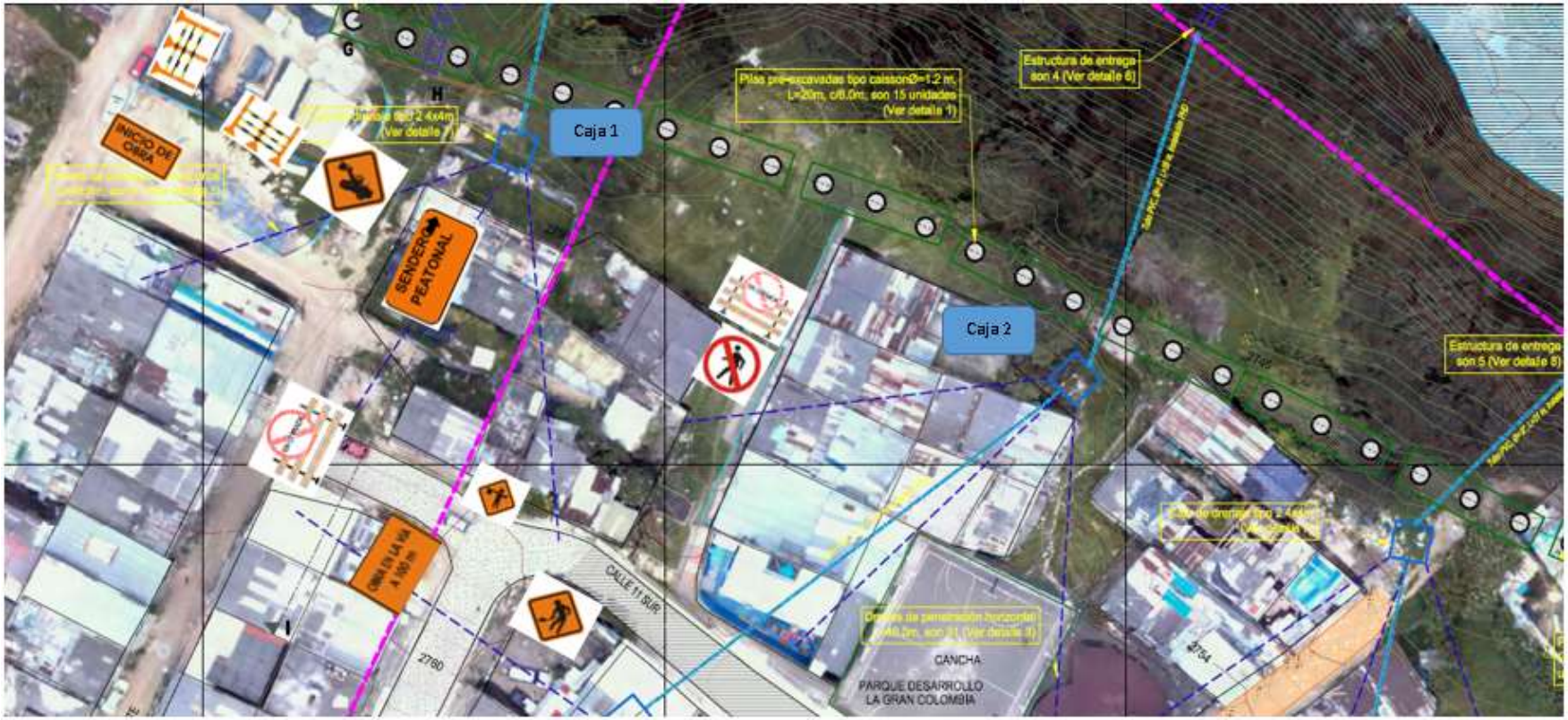


ILUSTRACIÓN 33. LOCALIZACIÓN DE SEÑALES DEL PMT EN CONSTRUCCIÓN CAJAS DRENANTES 1, 2, CORTINA DE PILOTES Y OBRAS DE PAISAJISMO.

- **ZONA BAJA: CONSTRUCCIÓN DE CAJAS DRENANTES No 3 y 4, CORTINA DE PILOTES EN UNA LONGITUD DE 112 MTS Y OBRAS DE PAISAJISMO.**

  Se recomienda instalar las señales de transito en la calle 22 B Este, Calle 23 Este y Calle 23 Bis Este de: cierre de via, sendero peatonal, barreras y el auxiliar de tránsito debe estar localizado en la carrera 22 B Este con calle 11 para que controle el ingreso y salida de maquinaria pesada. Este sitio es el lugar ideal para cargue y descargue de material de obra de construcción, este sitio solo re requiere cierre de via temporal, Para el ingreso a los predios sobre la carrera 22 B Este se recomienda instalra un sendero petonal con un ancho minimo de 1.20 mts, en las Calle 23 Este y Calle 23 Bis no requiere sendero petonal por la dificulta para ingreso y transporte de material, solamente se requiere barrreras de cierre de vía y señal de prohibido paso petonal al áreade obra, ver PL-PMTR 1 y Ilustración 34.



ILUSTRACIÓN 34. LOCALIZACIÓN DE SEÑALES DEL PMT EN CONSTRUCCIÓN CAJAS DRENANTES 3, 4, CORTINA DE PILOTES Y OBRAS DE PAISAJISMO.

- **ZONA ALTA: CONSTRUCCIÓN DE CAJAS DRENANTES No 5 Y OBRAS DE PAISAJISMO.**

Se recomienda instalar en la carrera 22 Este y Calle 11 sur las señales de tránsito de: inicio de obra, Obra en la via a 100, Obreros en vía, angostamiendo a la derecha y canalizador del tránsito. La construcción de la caja drenante No 5 se realizará dentro de un predio medianero en la calle 11 Sur No 22 Este - 15. Las señales propuestas son para la salida y/o entrada de transporte pesado con maquinaria y material de obra de construcción. En este sitio solo se requiere angostamiento de via temporal para el ingreso y salida de material de obra y la utilización de un auxiliar de trnasito para el control de la maquinaria, como se muestra en PL PMTR 1 y ver Ilustración 35 e Ilustración 36.

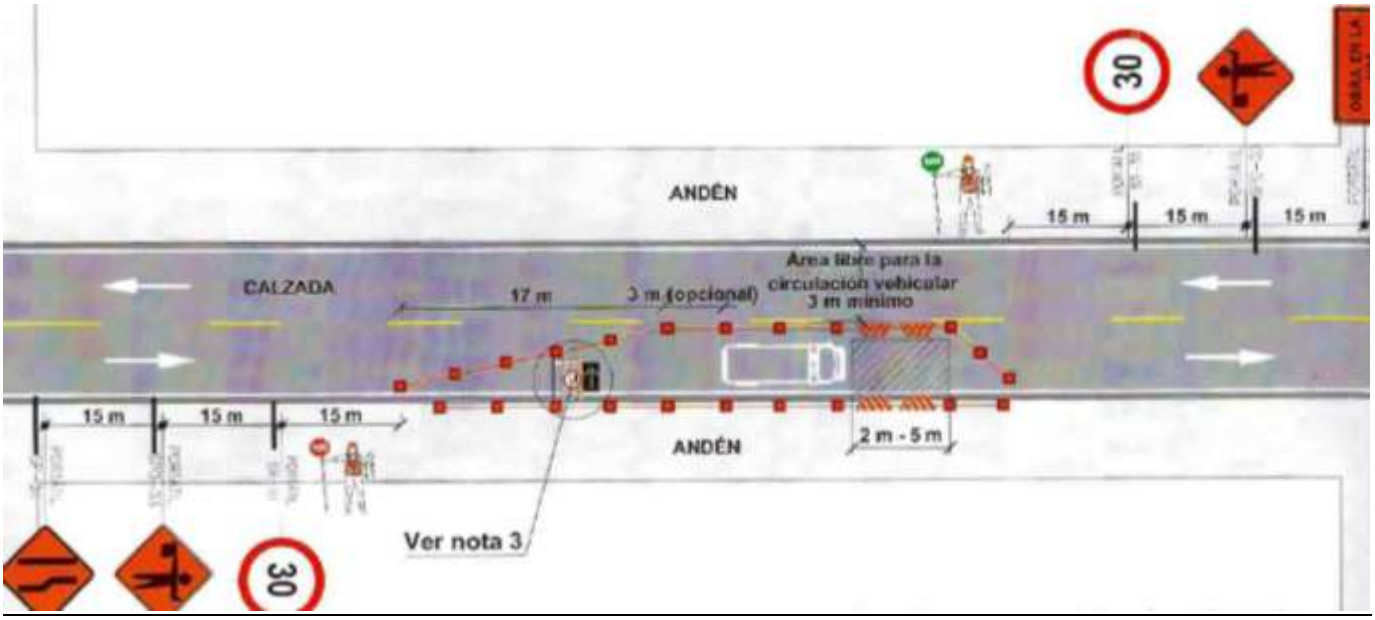


ILUSTRACIÓN 35. SEÑALES DEL PMT EN CONSTRUCCIÓN CAJA DRENANTE NO 5 Y OBRAS DE PAISAJISMO TEMPORAL.



ILUSTRACIÓN 36. LOCALIZACIÓN DE SEÑALES DEL PMT EN CONSTRUCCIÓN CAJA DRENANTE NO 5 Y OBRAS DE PAISAJISMO.

- **ZONA ALTA: CONSTRUCCIÓN DE CAJAS DRENANTES No 6, 7 Y OBRAS DE PAISAJISMO.**

  Se recomienda instalar en la Calle 11 sur Carrera 22 C Este y en zona verde en la carrera 22 D frenta IDE Grancolombia las señales de tránsito de: inicio de obra, Obra en la via a 100, Obreros en vía, angostamiendo a la derecha y canalizador del tránsito. La construcción de la caja drenante No 6 se realizará dentro de un predio esquinero en la en la Calle 11 sur con la Carrera 22 C Este, para la realización de la obra se hace un angostamiento temporal de la vía para actividades de cargue y descargue de material y en la caja drenante No 7 se requiee de cierre de la via teporal debido al ancho de la via y transito de personal escolar, es indispensable tener un paletero para el control de la maquinaria en la salida y entretrada de material a la obra, como se muestra en PL_ PMTR 1 y ver Ilustración 37.



ILUSTRACIÓN 37. LOCALIZACIÓN DE SEÑALES DEL PMT EN CONSTRUCIÓN CAJA DRENANTE NO 5 Y OBRAS DE PAISAJISMO.

- **ZONA ALTA: CONSTRUCCIÓN DE DRENES HORIZONTALES SOBRE TALUD.**

  Se recomienda instalar en la Calle 12 B sur Carrera 22 C Estas señales de transito de: inicio de obra, Obra en la via a 100, Obreros en vía, angostamiendo a la derecha y canalizador del tránsito. La construcción de los drenes horizontales se realiza sobre el talud en la Calle 12 B sur con la Carrera 22 C Este, para la realización de la obra se hace un angostamiento temporal de la vía para actividades de instalación de equipo y actividad de perforación horizontal, es indispensable tener un paletero para el control de la maniobra del equipo de perforación, se recomienda hacer cierres temporales, como se muestra en PL_PMTR 1 ver Ilustración 38.



ILUSTRACIÓN 38. LOCALIZACIÓN DE SEÑALES DEL PMT EN CONSTRUCIÓN DE DRENES HORIZONTALES SOBRE TALUD.

16.3. INVENTARIO FLORESTAL.

16.3.1. Introducción.

El presente informe, expone las características físicas y sanitarias de los individuos arbóreos que se encuentran al interior del área definida para el diseño de obras de estabilización de laderas relacionadas con el "ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL".

Para ello se tuvo en cuenta el artículo 10 del Decreto 1791 del 4 de octubre de 1996; por medio del cual se establece el "régimen de aprovechamiento forestal".
Además, se complementó con el Decreto Distrital 531 del 2.010 (manejo del arbolado urbano) y la Resolución 1227 de 2016 (Autorización de tratamientos silviculturales); junto a esta última, se consideró la Resolución 5983 de 2011 y la Resolución conjunta No. 001-2017, la cual describe sobre los árboles que no requieren permiso y la modificación del artículo 40 de la Resolución 5983 de 2011, respectivamente.

Así mismo, se hizo caso a lo mencionado en la Resolución 7615 de 2.009, expedida por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), la cual prohíbe especímenes considerados como propagadores de los incendios forestales en los cerros orientales; así mismo, se tuvo en cuenta lo mencionado en el Manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados del Distrito Capital.

Además de lo mencionado, se tuvo en cuenta:

- Decreto 472 de 2013: "Por el cual se reglamenta la arborización, aprovechamiento, tala, poda, trasplante o reubicación del arbolado urbano y se definen las responsabilidades de las entidades distritales en relación con el tema".
- Ley Forestal 1021 de 2006 "Por la cual se expide la Ley General Forestal"
- Manual Verde
- Proyecto No. 190 de 2008 "Por medio del cual se establece la arborización con especies nativas en áreas de cesión destinadas para parques y zonas verdes de equipamientos urbanos públicos o privados, y se dictan otras disposiciones"

Igualmente, el inventario forestal complementó lo establecido en el Manual de Arborización para Bogotá D.C. publicado por el Jardín Botánico de Bogotá "José Celestino Mutis" -JBB-.

Por otra parte, en los sitios donde se identificaron árboles, arbustos, palmas o helechos arborescentes que pueden ser afectados por el desarrollo del proyecto, se dio cumplimiento tanto a las obligaciones como a lo establecido por la autoridad ambiental competente.

Es importante mencionar que, de acuerdo con los objetivos del proyecto, el inventario forestal del área de estudio, se realizó al ciento por ciento y no estuvo encaminado a una caracterización ecológica de la comunidad forestal; por lo tanto, no se presenta un análisis estructural (horizontal y vertical), ni una composición florística y diversidad de las coberturas vegetales.

Junto a lo anterior, el presente informe aplica para el polígono definido como "área de influencia directa", en donde se llevarán a cabo las obras de estabilización para el "ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL".

Por lo tanto, bajo contrato de consultoría No. IDEGER 410 de 2019 suscrito entre el CONSORCIO TYT y el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático -IDEGER-, cuyo objeto es "ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL"; el presente informe describe el desarrollo del inventario forestal para el área en mención y los resultados finales del mismo, lo anterior con el fin de tramitar ante la Secretaría del Medio Ambiente -SDA-, la resolución de aprovechamiento forestal para el proyecto.

Finalmente, el informe de Inventario Forestal, se ha estructurado bajo las condiciones establecidas en el ANEXO TÉCNICO numeral 2.14.4 INVENTARIO FORESTAL de la consultoría.

16.3.2. Objetivos:

Para la etapa de diseños y con base en los objetivos del proyecto "ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN

CRISTÓBAL", se presenta a continuación los objetivos que se buscan con la realización del inventario forestal para el permiso o autorización de tala, poda, traslado del arbolado urbano:

16.3.2.1. Objetivos específicos:

- Identificar la totalidad de la vegetación arbórea existente en el área definida.
- Levantar los datos de campo que permitan realizar el registro general e individual de todas las especies arbóreas.
- Identificar el tratamiento silvicultural recomendado para cada individuo arbóreo existente de acuerdo con las condiciones técnicas y necesidades del proyecto.
- Generar planos de ubicación de las especies arbóreas del inventario forestal mediante georreferenciación con GPS.
- Consolidar la información requerida por la Autoridad Ambiental para otorgar el permiso de aprovechamiento forestal en el sitio específico de intervención de obras de estabilización de laderas.

16.3.3. Localización del Proyecto

El área de estudio, se encuentra ubicado en la localidad de San Cristóbal, en la UPZ San Blas, sector catastral Molinos de Oriente, el barrio abarca diez (10) manzanas, ciento veintisiete (127) predios, cuatro (4) zonas verdes, dos (2) zonas dotacionales, cinco (5) vías peatonales y ocho zonas viales tiene un área de 3,02 ha.

Por el Norte, se encuentra limitada por el Río Fucha; por el Oriente, se restringe a la Carrera 23 Este; por el Sur, colinda con la Calle 12 B Sur; y, por el Occidente, la define la Carrera 22 Este (FIGURA 249).

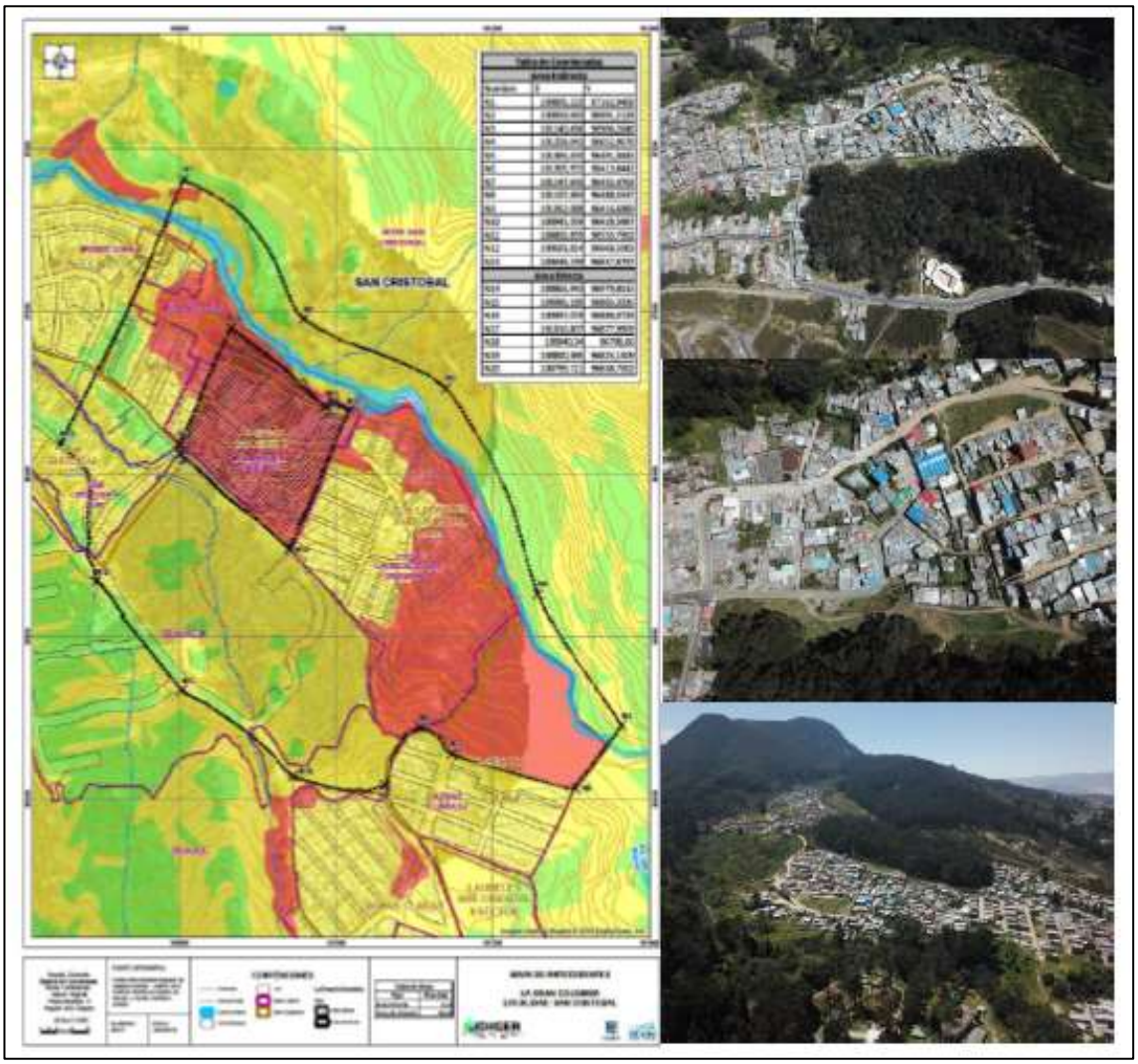


FIGURA 249 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL POLÍGONO DEL BARRIO LA GRAN COLOMBIA, LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL.
FUENTE: ANEXO TÉCNICO, IDIGER (2019)

En la FIGURA 249, se identifican dos áreas de intervención; un área directa (3,12 Ha) correspondiente al barrio La Gran Colombia, y un área indirecta (23,5 Ha) que permite la evaluación de las condiciones actuales y su influencia en la problemática presentada en el barrio La Gran Colombia.

16.3.4. Justificación:

El sitio de estudio, se encuentra localizado en la parte alta de la localidad de San Cristóbal en la margen izquierda del Rio Fucha. El área directa de estudio abarca aproximadamente un cuadrángulo de 190mx190m y el área indirecta abarca toda la cuenca alta del Rio Fucha en un área de aproximadamente 30 Ha.

En la parte baja el sitio de estudio conexa con el Rio Fucha por donde se prolonga la falla de San Cristóbal que se extiende de occidente a oriente; es una falla de tipo transversal y de una dimensión importante. Con base en las observaciones de campo se observa que el barrio está emplazado sobre un gran depósito de tipo Aluvio-coluvial, superficialmente enmarcado dentro antiguos depósito del Rio Siecha y en el basamento se encuentra la formación Guaduas.

Con base en el Estudio técnico E-4-RM-9 de 2000, se observa que dentro de la instrumentación para el monitoreo de fenómenos de remoción en masa se presenta un desplazamiento de gran parte del barrio, siendo más acentuado hacia la parte media baja del barrio, y en menor proporción hacia la parte alta; lo que indica que se presenta un problema generalizado de estabilidad de todo el barrio.

La falla de San Cristóbal es de tipo transversal y de dimensión importante, y abarca el tercio inferior del barrio. Se presume que debajo del rio Fucha hay una gran brecha de falla que puede tener aproximadamente 60 m de ancho. Por encima de esta brecha se encontrarían depósitos de la formación de Rio Siecha; con deslizamiento acentuados. Según las observaciones de campo se considera que desde el rio Fucha hasta la calle 9A sur se presenta una zona de deslizamiento activa y más hacia el sur se encontraría una zona menos activa. Con la exploración geotécnica se espera dar claridad del modelo y condición litológica.

En la parte baja de la ladera; desde el rio Fucha hasta la Calle 9 A sur se observan escalonamientos pronunciados que indican que hay una falla rotacional profunda sobre los depósitos allí presentes, también es evidente en

los agrietamientos registrados en los conceptos técnicos sobre las viviendas que se encontraban en la zona.

Esta falla rotacional es inducida por condiciones particulares de sub-presiones que genera el agua atrapada en la brecha de falla y la formación Guaduas y depósitos. En la parte de arriba de la ladera se presenta un efecto secundario de desplazamiento, ya que al haber descofinamiento lateral del depósito en la parte baja existe una tendencia de desplazamiento horizontal del depósito.

Otro componente importante del modelo conceptual de desplazamiento es el aporte constante de aguas subterráneas de la Quebrada La Pichosa al material de alta permeabilidad del depósito de formación de Rio Siecha; compuesto bloques angulares y sub-redondeados en una matriz areno-arcillosa. Una condición impermeable de la Formación Guaduas y una condición semi-impermeable del depósito de la Formación Rio Siecha generan una condición de flujo de aguas inducido por infiltración de la Quebrada La Pichosa hacia la parte baja y tienen incidencia sobre la estabilidad del depósito.

La FIGURA 250, presenta el modelo conceptual de la estabilidad del barrio de acuerdo con las observaciones técnicas en campo, los diagnósticos y conceptos técnicos emitidos, y la información secundaria.

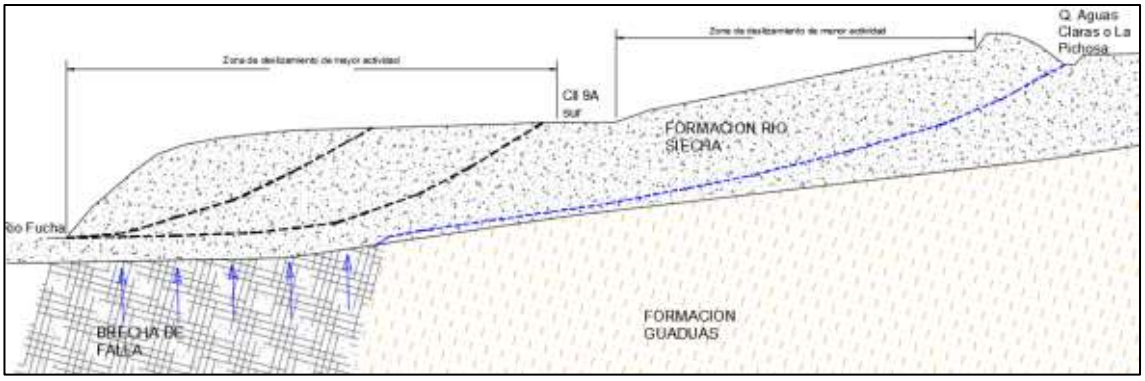


FIGURA 250. MODELO CONCEPTUAL INICIAL DE ESTABILIDAD DEL BARRIO, SEGÚN OBSERVACIONES DE CAMPO.
FUENTE: CONSORCIO TYT

La Fotografía 71 a Fotografía 80, presentan algunas de las características de la Formación Rio Siecha, y de las construcciones que se han realizado en el área de estudio.



FOTOGRAFÍA 71. FORMACIÓN RIO SIECHA EN LA PARTE ALTA DE LA ZONA DE ESTUDIO DEL BARRIO LA GRAN COLOMBIA.
FUENTE: CONSORCIO TYT



FOTOGRAFÍA 72. DEPÓSITO ALUVIAL EN SU CONDICIÓN ORIGINAL, NO SE VE AFECTADA POR DESLIZAMIENTOS.
FUENTE: CONSORCIO TYT



FOTOGRAFÍA 73. NO SE EVIDENCIA INCIDENCIA DE DESPLAZAMIENTO EN LA PARTE ALTA DEL ÁREA DE ESTUDIO.
FUENTE: CONSORCIO TYT



FOTOGRAFÍA 74. NO SE EVIDENCIA PROBLEMAS ESTRUCTURALES, SIN EMBARGO, SE OBSERVAN HUELLAS DE HUMEDAD.
FUENTE: CONSORCIO TYT



FOTOGRAFÍA 75. ZONA DE DESLIZAMIENTO ACTIVO A PARTIR DE LA CALLE 9 A SUR.
FUENTE: CONSORCIO TYT



FOTOGRAFÍA 76. AGRIETAMIENTO DE LAS CASAS EN LA PARTE BAJA DE LA CALLE 9A SUR. SE EVIDENCIA UNA TENDENCIA DE DESLIZAMIENTO HACIA EL COSTADO NORTE DEL BARRIO.
FUENTE: CONSORCIO TYT



FOTOGRAFÍA 77. DETALLE DE ESCARPE DE FALLA.
FUENTE: CONSORCIO TYT



FOTOGRAFÍA 78. INCLINACIÓN DE LOS ÁRBOLES REFLEJA UN DESPLAZAMIENTO ACTIVO DE LA ZONA.
FUENTE: CONSORCIO TYT



FOTOGRAFÍA 79. AGRIETAMIENTO DE VIVIENDA AL COSTADO NOR-OCCIDENTAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.
FUENTE: CONSORCIO TYT



FOTOGRAFÍA 80: ESCARPE DE FALLA Y VIVIENDA PARCIALMENTE DEMOLIDA.
FUENTE: CONSORCIO TYT

Ligado a lo mencionado, se presenta a continuación los conceptos técnicos que se han desarrollado en el área de estudio, los cuales refuerzan el modelo conceptual de estabilidad del barrio La Gran Colombia.

- Concepto CT-3123 de abril de 1999:

Correspondiente al proyecto de Reubicación de familias en zonas de alto riesgo de Santa Fe de Bogotá, específicamente para los barrios Manila, Gran Colombia y Laureles en la localidad de San Cristóbal, realizado por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias adscrita a la Secretaria de Gobierno de la Alcaldía de Bogotá.

En este concepto técnico, se presentan los antecedentes, el perfil geológico regional, unas generalidades de amenaza, vulnerabilidad y riesgo para el polígono comprendido ente las Carreras 16 A Este y la 22 Este y entre las Diagonales 9 y 10 Sur hasta la orilla izquierda del río San Cristóbal. También se presenta una seria de recomendaciones a implementar en el corto plazo.

De acuerdo con los antecedentes la zona de estudio se encuentra ubicada sobre una ladera inestable constituida por un depósito fluvio-glaciar de grandes bloques en matriz arcillosa que yace sobre rocas de la formación Guaduas. Se menciona que dentro de las varias causas de la inestabilidad están: la saturación de los materiales, manejo inadecuado del agua de escorrentía que fluye sobre las calles, ausencia de un sistema de alcantarillado adecuado, procesos de socavación de la margen izquierda del río San Cristóbal e infiltración parcial de la quebrada La Pichosa.

El perfil estratigráfico de la zona de estudio, corresponde a un depósito fluvio glaciar conformado por bloques, cantos y gravas de arenisca angulosos en una matriz arcillo areno limosa cuyo espesor es de hasta 20 m que reposa de forma discordante sobre materiales de la formación Guaduas, los cuales están constituidas por capas de arcillolita gris oscura con un nivel de arenisca en la parte superior.

Referente a la geología estructural, se menciona que la falla de Bogotá avanza por el costado oriental del barrio Laureles y se cruza con la falla de San Cristóbal, constituyendo un nudo de fallas que hacen a esta zona altamente vulnerable a eventos sísmicos.

En la zona de estudio, se identificó una gran cantidad de escarpes de deslizamiento generados por saturación de los materiales debido a flujo

subterráneo y mal manejo de aguas lluvias y servidas. El nivel freático se identificó a una profundidad de 1 m aproximadamente sobre el depósito fluvio glaciar.

Se presenta un análisis cualitativo de riesgo, calificando la zona de estudio en un grado de riesgo alto por fenómenos de remoción en masa, con probabilidad de reactivación del deslizamiento y el posible colapso de estructuras con pérdida de vidas humanas y materiales.

Dentro de las recomendaciones del concepto se presenta la reubicación en el corto plazo de las 21 viviendas del barrio Gran Colombia ubicadas dentro de la zona de alto riesgo no mitigable reseñada en el estudio de INGEOCIM Ltda. Posterior a la reubicación de viviendas también se recomendó la ejecución de las obras de drenaje diseñadas por INGEOCIM Ltda., adicionalmente recomendó abatir el nivel freático y la siembra de eucaliptos para aumentar de manera significativa el factor de seguridad de la ladera.

- Diagnóstico técnico No. DI-1925:

Dentro de los antecedentes nuevamente se citan los Estudios y diseños realizados en el año 1998 por INGEOCIM Ltda., en los que se indica que el barrio Gran Colombia se ubica en una ladera conformada por depósito fluvio-glaciar que yace sobre arcillolitas de la formación Guaduas, siendo las posibles causas de los problemas de inestabilidad la saturación de los materiales del depósito fluvio glaciar ocasionado por la ausencia de un sistema de alcantarillado pluvial y de aguas servidas.

Este diagnóstico, reitera la recomendación del concepto No. CT-3443 de noviembre de 1999, el cual determinan que los predios 7 a 10 de la manzana G se ubican en zona de alto riesgo no mitigable por fenómenos de remoción en masa y que deben ser incluidos en el programa de reubicación de familias en zona de alto riesgo no mitigable. El concepto concluye con la recomendación de incluir en el programa de reubicación de familias en zonas de alto riesgo no mitigable la vivienda ubicada en el lote 6 de la manzana G y se asigna prioridad técnica 2.

El diagnóstico técnico más reciente, emitido por el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático IDIGER, corresponde al DI-11434 como

resultado de la visita técnica realizada el día 01 de febrero de 2018 al predio de la Calle 11 sur No. 22B-02 Este debido a un movimiento en masa de tipo local, aledaño a una obra de rehabilitación y construcción de redes locales de acueducto y alcantarillado sanitario y pluvial contratado por la Empresa de Acueducto de Bogotá con el Consorcio San Cristóbal 4. Durante la visita se evidenció acceso restringido a la vivienda debido a un pandeo de la placa de entrepiso, grietas en muros perimetrales que comprometen la estabilidad global de la vivienda y por ende la habitabilidad de la misma. Por iniciativa del contratista de obra se hizo el apuntalamiento de la placa.

Dentro de las recomendaciones está la verificación de las actas de vecindad para verificar las condiciones de la vivienda antes del inicio de las obras y comparar con las condiciones del momento de la visita técnica y establecer posibles afectaciones durante el desarrollo de la obra. De otra parte, se recomendó a los responsables de la vivienda la evacuación temporal y preventiva hasta que se garantice la condición de estabilidad del sector.

A partir de la información secundaria consultada se puede evidenciar que en la zona de estudio se presenta un proceso de inestabilidad complejo, sobre materiales del depósito fluvio glaciar cuyo espesor es del orden de los 20 m de espesor, este proceso de remoción en masa se encuentra documentado desde hace 20 años, el cual tiene un carácter retrogresivo que ha afectado de modificado el entorno del barrio y que para su estabilización requiere obras de gran envergadura, las cuales comprenden entre otras manejo de aguas superficiales y subterráneas, control de los procesos de socavación de la margen izquierda del río San Cristóbal y otros aportes de agua bien sea por infiltración del caudal de la quebrada la Pichosa.

De acuerdo con las observaciones en campo y la información técnica obtenida a través del portal SIRE del IDIGER, actualmente las viviendas con familias reasentadas se encuentran en demolición parcial y no hay habitabilidad en dichos predios.

- Información geográfica del Instituto de Desarrollo Urbano IDU:

De acuerdo con la consulta en el sistema de información geográfica del IDU (SIGIDU), en el área de estudio del barrio La Gran Colombia se presentan frentes activos de obra autorizados para hacer excavación previa PMT para la

intervención de redes y acometidas de renovación de tubería de Acueducto y Alcantarillado. EL contratista de la obra es el consorcio San Cristóbal 4 bajo el contrato 1-01-34100-1061-2016.

Finalmente, la tabla 3 del Anexo técnico cita los diagnósticos técnicos que han sido emitidos por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias DPAE, resultado de las visitas técnicas realizadas a distintos predios ubicados en la zona de influencia del proyecto para atender eventos que involucran movimiento del terreno y afectación a viviendas, las cuales generalmente como recomendación involucra evacuación del predio, el ingreso al programa de reasentamiento de familias por estar ubicadas sus viviendas en zona de riesgo alto no mitigable y, en su mayoría, se asigna prioridad técnica 1.

Así mismo y de acuerdo con la visita técnica al sitio de estudio, hacia el costado nor-occidente del área definida de estudio se evidencia el agrietamiento de una vivienda que compromete la mitad de la vivienda. Esta deformación sugiere un movimiento de tierra hacia el nor-occidente.

Las Fotografías 75-77, muestra el estado actual de las viviendas y el detalle de algunos de los agrietamientos evidenciados.



FOTOGRAFÍA 81. DEMOLICIÓN PARCIAL DE VIVIENDAS.
FUENTE: CONSORCIO TYT



FOTOGRAFÍA 82: PANORAMA DE LA VIVIENDA CON AGRIETAMIENTO HACIA EL COSTADO NOR-OCCIDENTAL.
FUENTE: CONSORCIO TYT



FOTOGRAFÍA 83: DETALLE DEL AGRIETAMIENTO DE LA CASA NOR-OCCIDENTAL.
FUENTE: CONSORCIO TYT

Con base tanto en lo mencionado como en lo representado en el modelo conceptual de la estabilidad del barrio y las observaciones técnicas en campo; se considera que las especies arbóreas asociadas al proceso de remoción se encuentran efectuando sobrecargas puntuales sobre el depósito de la

formación de Rio Siecha; además y debido a la altura total de las mismas, el viento esta está generando fuerzas de apalancamiento sobre el deslizamiento activo.

De acuerdo con la descripción geológica tanto de la Formación Río Siecha (material de alta permeabilidad compuesto bloques angulares y sub-redondeados en una matriz areno-arcillosa) como de la Formación Guaduas (condición impermeable), se estima que las raíces de las especies vegetales se desarrollan sobre la Formación Río Siecha y, éstas no alcanzan la Formación Guaduas, debido a las características de dureza del material. Además, la quebrada La Pichosa está aportando constantemente aguas subterráneas, lo que hace que el nivel freático sea más alto y el desarrollo de raíces sea en mayor proporción (FIGURA 251).

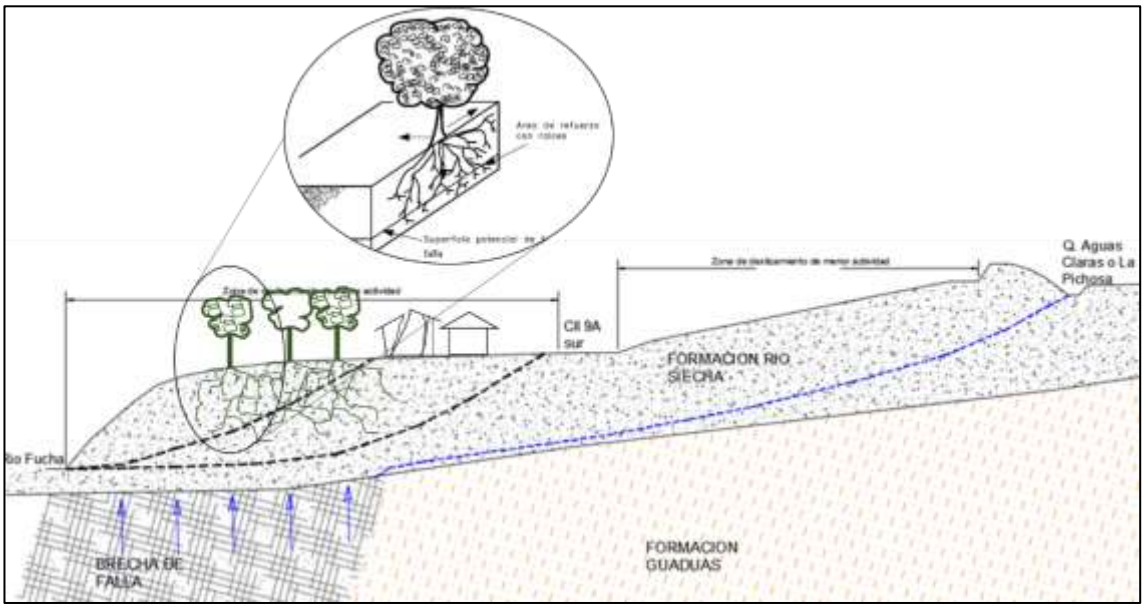


FIGURA 251. MODELO CONCEPTUAL IDEALIZADO DEL COMPORTAMIENTO DE LA VEGETACIÓN SOBRE LA ESTABILIDAD DEL BARRIO, SEGÚN OBSERVACIONES DE CAMPO.
FUENTE: CONSORCIO TYT Y ADAPTADO DE SUÁREZ, 1.998

De otro lado, en terreno se evidenciaron individuos arbóreos inclinados en sentido de la dirección del movimiento, demostrando procesos de reptación.

Por lo tanto y de acuerdo con descrito, se infiere que la masa forestal se está moviendo con el proceso morfodinámico.

16.3.5. Descripción de las Actividades Detalladas a Desarrollar

Como solución geotécnica se propone una estructura de contención por el costado norte del área de estudio en el barrio la Gran Colombia consistente en un grupo de pilas pre-excavadas de concreto de 2.0m de diámetro y profundidad variable entre 12.5 y 24.5 m. Estos pilotes estarán distanciados entre ejes cada 6.0m y unidos en grupos de tres (3) mediante viga de amarre. (FIGURA 252).

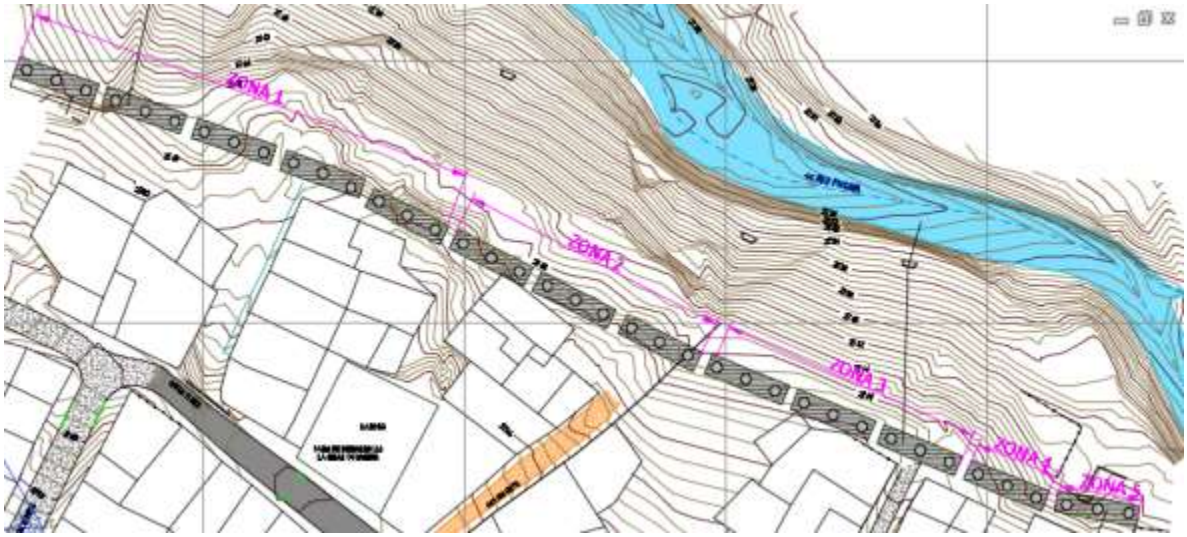


FIGURA 252 DISEÑO DE PANTALLA DE PILAS PRE-EXCAVADAS TIPO CAISSON.
FUENTE: CONSORCIO TYT

Para el control de agua profunda en el sitio de estudio se requiere la construcción de siete (7) cajas drenantes entre 8 y 14.0m de profundidad en donde se instalarán drenes de penetración y se instalara tubería de drenaje mediante sistema PHD. Las cajas 1 a 4 tienen dimensiones en planta de 4 x 4 m y las cajas drenantes 5, 6 y 7 dimensiones en planta de 4 m x 9 m.

Acontinuación de presenta la distribución de cajas drenantes definidas en la solución propuesta. (FIGURA 253)

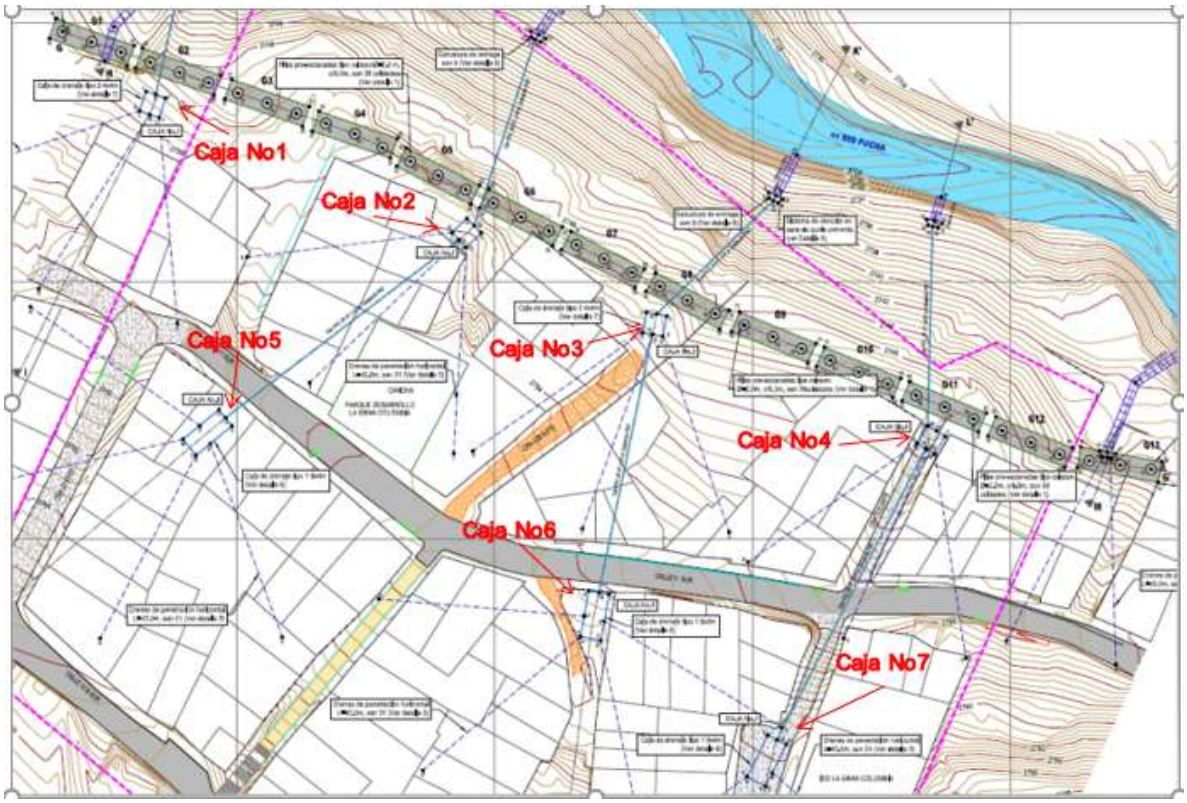


FIGURA 253 **DISEÑO DE CAJAS DRENANTES.**
FUENTE: CONSORCIO TYT

Para el control de drenaje profundo se propone la instalación de drenes de penetración horizontal de 40.0 m de longitud. Para la instalación de los drenes se requiere de la excavación de cajas de drenaje entre 8 y 14m de profundidad ubicados en la parte posterior de la pantalla de pilotes. En la parte baja de cada caja drenante de recolección se instalarán tres (3) drenes de penetración horizontal hasta 40.0m de longitud distribuidos en forma de abanico atravesando hasta el estrato permeable del depósito aluvio-torrencial. Se proponen en total siete (7) cajas de drenaje 8 hasta 14.0m ubicados en los extremos y parte media del sitio de estudio detrás de la pantalla de pilotes (FIGURA 254).

En la zona suroccidental se incluyen drenes en la base de taludes inclinados, con el fin de interceptar aguas confinadas que pueden afectar la estabilidad de

las casas. Estos drenes entregan directamente a las estructuras viales de la zona.

A continuación, se presenta el detalle de conformación del dren de penetración horizontal

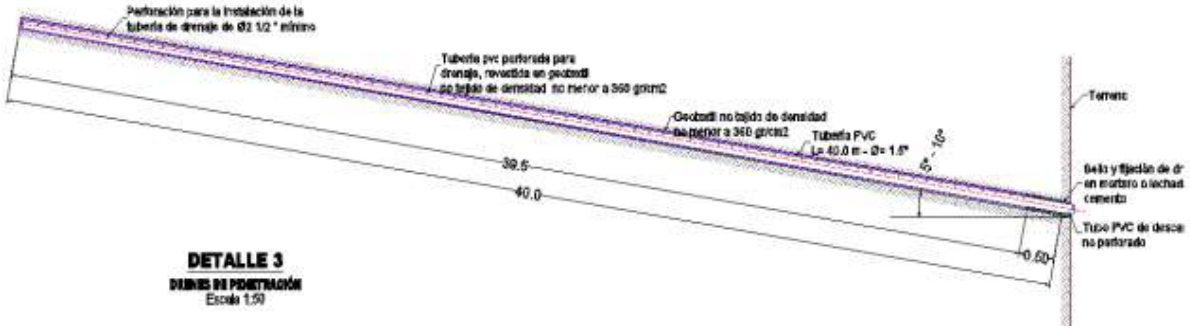
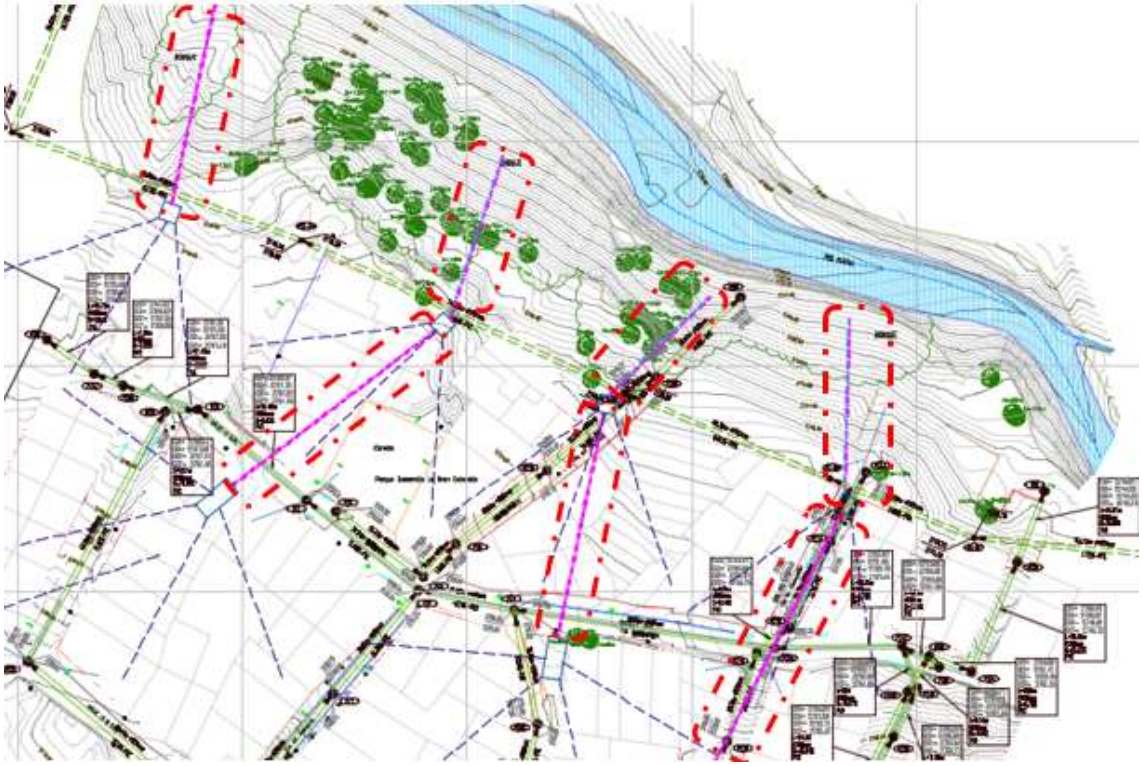
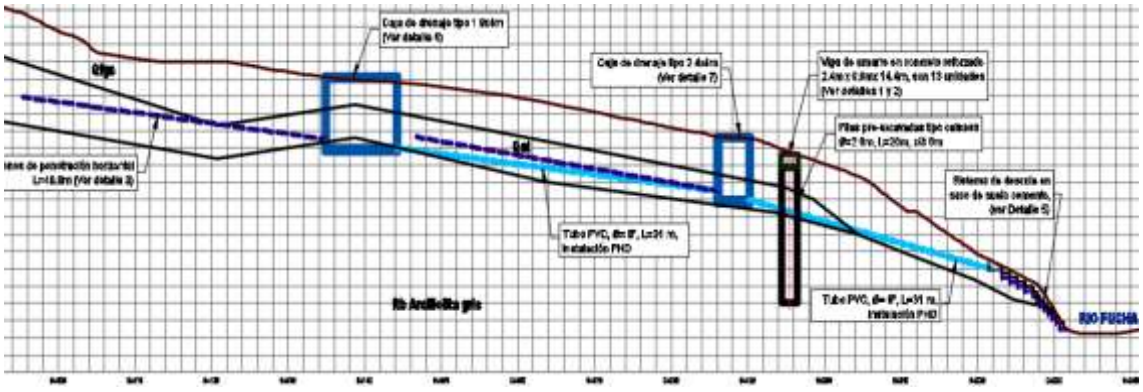


FIGURA 254 **DISEÑO DE DRENES DE PENETRACIÓN.**
FUENTE: CONSORCIO TYT

Ademas, se propone un Sistema de Perforación Horizontal Dirigida – PHD; donde la instalación de tubería de drenaje mediante sistema PHD en los sitios definidos en las cajas drenantes y puntos de entrega sobre el talud norte. El sistema PHD se recomienda para la instalación de tubería en tramos donde no es viable una solución de excavación por la presencia de obras de infraestructura cercanas y la profundidad de excavación superior a 4.0m. En estos sitios se deberá instalar tubería PVC de Alta densidad.
A continuación, se presenta tanto la planta la localización proyectada de tubería mediante sistema PHD, como el perfil de instalación de la tubería desde la plataforma de lanzamiento hasta la plataforma de salida. En todos los casos el microtune se extiende a más de 8 m de profundidad predominantemente en la capa de depósitos aluviotorreciales Qat. (FIGURA 255).




Caja de derivación tipo 1 doble
(Ver detalle 6)
Caja de derivación tipo 2 doble
(Ver detalle 7)
Viga de amarre en concreto reforzado
2.4m x 0.8m x 14.4m, con 13 anillados
(Ver detalles 1 y 2)
Pilas pre-excavadas tipo caisson
Relleno de descote en
zona de suelo orgánico
(ver Detalle 5)
Tubo PVC, d= 8", Ls=31 m,
Instalación PHD
Tubo PVC, d= 8", Ls=31 m,
Instalación PHD
Río Arzobispo
RIO FUCHA

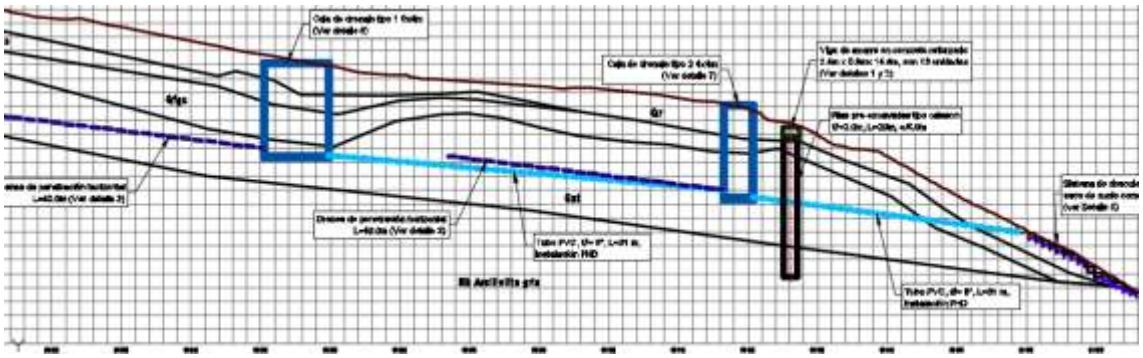


FIGURA 255. DISEÑO DEL SISTEMA DE PERFORACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS DRENES DE PENETRACIÓN HORIZONTAL.
FUENTE: CONSORCIO TYT

NOTA: **- Los diseño detallados, se pueden consultar tanto en las memorias de cálculo como en los planos de diseño de obra.**
- Los procedimientos de construcción, se especifican de manera detallada en el anexo de DESCRIPCION DE OBRAS Y PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION.

16.3.6. Metodología Inventario Forestal

Teniendo en cuenta la importancia de la identificación de la vegetación existente y el conocimiento previo del manejo silvicultural que se tendrá durante la ejecución de las obras de mitigación, se adelantó la evaluación minuciosa de la vegetación relacionada con árboles, arbustos, palmas o helechos arborescentes que se presentaran en el área de estudio.

Es importante mencionar, que el levantamiento forestal está dirigida a individuos vegetales con Diámetro a la Altura del Pecho -DAP- mayor a 0,10 m.; sin embargo, se realizó la caracterización física y sanitaria de las especies arbustivas que en la actualidad presentan algún tratamiento especial por parte de la Autoridad Ambiental.

La realización del inventario forestal comprendió tres (3) etapas, a saber:

- Etapa de planeación
- Etapa de evaluación y valoración individual

- Etapa de elaboración de las fichas establecidas para desarrollar el inventario forestal

16.3.7. Metodología Inventario Forestal

Consistió en programar las actividades y recursos necesarios, de manera continua y ordenada, para adelantar las actividades pertinentes a la revisión y levantamiento de la información del inventario forestal (toma y registro de la información necesaria) en el área específica a adecuar.

Específicamente, esta etapa comprende las siguientes labores:

- Identificación de los límites del proyecto en procura de incorporar la vegetación que en un momento específico podrá interferir en la construcción del proyecto.
- Identificación y selección de criterios, lineamientos y formatos vigentes relacionados con el levantamiento de vegetación en espacio urbano.
- Programación y recopilación de información de campo.
- Trámite de los formatos para recopilación de datos en campo que permitan diligenciar Formatos No. 1 y No. 2 de la Secretaría del Medio Ambiente (SDA, 2018), acogido por la Decreto Distrital 531 de 2010 modificado parcialmente y adicionado por el Decreto 383 de 2018 (PM04-PR30-F3 V7), y adelantar la valoración, ecológica y ambiental solicitada.
- Recepción de observaciones provenientes de la Interventoría para adelantar el Inventario Forestal.

16.3.7.1. Etapa de evaluación y valoración individual

Esta etapa, consistió en realizar un estricto recorrido en el área del Proyecto, con el propósito de conocer la vegetación existente y registrar los datos que permitieron desarrollar la evaluación fitosanitaria de cada individuo y la valoración ecológica y ambiental; y así identificar los posibles tratamientos silviculturales a solicitar ante la Autoridad Ambiental.

16.3.7.1.1. Criterios para la evaluación y valoración individual

Dentro de la evaluación de cada uno de los individuos arbóreos, se tiene en cuenta los siguientes criterios:

- El estado fitosanitario y la fisiología de las especies, determinó la posibilidad de permanencia en el sitio o tratamiento silvicultural de poda, tala, bloqueo y traslado, conservar y tratamiento integral dependiendo de su papel frente al diseño geotécnico, geométrico y paisajístico.
- El valor estético a asignar, en la Ficha de registro individual, se escogió de acuerdo con las definiciones del Manual de Arborización Urbana del Jardín Botánico de Bogotá "José Celestino Mutis" -JBB-, donde se indica, que desde el punto de vista paisajístico y en lo referente a la evaluación estética, se debe integrar el papel que desempeña el árbol dentro del contexto espacial, es decir su volumetría y representatividad en el espacio donde está localizado. Por ejemplo: un árbol que no sea ostensiblemente destacado ni llamativo, puede jugar un papel espacial importante si es el único dentro del área y su conservación será fundamental.

Por otra parte, en un grupo de árboles bien desarrollados y formalmente atractivos, la conservación de alguno de ellos en particular puede no ser tan importante; como sí lo es, la conservación de la imagen de grupo, en donde la adición o sustracción de un individuo no tiene efecto contundente.

Es importante aclarar, que en esta etapa de evaluación individual pretendió esclarecer el estado actual de la vegetación existente sin requerir aún la superposición del diseño, estos criterios mencionados anteriormente determinaron las potencialidades de la vegetación en el espacio público que ocupan.
Los problemas y riesgos del árbol, en el sitio identificado, en el documento Complemento del Manual Verde, también son contemplados dentro del proceso de valoración ambiental y ecológica, con los siguientes criterios:

- Si el problema o riesgo es bajo y solucionable mediante la poda o con alguna medida mínima o pequeña como el corte de raíces o se requiere la construcción o la reparación de alguna estructura pequeña, se asignarán valores bajos.
- Si el problema o riesgo es mediano, y requiere medidas más costosas, pero aún se puede salvar el árbol podrían asignarse valores intermedios.
- Para casos en los cuales el peligro es mayor y el riesgo más obvio, deben asignarse valores más altos.
- Para casos en los cuales el riesgo sea inminente, se debe proceder a documentar fotográficamente y sustentar por escrito.

Los parámetros que se valoraron en cuanto a los riesgos y problemas son los siguientes:

- Viviendas, edificaciones o monumentos cercanos en riesgo o peligro (por posible caída del árbol).
- Daños existentes a infraestructura pública o privada, (por levantamiento o intrusión de raíces).
- Hundimiento de terrenos o vías asociados a extracción de agua por el árbol.
- Riesgo para actividades cercanas (juegos de niños, sitios de descanso, paraderos, etc.), por atracción de rayos.
- Riesgo para redes de fluido eléctrico, telefónicas, etc.
- Peligro de caída de ramas débiles o secas
- Excesiva Sombra o Humedad
- Contribución a Inseguridad personal o comunitaria
- Pérdida estética o de valor de la propiedad
- Obstáculo para visibilidad, movilidad y seguridad del tráfico

La decisión final, acerca del "Concepto técnico" del individuo forestal, es el resultado de sumar todas las anteriores consideraciones: el estado físico y estado sanitario (propias de la evaluación individual, equivalente a 113 variables), las funciones y aportes del árbol y todos los riesgos y problemas asociados al individuo analizado, siguiendo las sugerencias del Documento Complemento del Manual Verde y por supuesto las consideraciones relacionados con los ajustes del diseño geotécnico y paisajístico propio del proyecto.

Para efectuar la solicitud de tratamientos silviculturales recomendados, se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

- Se recomendó Bloqueo y Traslado, a las especies con posibilidad técnica y demostrada de sobrevivir; para el caso de los individuos que interfieran con el diseño pero que su condición fitosanitaria, valor estético, valoración económica, ecológica y ambiental justifican mantener vivo el árbol. Es de anotar, que para el proyecto en relación, no se recomendaron árboles para bloqueo y traslado dado que la ejecución física del traslado es inviable dado la topografía del terreno pues para los bloqueos y traslados se debe contar con una grúa hidráulica y no habría forma de accesibilidad hasta el sitio de interés.
- Viabilidad económica para ejecutar.
- La imposibilidad de desarrollar el proyecto constructivo, por la localización de los árboles o los objetivos de diseño paisajístico propuestos, serán razón para contemplar la eliminación o traslado de cualquier individuo.

- Resultado de la valoración económica, ecológica y ambiental realizada, la cual contribuyó a la toma de decisión.

Los tratamientos recomendados, corresponden a:

T:	Tala	PE:	Poda de estabilidad
Co:	Conservar	ES:	Poda de Mejoramiento estructura
Tra:	Traslado	SA:	Poda de Mejoramiento sanitaria
PRE:	Poda de formación realce	PR:	Poda radicular
PCA:	Poda de formación control de alturas	TE:	Tratamiento especial
PAC:	Poda de formación aclareo	TI:	Tratamiento integral

De igual forma, en las fichas técnicas de registro, se indicó si el individuo se debe conservar o requerir algún otro tratamiento.

16.3.8. Etapa de elaboración de las fichas establecidas para desarrollar el inventario forestal

Teniendo en cuenta que la información del inventario forestal debe ser minuciosa y precisa para diligenciar las Fichas No. 1 y No. 2; se realizó un recorrido árbol por árbol a fin de adelantar una evaluación individual.

Con el propósito de identificar en terreno y planos cada uno de los individuos inventariados, se marcaron de forma consecutiva, cada uno de los árboles existentes con pintura. De igual forma, se georreferenció cada uno de ellos.

Los datos que se consignaron en las planillas, para toma de datos de campo, fueron los siguientes:

- Número de registro. Con este número se identificó cada individuo en la Ficha Técnica de Registro General e Individual y en el Plano de Arborización existente.
- Nombre vernáculo y científico de acuerdo a cada especie referida.
- Altura total: Es la medida entre el suelo o la base del árbol y el límite superior del follaje.
- Altura comercial: Es la medida entre el suelo o la base del árbol y la primera ramificación sin importar la altura del fuste.
- DAP: Se refiere al diámetro del tronco a la altura del pecho sin importar la altura del fuste.
- Diámetro de la copa: Se refiere al diámetro de la proyección de la copa.
- Densidad de Follaje: Se utilizó la siguiente clasificación:

D: Densa = Deja pasar menos del 30% de la luz
M: Media = Deja pasar del 30 al 70% de la luz
R: Rala = Deja pasar más del 70% de la luz

16.3.8.1. Estado físico

Se estableció el tipo de daño y el resumen del estado en porcentaje:

COPA:

ER:	Excesiva ramificación	RP:	Ramas pendulares
PAA:	Podas antitécnicas anteriores	RPC:	Ramas peligro de caída
PAT:	Podas técnicas anteriores	DDR:	Desgarre de rama
RS:	Ramas secas	Des:	Descope
RB:	Rebrotes	NO:	Normal
CA:	Copa asimétrica		

FUSTE:

B:	Bifurcado	SB:	Socavamiento basal
Bb:	Bifurcación basal	AG:	Afectación por guadañadora
BB:	Bifurcaciones basales	PO:	Presencia de objetos extraños
FR:	Fuste Recto	PE:	Presencia de encerramientos
I:	Inclinado	DM-L:	Daño mecánico leve
GDI:	Grados de inclinación	DM-G:	Daño mecánico grave
MI:	Muy inclinado	DM-M:	Daño mecánico medio
To:	Torcido	Gri:	Grietas
C:	Compartimentalizado	Fis:	Fisura
Rv:	Madera revirada	Cav:	Cavidad
Ac:	Acanalado	AP:	Arquitectura pobre
An:	Anillado	CI:	Corteza incluida
Dc:	Descortezado		

RAIZ:

RD:	Raíces descubiertas	PRAFR:	Poda raíz antitécnica fuera del radio crítico
PRADR:	Poda raíz antitécnica dentro del radio crítico	Res:	Raíces estranguladoras
PRT:	Poda raíz técnica	Ren:	Raíces entorchadas
Na:	No apreciable	Mon:	Montículo

16.3.8.2. Estado Sanitario

Se determinó la presencia o no de plagas o enfermedades y el resumen del estado en porcentaje:

COPA:

He:	Herbivoría	Mi:	Mildeos
An:	Antracnosis	C:	Carbones
Ag:	Agallas	Ro:	Royas

Ne:	Necrosis	Psu:	Puntos de succión
Tu:	Tumores	PT:	Puntos translucidos
Cl:	Clorosis	Pla:	Plasmólisis
Ma:	Marchitamiento	Pi:	Presencia de insectos
Ca:	Cáncer	Na:	Ninguna de las anteriores
PL:	Pudrición localizada en copa		

FUSTE:

Re:	Resinosis	Tu:	Tumores
Ch:	Chancros	Ag:	Agallas
PLF:	Pudrición localizada en fuste	Pi:	Presencia de insectos
Go:	Gomosis	Na:	Ninguna de las anteriores

RAÍZ:

PLR:	Pudrición localizada en la raíz	Na:	Ninguna de las anteriores

16.3.8.3. Causas de intervención

Se identificó la interferencia con obras civiles, daños a infraestructura, interferencia con redes, zonas pendientes entre otras.

ZP:	Zona de pendiente	PV:	Peligro de volcamiento
MA:	Mal anclado	ESV:	Especie susceptible de volcamiento
IIV:	Interferencia infraestructura vial	AUAI:	Árbol ubicado en área inundada
IE:	Interferencia infraestructura con edificaciones	ID:	Inadecuado distanciamiento
		DES:	Deficiente estado sanitario
IMU:	Interferencia infraestructura de mobiliario urbano	DI:	Daño a infraestructura
		DEF:	Deficiente estado físico
IRa:	Interferencia redes de acueducto	EIE:	Espacio insuficiente de emplazamiento
IRe:	Interferencia redes eléctricas		
HX:	Altura excesiva para el lugar de siembra	NI:	Ninguna

16.3.8.4. Afectación urbana y nivel de riesgo

Se calificó como ninguna (Ni), moderada (Mo) y severa (Se).

16.3.8.5 Registro fotográfico

Consistió en la toma de una fotografía tanto de vista en silueta como de vista en detalle. La primera, muestra la localización general del individuo; mientras

que la segunda, muestra tanto el número de identificación, como los problemas físicos o sanitarios presentes y las afectaciones que actualmente pueda estar causando el individuo a la infraestructura del sitio o viceversa.

Finalmente, en ésta etapa se consolidó el listado total de árboles a recibir tratamiento, por cuanto se contó con toda la información necesaria para la toma de decisión frente al manejo del arbolado encontrado.

16.3.9 Listado de Coordenadas

La Tabla 133, muestra tanto las coordenadas de localización como el nombre vernáculo y nombre científico de los individuos forestales que fueron inventariados.

TABLA 133. COORDENADAS Y NOMBRE VERNÁCULO-CIENTÍFICO DE LOS INDIVIDUOS INVENTARIADOS

No ARBOL	CODIGO SIADAMA / NOMBRE	LOCALIZACIÓN	
		COR X	COR Y
1	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.854,11	996.981,64
2	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.854,67	996.965,72
3	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.852,67	996.963,84
4	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.850,23	996.967,71
5	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.847,45	996.964,39
6	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.843,57	996.962,95
7	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.841,13	996.965,83
8	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.839,69	996.960,41
9	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	1.000.830,25	996.961,96
10	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	1.000.833,58	996.966,38
11	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	1.000.830,59	996.970,58
12	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	1.000.826,93	996.966,93
13	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	1.000.827,15	996.965,83
14	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	1.000.826,81	996.965,38
15	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	1.000.836,91	996.962,40
16	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	1.000.833,81	996.960,52
17	104 104 - Garrocho - Viburnum tinoides	1.000.825,82	996.961,29
18	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	1.000.822,82	996.965,27
19	104 104 - Garrocho - Viburnum tinoides	1.000.841,02	996.951,45
20	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	1.000.836,69	996.954,44
21	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	1.000.840,13	996.959,52
22	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.832,81	996.937,08
23	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.838,13	996.933,43
24	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	1.000.840,57	996.934,42

No ARBOL	CODIGO SIADAMA / NOMBRE	LOCALIZACIÓN	
		COR X	COR Y
25	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1.000.840,24	996.933,87
26	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1.000.842,46	996.936,19
27	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1.000.841,80	996.933,98
28	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1.000.841,80	996.933,76
29	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1.000.843,13	996.933,98
30	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	1.000.841,35	996.936,19
31	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.837,47	996.937,52
32	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1.000.838,13	996.940,95
33	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	1.000.835,91	996.939,95
34	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	1.000.833,69	996.942,94
35	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	1.000.834,36	996.944,71
36	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.843,79	996.949,90
37	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.843,24	996.947,69
38	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.843,24	996.948,69
39	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1.000.850,12	996.950,01
40	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.850,78	996.952,56
41	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.847,34	996.955,21
42	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1.000.848,56	996.955,10
43	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.865,21	996.947,14
44	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.861,10	996.944,37
45	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.865,99	996.944,37
46	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.867,65	996.941,17
47	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.870,09	996.940,17
48	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.874,64	996.942,27
49	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.875,31	996.943,05
50	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	1.000.877,75	996.940,06
51	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1.000.879,64	996.939,73
52	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	1.000.880,19	996.935,31
53	25 25 - Acacia japonesa - Acacia melanoxylon	1.000.878,86	996.935,20
54	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.873,20	996.930,88
55	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1.000.870,54	996.930,11
56	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1.000.877,53	996.924,03
57	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.876,31	996.923,47
58	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.889,29	996.926,57
59	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	1.000.889,51	996.923,25
60	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.888,18	996.921,93
61	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.893,51	996.919,16
62	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	1.000.888,96	996.921,15
63	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	1.000.888,73	996.919,38
64	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.890,73	996.916,18
65	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	1.000.890,18	996.918,28
66	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.890,07	996.919,05

No ARBOL	CODIGO SIADAMA / NOMBRE	LOCALIZACIÓN	
		COR X	COR Y
67	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	1.000.889,18	996.918,83
68	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.889,07	996.919,16
69	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1.000.898,50	996.915,40
70	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.902,61	996.925,24
71	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.899,83	996.929,67
72	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.900,61	996.928,89
73	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.900,16	996.927,35
74	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.899,61	996.927,23
75	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.892,73	996.929,45
76	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.890,07	996.928,34
77	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.892,17	996.930,00
78	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.882,52	996.930,99
79	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1.000.882,63	996.933,87
80	95 95 - Trompeto - Bocconia frutescens	1.000.880,52	996.934,98
81	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	1.000.889,73	996.936,52
82	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.889,62	996.933,65
83	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.894,28	996.934,20
84	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	1.000.900,28	996.932,21
85	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	1.000.898,50	996.934,53
86	129 129 - Salvio negro - Cordia cylindrostachya	1.000.900,05	996.932,76
87	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.899,17	996.929,78
88	104 104 - Garrocho - Viburnum tinoides	1.000.903,60	996.929,23
89	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.907,93	996.926,79
90	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	1.000.906,60	996.928,45
91	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	1.000.906,82	996.926,90
92	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.911,48	996.924,36
93	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	1.000.910,93	996.920,49
94	95 95 - Trompeto - Bocconia frutescens	1.000.911,93	996.917,95
95	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.912,59	996.920,93
96	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	1.000.911,04	996.924,47
97	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1.000.916,81	996.923,59
98	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus	1.000.926,91	996.914,41
99	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus	1.000.925,80	996.913,08
100	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.924,36	996.911,75
101	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.933,34	996.908,10
102	26 26 - Acacia negra, gris - Acacia decurrens	1.000.928,35	996.910,21
103	28 28 - Acacia bracatinga, acacia sabanera, acacia nigra - Paraserianthes lophanta	1.000.932,57	996.911,09
104	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus	1.000.931,79	996.911,75
105	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus	1.000.937,67	996.908,33
106	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	1.000.920,47	996.900,70
107	5 5 - Pino patula - Pinus patula	1.000.917,59	996.905,56
108	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.928,13	996.898,15

No ARBOL	CODIGO SIADAMA / NOMBRE	LOCALIZACIÓN	
		COR X	COR Y
109	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.927,35	996.902,58
110	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.928,35	996.893,95
111	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.928,35	996.892,40
112	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.925,47	996.888,31
113	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1.000.923,14	996.888,97
114	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1.000.921,25	996.888,42
115	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.923,91	996.891,30
116	97 97 - Aguacate - Persea americana	1.000.966,19	996.887,32
117	28 28 - Acacia bracatinga, acacia sabanera, acacia nigra - Paraserianthes lophanta	1.000.968,74	996.884,11
118	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	1.000.967,86	996.882,45
119	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.969,85	996.882,01
120	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.976,29	996.885,10
121	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus	1.000.974,51	996.885,21
122	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus	1.000.973,52	996.885,99
123	28 28 - Acacia bracatinga, acacia sabanera, acacia nigra - Paraserianthes lophanta	1.000.971,96	996.887,32
124	28 28 - Acacia bracatinga, acacia sabanera, acacia nigra - Paraserianthes lophanta	1.000.971,41	996.887,76
125	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1.000.978,84	996.878,36
126	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.985,28	996.873,94
127	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.986,94	996.874,71
128	73 73 - Abutilón rojo y amarillo (Farolito) - Abutilon megapotamicum	1.000.989,61	996.870,29
129	62 62 - Laurel de cera (hoja pequeña) - Morella parvifolia	1.000.991,16	996.871,72
130	95 95 - Trompeto - Bocconia frutescens	1.000.990,49	996.874,05
131	73 73 - Abutilón rojo y amarillo (Farolito) - Abutilon megapotamicum	1.000.993,38	996.875,59
132	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.000.993,82	996.873,05
133	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1.001.002,26	996.872,83

FUENTE: CONSORCIO TYT

Es importante mencionar, que la posición geográfica de cada uno de los individuos se encuentra bajo las siguientes características:

-SISTEMA DE COORDENADAS PROYECTADO: PCS_CartMAGBOG
-ELIPSOIDE: GRS80
-DATUM: BOGOTA
-FALSO ESTE: 92334.879 m.
-FALSO NORTE: 109320.965 m.
-UNIDAD DE TRABAJO: Metros

16.3.10 Localización Espacial de los Individuos Arbóreos

De igual manera y con base en lo mencionado anteriormente, la FIGURA 256 muestra la distribución espacial de cada uno de los individuos arbóreos que se inventariaron y que hacen parte del Área de Influencia Directa -AID-.

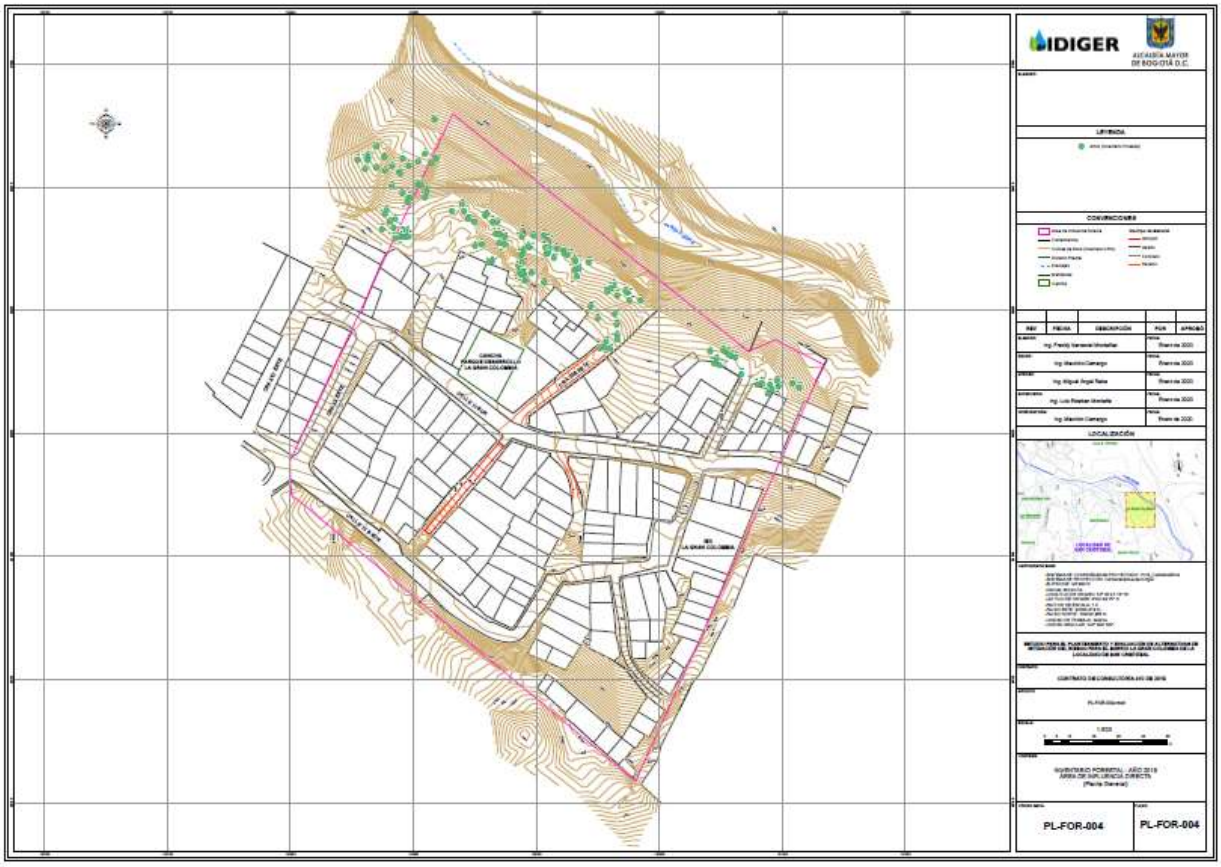


FIGURA 256. UBICACIÓN DE LOS ÁRBOLES INVENTARIADOS (INVENTARIO AL CIENTO POR CIENTO)
FUENTE: CONSORCIO TYT

Para mayor detalle, el Anexo 7.3 muestra el plano a la escala requerida, donde se muestra la ubicación de cada árbol con respecto al área a intervenir por el diseño de estabilidad. De igual manera, en el Anexo SIG, se muestra la ubicación de los árboles inventariados en formato "shape file".

16.3.11 Registro Fotográfico

El Anexo 7.3, muestra en formato JPG el registro fotográfico tanto en vista general como en detalle, de cada uno de los individuos inventariados.

Es importante mencionar, que la numeración en campo se realizó de manera consecutiva para cada árbol y la identificación fue con el número 1, si es la fotografía es de vista general y con el número 2, si la fotografía muestra una vista en detalle. Por ejemplo, para el caso del árbol 28, las fotografías se registraron 28-1 (vista general) y 28-2 (vista en detalle) (FIGURA 257).



28-1
(Vista general)



98-2
(Vista en detalle)

FIGURA 257. NUMERACIÓN DEL REGISTRO FOTOGRÁFICO
FUENTE: CONSORCIO TYT.

16.3.12 fichas Secretaria Distrital de Ambiente -SDA

"Toda intervención de tala, poda, bloqueo y traslado o manejo del arbolado urbano en el espacio público o privado, que requiera ser intervenido por la realización de obras de infraestructura, el solicitante radicará en debida forma el proyecto a desarrollar y la Secretaría Distrital de Ambiente previa evaluación técnica emitirá el acto administrativo autorizando la intervención".

Por lo tanto, se presenta a continuación las solicitudes y formularios que se requieren para llevar a cabo los trámites silviculturales ante la Secretaría Distrital de Ambiente -SDA-.

16.3.12.1 Diligenciamiento de los formatos de la SDA Ficha 1 "Formulario de recolección de información silvicultural por individuo" con su respectivo código SIGAU

El Anexo 7.3, presenta el diligenciamiento del Formulario de recolección de información silvicultural para cada uno de los individuos inventariados (Ficha 1).

Este, describe tanto el estado físico y sanitario de la copa, fuste y raíz.; como las causas de intervención silvicultural y el concepto técnico.

Es importante mencionar que a la fecha de hoy, el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis -JBB-, NO tiene definida la codificación del Sistema de Información para la Gestión del Arbolado Urbano -SIGAU-, para los árboles inventariados y que hacen parte del área de estudio (Ver: http://sigau.jbb.gov.co/SigauJBB/VisorPublico/VisorPublico).

Sin embargo y con base en lo mencionado, para llevar a cabo el trámite y solicitud de los códigos SIGAU para cada uno de los individuos vegetales que hacen parte del área de estudio, se tuvo en cuenta la información solictada por el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis (https://guiatramitesyservicios.bogota.gov.co/tramite-servicio/consulta-del-sistema-de-informacion-para-la-gestion-del-arbolado-urbano-sigau-opa/).

El Anexo 4, presenta el radicado de la solicitud, ante el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, para el registro del Sistema de Información para la Gestión del Arbolado Urbano -SIGAU- de los individuos que hacen parte del área de estudio.

16.3.12.2 Diligenciamiento de Ficha 2 Ficha técnica de registro por individuo debidamente firmada por el Ing. Forestal

De igual manera, el Anexo 7.3, presenta el diligenciamiento de la Ficha técnica de registro para cada uno de los individuos inventariados (Ficha 2).

Además, en ella se presenta, tanto la vista general como la vista de detalle de cada uno de los individuos arbóreos; así como el concepto técnico.

16.3.12.3 Determinación de la afectación, así como las medidas de compensación por endurecimiento de zonas verdes

De acuerdo con los diseños establecidos para la estabilización del talud de estudio, la compensación por endurecimiento de zonas verdes, se plantea de manera detallada en el diseño paisajístico propuesto para el área de estudio.

16.3.12.4 Criterios técnicos para la determinación del tratamiento silvicultural

Como ya se mencionó, en el numeral 16.3.7.1 se describen los "Criterios para la evaluación y valoración individual"; que junto con las 113 variables que se estiman en la Ficha 1, el diseño geotécnico de estabilización propuesto y la experticia del profesional evaluador, permiten definir y determinar el tratamiento silvicultural para cada uno de los individuos inventariados.

De igual manera y de acuerdo tanto con los objetivos del estudio como con el diseño geotécnico de estabilización, NO se requiere del tratamiento silvicultural relacionado con el traslado y siembra de especies vegetales para los individuos afectados por el diseño de estabilización.

Sin embargo, es importante mencionar que, para los individuos nuevos (propuestos), la comparación de especies vegetales; además, de la descripción, caracterización y procedimientos de establecimiento, se describen en el diseño paisajístico propuesto para el área de estudio (FIGURA 256).

SIGLA	CONV	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	CANTIDAD	ALTURA MIN
AM		Amarrabollo	Meriania nobilis	3	1.20
AL		Alcaparro	Senna viarum	3	1.00
CA		Cariseco	Billia columbiana	6	1.30
ARR		Arrayán	Myrcianthes leucoxyla	9	0.80
DU		Duraznillo	Abatia parviflora	6	1.00
MA		Mano de oso	Oreopanax floribundum	5	1.30
NO		Nogal	Juglans neotropica	4	1.50
RO		Roble	Quercus humboldtii	2	1.50
FB		Fucsia boliviana	Fucshia boliviana	7	1.50
TRO		Trompeto	Bocconia frutescens	7	0.80
UV-A		Uva de anís	Cavendishia cordifolia	5	0.80
			TOTAL	57	

FIGURA 258. RELACIÓN DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS RECOMENDADOS COMO PARTE DEL DISEÑO PAISAJÍSTICO
FUENTE: CONSORCIO TYT

16.3.13 Resultados

El levantamiento de la vegetación arbórea, que se realizó para la etapa de diseños del proyecto "ESTUDIO PARA EL PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO PARA EL BARRIO LA GRAN COLOMBIA DE LA LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL", contempló el registro de 133 individuos vegetales, agrupados en 18 especies taxonómicas.

16.3.13.1 Abundancia de especies vegetales

La Tabla 16-134, relaciona el nombre vernáculo, el nombre científico y la cantidad de individuos por especie.

TABLA 16-134. NOMBRE Y CANTIDAD DE INDIVIDUOS INVENTARIADOS

Nombre Científico	Nombre Vernáculo	CODIGO SIADAMA	CANTIDAD
Viburnum tinoides	Garrocho	104	3
Cordia cylindrostachya	Salvio negro	129	1
Eucalyptus globulus	Eucalipto común	13	6
Iochroma fuchsiodes	Corazón de pollo	139	10
Fraxinus chinensis	Urapán, Fresno	24	6
Acacia melanoxylon	Acacia japonesa	25	1
Acacia decurrens	Acacia negra, gris	26	1
Paraserianthes lophanta	Acacia bracatinga, acacia sabanera, acacia nigra	28	4
Cupressus lusitanica	Ciprés, Pino ciprés, Pino	3	22
Prunus capuli	Cerezo, capuli	39	7
Pinus patula	Pino patula	5	1
Smallanthus pyramidalis	Arboloco	53	9
Morella parvifolia	Laurel de cera (hoja pequeña)	62	1
Abutilon megapotamicum	Abutilón rojo y amarillo (Farolito)	73	2
Carica pubescens	Papayuelo	75	16
Sambucus nigra	Sauco	94	39
Bocconia frutescens	Trompeto	95	3
Persea americana	Aguacate	97	1
TOTAL			**133**

FUENTE: CONSORCIO TYT

Como se aprecia, el 29,32% de los individuos arbóreos localizados al interior del área de estudio, corresponde al Sauco (*Sambucus nigra*), mientras que el 16,54% pertenece al Ciprés (*Cupressus lusitanica*); el 12,03% corresponde al Papayuelo (*Carica pubescens*); el 7,52% es ocupado por el Corazón de pollo (*Iochroma fuchsiodes*) y el 34,59% se encuentran distribuidos entre las otras catorce (14) especies (

Figura 16-1).

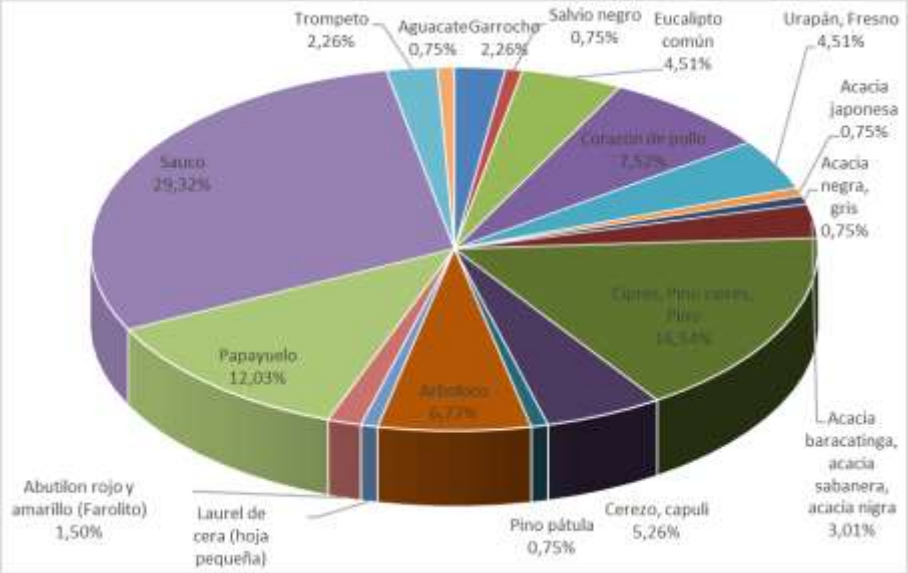


FIGURA 16-1. ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES VEGETALES
FUENTE: CONSORCIO TYT

16.3.13.2 Características dasométricas

La Tabla 135, muestra las características dasométricas de cada uno de los individuos inventariados.

TABLA 135. CARACTERÍSTICAS DASOMÉTRICAS

No ARBOL	CODIGO SIADAMA / NOMBRE	PAP (m)	DAP (m)	ALT. TOT (m)	ALT. COM (m)	DIAM. COPA POLAR (m)	DIAM, COPA ECUATORIAL (m)	P. BASAL (m)
1	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,17	0,05	12,00	3,00	1,00	1,00	0,25
2	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,20	0,06	3,00	1,50	1,00	1,00	0,34
3	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,23	0,07	3,00	2,00	1,00	1,00	0,03
4	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,23	0,07	4,00	1,00	2,00	1,00	0,26
5	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,38	0,12	4,00	1,50	1,00	1,00	0,31
6	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,35	0,11	3,50	2,00	3,00	2,00	0,40
7	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,39	0,12	4,00	2,00	3,00	0,00	0,49
8	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,23	0,07	2,50	0,50	1,00	2,00	0,40
9	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	0,68	0,22	8,00	6,00	6,00	5,00	1,16
10	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	0,20	0,06	7,00	5,00	1,00	1,00	0,37
11	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	0,57	0,18	7,00	5,00	4,00	5,00	1,32
12	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	0,45	0,14	6,00	4,00	4,00	3,00	0,74
13	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	0,57	0,18	6,00	4,00	2,00	3,00	0,72

No ARBOL	CODIGO SIADAMA / NOMBRE	PAP (m)	DAP (m)	ALT. TOT (m)	ALT. COM (m)	DIAM. COPA POLAR (m)	DIAM, COPA ECUATORIAL (m)	P. BASAL (m)
14	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	0,51	0,16	6,00	4,00	2,00	3,00	0,60
15	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	0,36	0,11	6,00	3,00	2,00	1,00	0,89
16	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	0,62	0,20	6,00	2,00	3,00	2,00	0,89
17	104 104 - Garrocho - Viburnum tinoides	0,13	0,04	5,00	2,00	2,00	1,00	0,20
18	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	0,27	0,09	6,00	4,00	1,00	1,00	0,30
19	104 104 - Garrocho - Viburnum tinoides	0,24	0,08	3,50	1,00	4,00	3,00	0,30
20	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,10	0,03	2,70	1,00	1,00	1,00	0,15
21	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,10	0,03	2,00	1,00	1,00	1,00	0,15
22	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,50	0,16	2,00	0,00	1,00	1,00	0,70
23	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,40	0,13	3,00	1,50	3,00	3,00	0,60
24	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	0,71	0,23	7,00	2,00	6,00	8,00	1,20
25	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,78	0,25	5,00	2,00	4,00	3,00	1,20
26	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,49	0,16	5,00	1,50	1,00	2,00	0,67
27	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,59	0,19	2,50	2,00	0,00	5,00	0,91
28	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,49	0,16	5,00	2,00	1,00	1,00	0,85
29	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,82	0,26	6,00	2,00	2,00	2,00	1,39
30	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,09	0,03	2,00	0,00	1,00	1,00	0,15
31	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,16	0,05	3,00	1,50	2,00	2,00	0,50
32	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,75	0,24	5,00	2,50	3,00	2,00	0,96
33	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,13	0,04	2,00	1,00	1,00	1,00	0,15
34	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,09	0,03	2,00	1,00	1,00	1,00	0,30
35	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,06	0,02	18,00	1,00	0,00	0,00	0,15
36	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,70	0,54	14,00	7,00	8,00	8,00	2,00
37	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,80	0,57	11,00	5,00	8,00	5,00	1,50
38	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	2,80	0,89	11,00	5,00	8,00	5,00	1,20
39	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,48	0,15	2,00	3,00	1,00	1,00	0,60
40	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,21	0,07	2,50	1,00	2,00	2,00	0,30
41	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,26	0,08	3,00	1,00	1,00	1,00	0,80
42	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,16	0,05	2,00	1,00	1,00	1,00	0,40
43	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	2,23	0,71	12,00	7,00	6,00	6,00	2,50
44	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,10	0,03	2,00	0,00	2,00	1,00	0,60
45	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,61	0,51	12,00	2,00	1,00	1,00	2,37
46	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	2,22	0,71	15,00	8,00	7,00	7,00	2,63
47	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,15	0,37	15,00	8,00	7,00	7,00	1,29
48	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,76	0,56	13,00	7,00	8,00	8,00	1,92
49	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,27	0,40	13,00	7,00	8,00	8,00	1,50
50	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	0,96	0,31	7,00	3,00	4,00	4,00	1,00
51	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1,16	0,37	8,00	2,00	4,00	4,00	1,30
52	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	1,16	0,37	9,00	5,00	7,00	6,00	1,20
53	25 25 - Acacia japonesa - Acacia melanoxylon	1,42	0,45	10,00	5,00	8,00	8,00	1,60
54	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,48	0,15	5,00	2,00	2,00	1,00	0,97
55	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,72	0,23	6,00	3,00	5,00	3,00	1,00

No ARBOL	CODIGO SIADAMA / NOMBRE	PAP (m)	DAP (m)	ALT. TOT (m)	ALT. COM (m)	DIAM. COPA POLAR (m)	DIAM, COPA ECUATORIAL (m)	P. BASAL (m)
56	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,26	0,08	2,50	0,50	1,00	1,00	0,60
57	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,15	0,05	2,50	0,50	1,00	1,00	0,60
58	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,76	0,56	15,00	7,00	7,00	7,00	1,73
59	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	0,87	0,28	10,00	6,00	7,00	6,00	0,95
60	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,53	0,49	10,00	5,00	7,00	6,00	1,73
61	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,12	0,36	10,00	5,00	5,00	4,00	1,32
62	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	0,16	0,05	4,00	1,00	1,00	1,00	0,34
63	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	0,67	0,21	8,00	2,00	4,00	4,00	0,87
64	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	0,98	0,31	9,00	4,00	5,00	4,00	1,10
65	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	0,63	0,20	8,00	3,00	4,00	4,00	0,83
66	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,70	0,22	5,00	2,00	4,00	3,00	0,90
67	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	0,59	0,19	5,00	2,00	3,00	4,00	0,79
68	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,49	0,16	3,00	0,50	1,00	3,00	0,64
69	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,95	0,30	3,00	1,00	2,00	1,00	1,20
70	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1,40	0,45	7,00	1,00	4,00	2,00	1,80
71	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,62	0,20	7,00	1,00	4,00	2,00	1,00
72	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,53	0,17	4,50	2,00	1,00	1,00	0,58
73	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,18	0,06	3,00	0,50	2,00	1,00	0,29
74	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,22	0,07	4,00	1,00	3,00	2,00	0,18
75	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,84	0,59	12,00	6,00	7,00	6,00	2,00
76	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,61	0,19	2,00	0,00	1,00	1,00	0,62
77	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,22	0,07	3,00	0,50	5,00	1,00	0,63
78	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,30	0,10	3,00	0,00	6,00	2,00	1,50
79	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,19	0,06	2,00	1,00	1,00	1,00	0,32
80	95 95 - Trompeto - Bocconia frutescens	0,08	0,03	2,50	1,00	1,00	1,00	0,09
81	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	0,78	0,25	9,00	3,00	4,00	1,00	0,80
82	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	2,17	0,69	18,00	8,00	7,00	7,00	2,40
83	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	2,47	0,79	18,00	8,00	7,00	7,00	2,75
84	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	0,59	0,19	8,00	4,00	8,00	4,00	0,89
85	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	0,98	0,31	10,00	4,00	6,00	5,00	1,14
86	129 129 - Salvio negro - Cordia cylindrostachya	0,46	0,15	8,00	2,00	6,00	4,00	0,73
87	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,19	0,06	5,00	1,00	5,00	2,00	0,39
88	104 104 - Garrocho - Viburnum tinoides	0,26	0,08	4,50	0,00	5,00	4,00	0,80
89	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,35	0,11	6,00	3,00	6,00	4,00	0,59
90	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,12	0,04	3,00	1,00	1,00	1,00	0,15
91	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,09	0,03	3,00	1,00	1,00	1,00	0,14
92	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,19	0,38	1,00	6,00	7,00	7,00	1,19
93	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,25	0,08	2,00	1,00	1,00	1,00	0,18
94	95 95 - Trompeto - Bocconia frutescens	0,23	0,07	2,50	1,00	2,00	1,00	0,40
95	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,23	0,07	5,00	1,00	5,00	4,00	1,00
96	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,07	0,02	2,00	0,00	2,00	1,00	0,20
97	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,42	0,13	6,00	2,00	1,00	1,00	0,88

No ARBOL	CODIGO SIADAMA / NOMBRE	PAP (m)	DAP (m)	ALT. TOT (m)	ALT. COM (m)	DIAM. COPA POLAR (m)	DIAM, COPA ECUATORIAL (m)	P. BASAL (m)
98	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus	1,60	0,51	20,00	10,00	12,00	12,00	2,00
99	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus	2,34	0,74	22,00	10,00	12,00	12,00	2,54
100	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,75	0,56	12,00	5,00	7,00	7,00	2,24
101	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	2,70	0,86	12,00	5,00	7,00	7,00	2,94
102	26 26 - Acacia negra, gris - Acacia decurrens	1,31	0,42	10,00	10,00	7,00	5,00	1,43
103	28 28 - Acacia bracatinga, acacia sabanera, acacia nigra - Paraserianthes lophanta	0,98	0,31	6,00	1,00	8,00	5,00	0,98
104	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus	2,54	0,81	22,00	10,00	8,00	8,00	2,74
105	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus	2,60	0,83	22,00	10,00	7,00	8,00	2,80
106	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	2,22	0,71	6,00	2,00	4,00	7,00	2,42
107	5 5 - Pino patula - Pinus patula	1,33	0,42	5,00	1,00	4,00	5,00	1,50
108	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,42	0,13	4,00	1,00	5,00	4,00	0,68
109	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,38	0,12	4,00	1,00	3,00	3,00	0,58
110	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,35	0,11	4,00	1,00	3,00	3,00	0,55
111	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,60	0,19	4,00	1,00	3,00	3,00	0,80
112	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	0,50	0,16	8,00	2,00	4,00	4,00	0,70
113	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,25	0,08	3,00	1,00	1,00	1,00	0,45
114	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,30	0,10	4,00	2,00	14,00	1,00	0,50
115	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,70	0,22	4,00	3,00	5,00	4,00	0,80
116	97 97 - Aguacate - Persea americana	0,14	0,04	5,00	0,00	1,00	1,00	0,16
117	28 28 - Acacia bracatinga, acacia sabanera, acacia nigra - Paraserianthes lophanta	0,32	0,10	3,00	1,00	1,00	1,00	0,32
118	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	0,20	0,06	4,00	1,00	3,00	2,00	0,35
119	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	0,08	0,03	2,50	0,00	1,00	1,00	0,32
120	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,13	0,04	3,00	1,00	3,00	3,00	0,40
121	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus	0,20	0,06	5,00	2,00	1,00	1,00	0,30
122	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus	0,17	0,05	5,00	2,00	1,00	1,00	0,19
123	28 28 - Acacia bracatinga, acacia sabanera, acacia nigra - Paraserianthes lophanta	0,12	0,04	4,00	0,50	1,00	1,00	0,15
124	28 28 - Acacia bracatinga, acacia sabanera, acacia nigra - Paraserianthes lophanta	0,13	0,04	5,00	0,50	1,00	1,00	0,13
125	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,29	0,41	6,00	2,00	7,00	7,00	1,29
126	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,20	0,06	3,00	0,00	3,00	2,00	0,60
127	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,10	0,03	2,00	0,00	2,00	2,00	0,30
128	73 73 - Abutilón rojo y amarillo (Farolito) - Abutilon megapotamicum	0,54	0,17	5,00	2,00	3,00	3,00	0,54
129	62 62 - Laurel de cera (hoja pequeña) - Morella parvifolia	0,40	0,13	1,00	1,00	2,00	2,00	0,72
130	95 95 - Trompeto - Bocconia frutescens	1,04	0,33	7,00	2,00	3,00	3,00	1,01
131	73 73 - Abutilón rojo y amarillo (Farolito) - Abutilon megapotamicum	0,10	0,03	4,00	1,00	2,00	2,00	0,30
132	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,55	0,18	4,00	1,00	4,00	4,00	0,75
133	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1,55	0,49	4,00	1,00	4,00	4,00	1,75

PAP (M) = PERÍMETRO A LA ALTURA DEL PECHO, EN METROS; DAP (M) = DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO, EN METROS; ALT. TOTAL (M) = ALTURA TOTAL DEL INDIVIDUO ARBÓREO, EN METROS; ALT. COM. (M) = ALTURA COMERCIAL DEL INDIVIDUO ARBÓREO, EN METROS; DIAM. COPA POLAR (M) = DIÁMETRO POLAR DE LA COPA, EN METROS; DIAM. COPA ECUA. (M) = DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA COPA, EN METROS; PERIM. BASAL (M) = PERÍMETRO BASAL, EN METROS.

FUENTE: CONSORCIO TYT

16.3.13.3 Volumen de madera

El volumen comercial de madera (Vc), se determinó a partir de lo descrito en la siguiente ecuación:

$$Vc = \pi/4 * (DAP)^2 * Hc * Ff = \pi/4 * (PAP/\pi)^2 * Hc * Ff$$

Dónde:

π: Valor de pi,

DAP: Diámetro a la altura del pecho,

PAP: Perímetro a la altura del pecho,

Hc: Altura total y,

Ff: Factor forma para la zona es de 0,7.

La Tabla 136, presenta el volumen de madera para cada uno de los árboles que hicieron parte del inventario forestal.

TABLA 136. VOLUMEN TOTAL Y COMERCIAL DE MADERA POR INDIVIDUO

No ARBOL	CODIGO SIADAMA / NOMBRE	PAP (m)	ALT. TOT (m)	ALT. COM (m)	VOLUMEN DE MADERA TOTAL (m3)		VOLUMEN DE MADERA COMERCIAL (m3)
1	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,17	12	3	0,01932		0,00483
2	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,2	3	1,5	0,00668		0,00334
3	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,23	3	2	0,00884		0,00589
4	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,23	4	1	0,01179		0,00295
5	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,38	4	1,5	0,03217		0,01207
6	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,35	3,5	2	0,02388		0,01365
7	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,39	4	2	0,03389		0,01695
8	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,23	2,5	0,5	0,00737		0,00147
9	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	0,68	8	6	0,20606		0,15455
10	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	0,2	7	5	0,01560		0,01114
11	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	0,57	7	5	0,12669		0,09049
12	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	0,45	6	4	0,06768		0,04512
13	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	0,57	6	4	0,10859		0,07239
14	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	0,51	6	4	0,08693		0,05795
15	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	0,36	6	3	0,04332		0,02166
16	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	0,62	6	2	0,12848		0,04283

No ARBOL	CODIGO SIADAMA / NOMBRE	PAP (m)	ALT. TOT (m)	ALT. COM (m)	VOLUMEN DE MADERA TOTAL (m3)		VOLUMEN DE MADERA COMERCIAL (m3)
17	104 104 - Garrocho - Viburnum tinoides	0,13	5	2	0,00471		0,00188
18	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis	0,27	6	4	0,02436		0,01624
19	104 104 - Garrocho - Viburnum tinoides	0,24	3,5	1	0,01123		0,00321
20	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,1	2,7	1	0,00150		0,00056
21	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,1	2	1	0,00111		0,00056
22	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,5	2	0	0,02785		0,00000
23	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,4	3	1,5	0,02674		0,01337
24	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	0,71	7	2	0,19656		0,05616
25	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,78	5	2	0,16945		0,06778
26	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,49	5	1,5	0,06687		0,02006
27	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,59	2,5	2	0,04848		0,03878
28	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,49	5	2	0,06687		0,02675
29	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,82	6	2	0,22473		0,07491
30	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,09	2	0	0,00090		0,00000
31	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,16	3	1,5	0,00428		0,00214
32	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,75	5	2,5	0,15667		0,07833
33	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,13	2	1	0,00188		0,00094
34	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,09	2	1	0,00090		0,00045
35	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,06	18	1	0,00361		0,00020
36	3 3 - Ciprés, Pino ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,7	14	7	2,25379		1,12689
37	3 3 - Ciprés, Pino ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,8	11	5	1,98529		0,90241
38	3 3 - Ciprés, Pino ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	2,8	11	5	4,80392		2,18360
39	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,48	2	3	0,02567		0,03850
40	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,21	2,5	1	0,00614		0,00246
41	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,26	3	1	0,01130		0,00377
42	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,16	2	1	0,00285		0,00143
43	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	2,23	12	7	3,32413		1,93908
44	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,1	2	0	0,00111		0,00000
45	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,61	12	2	1,73269		0,28878
46	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	2,22	15	8	4,11798		2,19626
47	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,15	15	8	1,10503		0,58935
48	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,76	13	7	2,24314		1,20784
49	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,27	13	7	1,16799		0,62892
50	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	0,96	7	3	0,35936		0,15401
51	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1,16	8	2	0,59964		0,14991
52	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	1,16	9	5	0,67460		0,37478
53	25 25 - Acacia japonesa - Acacia melanoxylon	1,42	10	5	1,12322		0,56161
54	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,48	5	2	0,06417		0,02567
55	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,72	6	3	0,17326		0,08663

No ARBOL	CODIGO SIADAMA / NOMBRE	PAP (m)	ALT. TOT (m)	ALT. COM (m)	VOLUMEN DE MADERA TOTAL (m3)		VOLUMEN DE MADERA COMERCIAL (m3)
56	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,26	2,5	0,5	0,00941		0,00188
57	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,15	2,5	0,5	0,00313		0,00063
58	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,76	15	7	2,58824		1,20784
59	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	0,87	10	6	0,42162		0,25297
60	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,53	10	5	1,30398		0,65199
61	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,12	10	5	0,69875		0,34938
62	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	0,16	4	1	0,00570		0,00143
63	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	0,67	8	2	0,20004		0,05001
64	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	0,98	9	4	0,48148		0,21399
65	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	0,63	8	3	0,17687		0,06633
66	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,7	5	2	0,13648		0,05459
67	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	0,59	5	2	0,09695		0,03878
68	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,49	3	0,5	0,04012		0,00669
69	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,95	3	1	0,15082		0,05027
70	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1,4	7	1	0,76426		0,10918
71	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,62	7	1	0,14989		0,02141
72	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,53	4,5	2	0,07041		0,03129
73	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,18	3	0,5	0,00541		0,00090
74	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,22	4	1	0,01078		0,00270
75	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,84	12	6	2,26310		1,13155
76	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,61	2	0	0,04145		0,00000
77	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,22	3	0,5	0,00809		0,00135
78	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,3	3	0	0,01504		0,00000
79	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,19	2	1	0,00402		0,00201
80	95 95 - Trompeto - Bocconia frutescens	0,08	2,5	1	0,00089		0,00036
81	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	0,78	9	3	0,30501		0,10167
82	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	2,17	18	8	4,72149		2,09844
83	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	2,47	18	8	6,11721		2,71876
84	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	0,59	8	4	0,15512		0,07756
85	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	0,98	10	4	0,53498		0,21399
86	129 129 - Salvio negro - Cordia cylindrostachya	0,46	8	2	0,09430		0,02357
87	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,19	5	1	0,01005		0,00201
88	104 104 - Garrocho - Viburnum tinoides	0,26	4,5	0	0,01695		0,00000
89	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,35	6	3	0,04094		0,02047
90	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,12	3	1	0,00241		0,00080
91	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,09	3	1	0,00135		0,00045
92	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,19	1	6	0,07888		0,47330
93	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,25	2	1	0,00696		0,00348
94	95 95 - Trompeto - Bocconia frutescens	0,23	2,5	1	0,00737		0,00295
95	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,23	5	1	0,01473		0,00295

No ARBOL	CODIGO SIADAMA / NOMBRE	PAP (m)	ALT. TOT (m)	ALT. COM (m)	VOLUMEN DE MADERA TOTAL (m3)		VOLUMEN DE MADERA COMERCIAL (m3)
96	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,07	2	0	0,00055		0,00000
97	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,42	6	2	0,05896		0,01965
98	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus	1,6	20	10	2,85205		1,42602
99	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus	2,34	22	10	6,71029		3,05013
100	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,75	12	5	2,04713		0,85297
101	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	2,7	12	5	4,87299		2,03041
102	26 26 - Acacia negra, gris - Acacia decurrens	1,31	10	10	0,95594		0,95594
103	28 28 - Acacia bracatinga, acacia sabanera, acacia nigra - Paraserianthes lophanta	0,98	6	1	0,32099		0,05350
104	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus	2,54	22	10	7,90637		3,59381
105	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus	2,6	22	10	8,28431		3,76560
106	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	2,22	6	2	1,64719		0,54906
107	5 5 - Pino patula - Pinus patula	1,33	5	1	0,49267		0,09853
108	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,42	4	1	0,03930		0,00983
109	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,38	4	1	0,03217		0,00804
110	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,35	4	1	0,02730		0,00682
111	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,6	4	1	0,08021		0,02005
112	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	0,5	8	2	0,11141		0,02785
113	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,25	3	1	0,01044		0,00348
114	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,3	4	2	0,02005		0,01003
115	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,7	4	3	0,10918		0,08189
116	97 97 - Aguacate - Persea americana	0,14	5	0	0,00546		0,00000
117	28 28 - Acacia bracatinga, acacia sabanera, acacia nigra - Paraserianthes lophanta	0,32	3	1	0,01711		0,00570
118	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	0,2	4	1	0,00891		0,00223
119	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	0,08	2,5	0	0,00089		0,00000
120	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,13	3	1	0,00282		0,00094
121	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus	0,2	5	2	0,01114		0,00446
122	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus	0,17	5	2	0,00805		0,00322
123	28 28 - Acacia bracatinga, acacia sabanera, acacia nigra - Paraserianthes lophanta	0,12	4	0,5	0,00321		0,00040
124	28 28 - Acacia bracatinga, acacia sabanera, acacia nigra - Paraserianthes lophanta	0,13	5	0,5	0,00471		0,00047
125	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,29	6	2	0,55618		0,18539
126	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,2	3	0	0,00668		0,00000
127	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,1	2	0	0,00111		0,00000
128	73 73 - Abutilon rojo y amarillo (Farolito) - Abutilon megapotamicum	0,54	5	2	0,08122		0,03249
129	62 62 - Laurel de cera (hoja pequeña) - Morella parvifolia	0,4	1	1	0,00891		0,00891
130	95 95 - Trompeto - Bocconia frutescens	1,04	7	2	0,42175		0,12050
131	73 73 - Abutilon rojo y amarillo (Farolito) - Abutilon megapotamicum	0,1	4	1	0,00223		0,00056
132	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,55	4	1	0,06740		0,01685
133	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1,55	4	1	0,53532		0,13383

FUENTE: CONSORCIO TYT

16.3.14 CONCLUSIONES

16.3.14.1 Clases por Altura

La Tabla 137, presenta la cantidad de árboles por clase de estrato y altura que se presenta al interior del área de influencia directa.

TABLA 137. CANTIDAD DE ÁRBOLES POR CLASES DE ALTURA

CLASES DE ALTURAS	ALTURA TOTAL (m)	ESTRATO	NÚMERO DEL INDIVIDUO VEGETAL	CANTIDAD
GRUPO I	0 - 5	Arbóreo suprimido	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 30, 31, 33, 34, 39, 40, 41, 42, 44, 56, 57, 62, 68, 69, 72, 73, 74, 76, 77, 78, 79, 80, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 123, 126, 127, 129, 131, 132, 133,	60
GRUPO II	5 - 12	Arbóreo inferior	9. 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 24, 25, 26, 28, 29, 32, 37, 38, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 70, 71, 81, 84, 85, 86, 87, 89, 95, 97, 102, 103, 106, 107, 112, 116, 121, 122, 124, 125, 128, 130,	54
GRUPO III	12 - 24	Arbóreo medio	1, 35, 36, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 58, 75, 82, 83, 98, 99, 100, 101, 104, 105,	19
GRUPO IV	>24	Arbóreo superior	-	-
TOTAL				**133**

FUENTE: CONSORCIO TYT

Como se observa, los individuos con alturas entre 0-5 metros (Grupo I) son los más representativos en el inventario, con un total de 60 individuos (45,11%); le sigue, los individuos pertenecientes al Grupo II (estrato arbóreo medio) con 54 individuos, lo que corresponde al 40,60%. El 14,69% de los individuos inventariados corresponden al estrato arbóreo medio (19 individuos).

El individuo con mayor altura, corresponde tanto al *Eucalyptus globulus* (#39, 104 y 105); cada uno con 22,0 metros de altura.

16.3.14.2 Clases por Diámetro

La Tabla 138, muestra la cantidad de árboles por clases de diámetro; en ella se observa que el 63,16% de los individuos inventariados corresponden al Grupo I (diámetros entre 0-20 centímetros); mientras que el 9,02% (12 individuos) corresponde al Grupo II.

TABLA 138. CANTIDAD DE ÁRBOLES POR CLASES DE DIÁMETRO

CLASE DIAMÉTRICA	I (0-20 cm DAP)	II (20,1-30 cm DAP)	III (30,1-40 cm DAP)	IV (40,1-50 cm DAP)	V (50,1-60 cm DAP)	VI (60,1-70 cm DAP)	VII (>70 cm DAP)
CANTIDAD DE ÁRBOLES	84	12	11	8	8	1	9
NÚMERO INDIVIDUO VEGETAL	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 30, 31, 33, 34, 35, 39, 40, 41, 42, 44, 54, 56, 57, 62, 67, 68, 71, 72, 73,	9, 24, 25, 29, 32, 55, 59, 63, 65, 66, 81, 115,	47, 50, 51, 52, 61, 64, 69, 85, 92, 103, 130,	49, 53, 60, 70, 102, 107, 125, 133,	36, , 37, 45, 48, 58, 75, 98, 100,	82,	38, 43, 46, 83, 99, 101, 104, 105, 106,

CLASE DIAMÉTRICA	I (0-20 cm DAP)	II (20,1-30 cm DAP)	III (30,1-40 cm DAP)	IV (40,1-50 cm DAP)	V (50,1-60 cm DAP)	VI (60,1-70 cm DAP)	VII (>70 cm DAP)
	74, 76, 77, 78, 79, 80, 84, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 97, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 126, 127, 128, 129, 131, 132,						

FUENTE: CONSORCIO TYT

El individuo arbóreo con mayor diámetro, corresponde a los árboles números 38, 43, 46, 83, 101 (*Cupressus lusitanica*); 99, 104, 105, (*Eucalyptus globulus*); 106 (*Prunus capuli*) con valores entre 71 y 89 cm. de diámetro.

16.3.14.3 Tratamiento silvicultura

Con base en lo mencionado anteriormente, la Tabla 139 muestra el concepto técnico para cada una de los individuos vegetales inventariados.

TABLA 139. **Tratamiento silvicultural**

		CONCEPTO TECNICO											
No ARBOL	CODIGO SIADAMA / NOMBRE	Ta	Co	Tra	PRE	PCA	PAC	PE	ES	SA	PR	TE	TI
1	94 94 - Sauco - Sambucus nigra		1 SI										
2	94 94 - Sauco - Sambucus nigra		1 SI										
3	94 94 - Sauco - Sambucus nigra		1 SI										
4	94 94 - Sauco - Sambucus nigra		1 SI										
5	94 94 - Sauco - Sambucus nigra												1 SI

		CONCEPTO TECNICO											
No ARBOL	CODIGO SIADAMA / NOMBRE	Ta	Co	Tra	PRE	PCA	PAC	PE	ES	SA	PR	TE	TI
6	94 94 - Sauco - Sambucus nigra		1 SI										
7	94 94 - Sauco - Sambucus nigra		1 SI										
8	94 94 - Sauco - Sambucus nigra		1 SI										
9	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis		1 SI										
10	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis		1 SI										
11	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis		1 SI										
12	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis								1 SI				
13	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis								1 SI				
14	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis								1 SI				
15	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis		1 SI										
16	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis								1 SI				
17	104 104 - Garrocho - Viburnum tinoides		1 SI										
18	53 53 - Arboloco - Smallanthus pyramidalis		1 SI										
19	104 104 - Garrocho - Viburnum tinoides		1 SI										
20	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes		1 SI										
21	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes		1 SI										
22	94 94 - Sauco - Sambucus nigra		1 SI										
23	94 94 - Sauco - Sambucus nigra		1 SI										
24	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	1 SI											
25	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1 SI											
26	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens		1 SI										
27	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1 SI											
28	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens				1 SI								
29	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens								1 SI				
30	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes		1 SI										
31	94 94 - Sauco - Sambucus nigra				1 SI								
32	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1 SI											
33	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes		1 SI										
34	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	1 SI											
35	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	1 SI											
36	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica								1 SI				
37	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica								1 SI				
38	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica								1 SI				
39	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens											1 SI	
40	94 94 - Sauco - Sambucus nigra				1 SI								
41	94 94 - Sauco - Sambucus nigra											1 SI	
42	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens											1 SI	
43	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica								1 SI				
44	94 94 - Sauco - Sambucus nigra		1 SI										
45	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica								1 SI				

		CONCEPTO TECNICO											
No ARBOL	**CODIGO SIADAMA / NOMBRE**	**Ta**	**Co**	**Tra**	**PRE**	**PCA**	**PAC**	**PE**	**ES**	**SA**	**PR**	**TE**	**TI**
46	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica								1 SI				
47	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica								1 SI				
48	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica								1 SI				
49	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica								1 SI				
50	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli												1 SI
51	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens								1 SI				
52	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli								1 SI				
53	25 25 - Acacia japonesa - Acacia melanoxylon								1 SI				
54	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI											
55	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1 SI											
56	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens		1 SI										
57	94 94 - Sauco - Sambucus nigra		1 SI										
58	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1 SI											
59	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	1 SI											
60	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1 SI											
61	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1 SI											
62	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	1 SI											
63	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	1 SI											
64	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica								1 SI				
65	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis								1 SI				
66	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI											
67	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	1 SI											
68	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI											
69	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1 SI											
70	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI											
71	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI											
72	94 94 - Sauco - Sambucus nigra		1 SI										
73	94 94 - Sauco - Sambucus nigra							1 SI					
74	94 94 - Sauco - Sambucus nigra							1 SI					
75	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica							1 SI					
76	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI											
77	94 94 - Sauco - Sambucus nigra									1 SI			
78	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI											
79	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens		1 SI										
80	95 95 - Trompeto - Bocconia frutescens		1 SI										
81	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli								1 SI				
82	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica								1 SI				
83	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica								1 SI				
84	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli		1 SI										
85	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli								1 SI				

		CONCEPTO TECNICO											
No ARBOL	CODIGO SIADAMA / NOMBRE	Ta	Co	Tra	PRE	PCA	PAC	PE	ES	SA	PR	TE	TI
86	129 129 - Salvio negro - Cordia cylindrostachya				1 SI								
87	94 94 - Sauco - Sambucus nigra				1 SI								
88	104 104 - Garrocho - Viburnum tinoides				1 SI								
89	94 94 - Sauco - Sambucus nigra				1 SI								
90	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes		1 SI										
91	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes				1 SI								
92	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica								1 SI				
93	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes		1 SI										
94	95 95 - Trompeto - Bocconia frutescens				1 SI								
95	94 94 - Sauco - Sambucus nigra				1 SI								
96	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes				1 SI								
97	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens				1 SI								
98	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus	1 SI											
99	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus								1 SI				
100	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica								1 SI				
101	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica								1 SI				
102	26 26 - Acacia negra, gris - Acacia decurrens	1 SI											
103	28 28 - Acacia bracatinga, acacia sabanera, acacia nigra - Paraserianthes lophanta								1 SI				
104	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus								1 SI				
105	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus								1 SI				
106	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli												1 SI
107	5 5 - Pino patula - Pinus patula								1 SI				
108	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI											
109	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI											
110	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI											
111	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI											
112	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1 SI											
113	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens							1 SI					
114	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens							1 SI					
115	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI											
116	97 97 - Aguacate - Persea americana		1 SI										
117	28 28 - Acacia bracatinga, acacia sabanera, acacia nigra - Paraserianthes lophanta	1 SI											
118	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	1 SI											
119	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1 SI											
120	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI											
121	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus		1 SI										
122	13 13 - Eucalipto común - Eucalyptus globulus		1 SI										
123	28 28 - Acacia bracatinga, acacia sabanera, acacia nigra - Paraserianthes lophanta		1 SI										
124	28 28 - Acacia bracatinga, acacia sabanera, acacia nigra - Paraserianthes lophanta		1 SI										

		CONCEPTO TECNICO											
No ARBOL	CODIGO SIADAMA / NOMBRE	Ta	Co	Tra	PRE	PCA	PAC	PE	ES	SA	PR	TE	TI
125	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica												1 SI
126	94 94 - Sauco - Sambucus nigra								1 SI				
127	94 94 - Sauco - Sambucus nigra								1 SI				
128	73 73 - Abutilon rojo y amarillo (Farolito) - Abutilon megapotamicum								1 SI				
129	62 62 - Laurel de cera (hoja pequeña) - Morella parvifolia								1 SI				
130	95 95 - Trompeto - Bocconia frutescens								1 SI				
131	73 73 - Abutilon rojo y amarillo (Farolito) - Abutilon megapotamicum								1 SI				
132	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI											
133	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI											

Árboles para tala que son inherentes al proyecto: Corresponde a los individuos que se van a talar por interferencia con la obra de estabilización.

Árboles para tala con alta susceptibilidad de volcamiento que NO son inherentes al proyecto: Individuos localizados fuera del área propuesta para los diseños de estabilización; sin embargo y debido a sus características fitosanitarias y fisiológicas son susceptibles al volcamiento.

Árboles para conservar sin tratamiento silvicultural: Árboles que no estarán sujetos a podas o algún tipo de tratamiento.

Árboles para conservar con tratamiento silvicultural: Árboles que no serán sujetos a tala; pero es indispensable algún tratamiento silvicultural.

TA = TALA; CO = CONSERVAR; TRA = TRASLADO; PRE = PODA DE FORMACIÓN REALCE; PCA = PODA DE FORMACIÓN CONTROL DE ALTURAS; PAC = PODA DE FORMACIÓN ACLAREO; PE = PODA DE ESTABILIDAD; ES = PODA DE MEJORAMIENTO ESTRUCTURA; SA = PODA DE MEJORAMIENTO SANITARIA; PR = PODA RADICULAR; TE = TRATAMIENTO ESPECIAL; TI = TRATAMIENTO INTEGRAL.

FUENTE: CONSORCIO TYT

Como se aprecia en la Tabla 140, los árboles con tratamiento de tala, corresponden al 16,54% de los árboles inventariados (22 individuos); los cuales intervienen con las obras de estabilización diseñadas durante la realización del "Estudio para el planteamiento y evaluación de alternativas de mitigación del riesgo para el barrio La Gran Colombia de la localidad de San Cristóbal".

TABLA 140. **ÁRBOLES CON TRATAMIENTO DE TALA SEGÚN EL SITIO DE OBRA**

SITIO DE OBRA VIGA DE AMARRE	No ARBOL	CODIGO SIADAMA / NOMBRE	CONCEPTO TECNICO
			Tala
2	32	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1 SI
	34	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	1 SI
	35	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	1 SI
4	54	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI
	55	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1 SI
5	59	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	1 SI
	60	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1 SI
	62	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	1 SI
	63	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	1 SI

SITIO DE OBRA VIGA DE AMARRE	No ARBOL	CODIGO SIADAMA / NOMBRE	CONCEPTO TECNICO
			Tala
	66	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI
	67	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	1 SI
	68	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI
6	61	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1 SI
	69	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	1 SI
7	108	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI
8	110	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI
10	117	28 28 - Acacia bracatinga, acacia sabanera, acacia nigra - Paraserianthes lophanta	1 SI
	118	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	1 SI
	119	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1 SI
	120	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI
12	132	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI
	133	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1 SI

FUENTE: CONSORCIO TYT

En resumen, la Tabla 141 presenta la cantidad de individuos por especie que se van a talar durante el proceso de estabilización del área de estudio.

TABLA 141. CANTIDAD DE ÁRBOLES POR ESPECIE CON TRATAMIENTO DE TALA

No. Árbol	CODIGO SIADAMA / NOMBRE	Cantidad
32, 55, 69	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	3
34, 35	139 139 - Corazón de pollo - Lochroma fuchsiodes	2
54, 66, 68, 108, 110, 120, 132, 133,	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	8
59, 62, 63, 97	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	4
60, 61, 119	3 3 - Ciprés, Pino Ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	3
117	28 28 - Acacia bracatinga, acacia sabanera, acacia nigra - Paraserianthes lophanta	1
118	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capulí	1
TOTAL		**22**

FUENTE: CONSORCIO TYT

La FIGURA 259, representa gráficamente la cantidad de individuos por especie vegetal que se proponen talar para llevar a cabo las obras de estabilización del área de estudio.

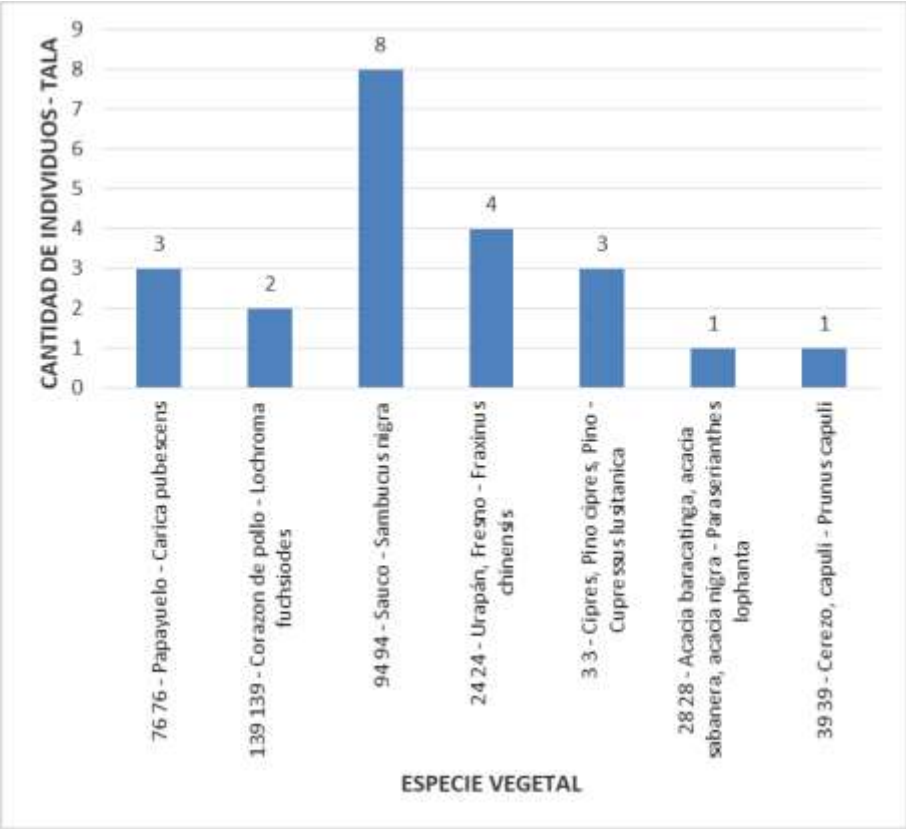


FIGURA 259. CANTIDAD DE INDIVIDUOS POR ESPECIE PARA TALA
FUENTE: CONSORCIO TYT

A partir de lo mencionado, el 83,46% de los individuos inventariados se conservarán; esto debido a que no serán afectados por las obras de estabilización del talud de estudio; además, se encuentran en buen estado físico y sanitario y la arquitectura paisajística del individuo da para su conservación; lógicamente con su respectivo tratamiento silvicultural.

De otro lado, durante el inventario forestal, no se identificaron especies vegetales, endémicas, en peligro, vedadas o en vía de extinción que pudieran restringir el desarrollo del proyecto propuesto para la estabilización de la ladera.

En el área de influencia directa y en donde se desarrollarán las obras de estabilización; no se presentan especies vegetales con restricción de manejo que tengan legislación específica por parte de la autoridad ambiental.

Para la ejecución del diseño de obra propuesto para la estabilización del talud de estudio; se considera la tala de 22 individuos, los cuales corresponden a 1,63 m3 de madera comercial y 3,75 m3 de madera total (Tabla 142).

TABLA 142. **VOLUMEN DE MADERA A REMOVER PARA LOS ÁRBOLES CON TRATAMIENTO DE TALA**

No ARBOL	CODIGO SIADAMA / NOMBRE	PAP (m)	ALT. TOT (m)	ALT. COM (m)	VOLUMEN DE MADERA TOTAL (m3)	VOLUMEN DE MADERA COMERCIAL (m3)
32	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,75	5	2,5	0,15667	0,07833
34	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,09	2	1	0,00090	0,00045
35	139 139 - Corazón de pollo - Iochroma fuchsiodes	0,06	18	1	0,00361	0,00020
54	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,48	5	2	0,06417	0,02567
55	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,72	6	3	0,17326	0,08663
59	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	0,87	10	6	0,42162	0,25297
60	3 3 - Ciprés, Pino ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,53	10	5	1,30398	0,65199
61	3 3 - Ciprés, Pino ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	1,12	10	5	0,69875	0,34938
62	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	0,16	4	1	0,00570	0,00143
63	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	0,67	8	2	0,20004	0,05001
66	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,7	5	2	0,13648	0,05459
67	24 24 - Urapán, Fresno - Fraxinus chinensis	0,59	5	2	0,09695	0,03878
68	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,49	3	0,5	0,04012	0,00669
69	76 76 - Papayuelo - Carica pubescens	0,95	3	1	0,15082	0,05027
108	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,42	4	1	0,03930	0,00983
110	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,35	4	1	0,02730	0,00682
117	28 28 - Acacia bracatinga, acacia sabanera, acacia nigra - Paraserianthes lophanta	0,32	3	1	0,01711	0,00570
118	39 39 - Cerezo, capuli - Prunus capuli	0,2	4	1	0,00891	0,00223
119	3 3 - Ciprés, Pino ciprés, Pino - Cupressus lusitanica	0,08	2,5	0	0,00089	0,00000
120	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,13	3	1	0,00282	0,00094
132	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	0,55	4	1	0,06740	0,01685
133	94 94 - Sauco - Sambucus nigra	1,55	4	1	0,53532	0,13383
TOTAL VOLUMEN A REMOVER (m3)					3,75353	1,63231

FUENTE: CONSORCIO TYT

Los individuos a los cuales es necesario solicitar el permiso de aprovechamiento forestal corresponde a los árboles identificados con los números: 32, 34, 35, 54, 55, 59, 60, 62, 63, 66, 67, 68, 61, 69, 108, 110, 117, 118, 119, 120, 132, 133 (Anexo 5).

Finalmente, el ciento por ciento de los individuos inventariados, carece de un adecuado manejo silvicultural, que garantice el normal desarrollo, físico, sanitario y escénico, de los individuos inventariados.

De acuerdo con los resultados obtenidos del inventario forestal; la Tabla 146 muestra el volumen de madera comercial que se va extraer por la tala de los 22 individuos. Para este caso, movilizar 1,63 m3 de madera comercial no es económicamente rentable; ya que el 36,36% de los individuos son Saucos (Árbol no leñoso); el 18,18% son Urapanes, que por sus características físicas presentan demasiada ramificación; los Cipreses (13,64%) muestran un estado físico deficiente, donde el árbol no presenta estructura y un exceso de ramas; estas mismas cualidades, se presentan tanto en la Acacia bracatinga (4,54%) como en el Cerezo (4,54%).

Con base en lo mencionado, la madera aprovechada se dejará en el sitio de extracción, para que sea aprovechada por la misma obra o por la comunidad.

Por lo tanto, no se requiere de salvoconducto de movilización.

16.4. ESTUDIO PREDIAL.

INTRODUCCIÓN

La actividad predial, se centró en la investigación de predios que estuvieran afectados por la alterativa escogida por el proyecto a realizarse para mitigar el riesgo en el BARRIO LA GRAN COLOMBIA. Esta alternativa es la resultante del trabajo de la diferente área del proyecto, en la cual se estableció un área en la cual se abarcaban predios que al parecer sus habitantes están en condición de Poseedores. Por lo cual se procedió a realizar un estudio de caracterización de estos predios.

ACTIVIDAD PREDIAL

Inicialmente se estableció la necesidad de realizar el estudio a 127 predios en el área de influencia, Sin embargo, luego de la determinación de la alternativa de mitigación del riesgo, proceso que se describen en el numeral de **13 Geotecnia**, mas exactamente en el **13.4 MODELO DE DECISIÓN**, en el cual se describe la manera como se establecio la alternativa, mas conveniente para el desarrollo del estudio. Con base en esto y tomando en encuenta la información con la que se contaba se establecio que era necesario disminuir el numero de predios.

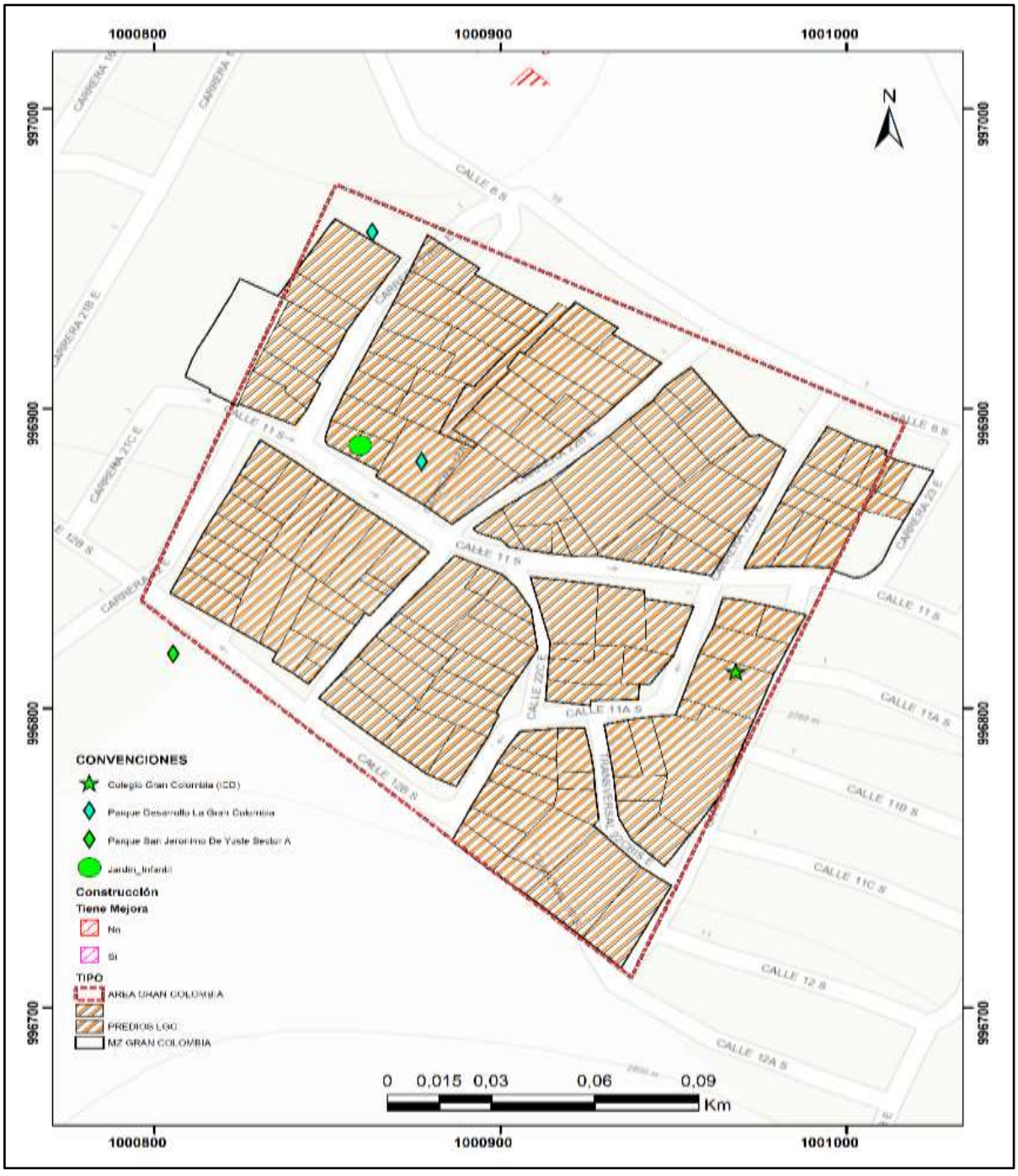


FIGURA 260. LOCALIZACIÓN DEL BARRIO LA GRAN COLOMBIA

Luego de la determinación del área e influencia del proyecto, se determinó una reducción a 32 predios, los cuales están localizados en una zona de predios reasentados, por lo que según información proveniente de la dirección del proyecto, el IDIGER ya tiene a nombre suyo la mayor parte de estos, lo que dejo una cantidad a cerca de 14 predios de los cuales no se sabe su estado actual. Por lo que se solicitó la base catastral completa, (se solicita a la gerencia del proyecto, para que proceda ante el IDIGER a realizar los trámites correspondientes). Se tiene acceso a información catastral de estos predios, para generar las fichas de descripción predial. Sin embargo no se encontró información que permitiera identificar la titularidad de estos. Se recomienda elevar el nivel de investigación de información y solicitar a la UAECD acceso al sistema, con el fin de encontrar información más veraz

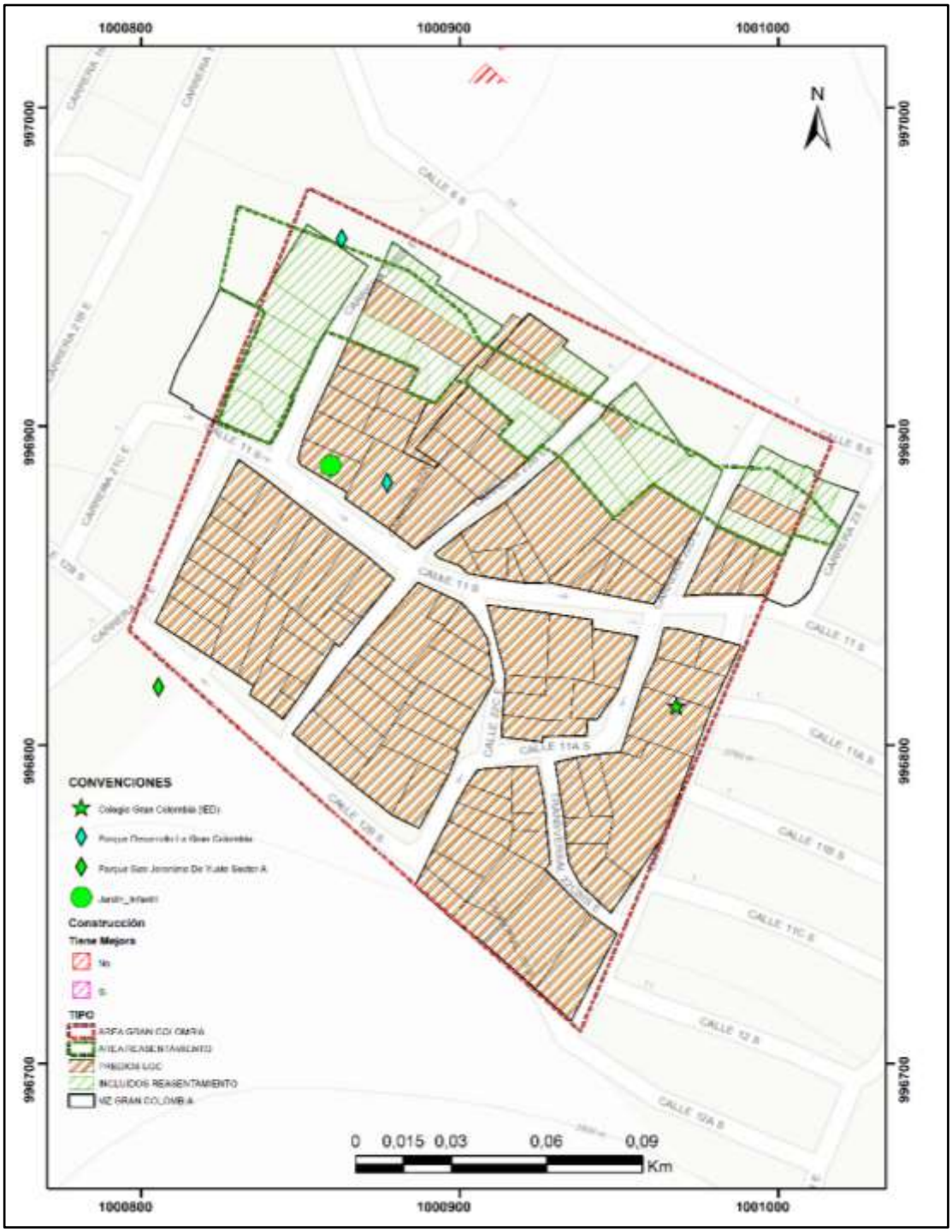


FIGURA 261. LOCALIZACIÓN ÁREA DE INFLUENCIA



ILUSTRACIÓN 39. LOCALIZACIÓN DE PREDIOS ÁREA DE INFLUENCIA Y PREDIOS A REALIZAR AVALÚOS

El área predial se realizó la caracterización de 12 predios de los cuales no se pudo determinar su titularidad y 2 predios de los cuales según requerimientos del proyecto se deben realizar avalúos, para actividades propias del proyecto de mitigación de riesgo. En la siguiente tabla enviamos los datos de los predios, luego de la revisión de la información catastral se generaron 10 fichas de descripción predial de estos predios, adjuntas como anexo a este informe.

PREDIO	MZ	DIRECCION	CHIP
1104009012	1104009	CALLE 11 S # 22-17 E/19 E	AAA0000MDKCPD01 / AAA0000MDKCPD02
1104005004	1104005	CALLE 11 S # 22C 19 E	AAA0000MAMSPD01
1104001012	1104001	CLL 9 S # 22D-31 E	AAA0000LYLFPD01
1104001013	1104001	KR 23 E- 9 15 S	D00110410130011
1104001014	1104001	KR 23 E # 9-21 S	AAA0000LYMRPD01
1104001010	1104001	CL 9 S# 22D-19 E	AAA0000LYJZPD01
1104001007	1104001	KR 22D E # 9-18 S	AAA0000LYEPPD01
1104004012	1104004	KR 22B E # 9-18 S	AAA0000LZYXPD01
1104006018 / 101302001001	1104006	KR 22A E # 9-14 S	D00110406180001
1104006019 / 101302001001	1104006	KR 22A E # 9-04 S	D00110406190011
1104006016	1104006	KR 22A E # 9-32 S	AAA0000MBFZPD01
1104006009 / 101302001001	1104006	KR 22BIS E # 9-20 S	D00110406090001

El día 11 de marzo se realizó una visita al barrio, la cual fue atendida por el presidente de la JAC. Esta visita tenía como objetivo poder recolectar información directamente de las ocupantes de los predios, para poder identificar los reales propietarios de estos predios, con el fin de generar los productos finales del área. Sin embargo, no fue posible realizar una identificación verídica, pues en muchos de los predios no abrían; además se pudo evidenciar que la mayoría de estos fueron adquiridos, por medio de una “carta venta o promesa de compraventa” y sus habitantes no daban mayor información acerca de los dueños reales. Esto quiere decir que se encuentran en calidad de poseedores de estos predios; lo cual se verifico, en el momento de consultar la base catastral.

Adicionalmente se realizó la consulta en registro, con los números de cedula de las personas relacionadas en la base catastral, pero no se encontró matricula inmobiliaria relacionada; a su vez, se buscó si estos predios se encontraban relacionados con el IDIGER o la ALCALDÍA DE BOGOTA, pero tampoco se encontraron los predios.

16.4.1 Avaluós.

De acuerdo a los requerimientos del proyecto se logró identificar dos predios, a los que se les debe elaborar avalúos En la siguiente tabla encontramos los datos de los predios, para esta actividad se solicitó la base catastral para poder realizar los avalúos.

PREDIO	MZ	DIRECCION	CHIP
1104009012	1104009	CALLE 11 S # 22-17 E/19 E	AAA0000MDKCPD01 / AAA0000MDKCPD02
1104005004	1104005	CALLE 11 S # 22C 19 E	AAA0000MAMSPD01

El día 11 de marzo se realizó la visita de campo para realizar los avalúos:

- Predio 1 dirección **CALLE 11 S # 22-17 E/19 E**









- Predio 2 localizado en la dirección **CALLE 11 S # 22C 19**






Para la finalización de los avalúos es necesario contar con la norma de uso del suelo, con la cual el IDIGER, afecta el barrio y se determina que los predios están en zona de riesgo.

16.4.2 **Conclusiones y recomendaciones**.

De acuerdo a lo anterior tenemos:

1. Según la información recolectada los predios identificados en el estudio tienen poseedores; tanto los de los requeridos en la zona del proyecto, como los de los avalúos, no tienen definido un propietario legal, lo que se evidencio es que algunos posiblemente se encuentran habitados, esto

porque los que se verificaron se encontraban con cerramiento y no hubo quien atendiera. Según la información que se recolecto se puede intuir que poseen cartas de venta u otros documentos con los cuales demostrarían tener posesión del inmueble.

2. Según información entregada por la Caja de Vivienda Popular, los predios se encuentran en proceso de reasentamiento o ya lo tuvieron.

3. Se observó en la visita que los predios reasentados, se encuentran ocuapados nuevamente, por lo cual se recomienda que se tomen medidas para retomar estas áreas, ya que son necesarias para el desarrollo del proyecto

Los anexos correspondientes al estudio predial del presente documentos los podemos ver en el anexo 7.4, donde se puede consultar lo correspondiente a:

- ✓ Ficha de descripción predial.
- ✓ Avaluo comeciales de los prdios:
  - Predio 1 dirección **CALLE 11 S # 22-17 E/19 E.**
  - Predio 2 localizado en la dirección **CALLE 11 S # 22C 19.**

16.5. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL – (LÍNEA BASE), IDENTIFICAICÓN DE IMPACTO AMBIENTALES Y MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL.

En el presente capítulo se presenta la línea base ambiental general, el cual se establecen las condiciones iniciales del área de intervención, incluyendo las generalidades de las áreas de influencia directa e indirectas del proyecto, desde el punto de vista biofísico, así como las condiciones ambientales identificadas en las áreas de influencia previo a las intervenciones a proponer; se realiza la identificación de los principales impactos ambientales benéficos y/o adversos producto de la(s) obra(s) asociadas a la alternativas de mitigación y/o control sobre la problemática presentada acorde al alcance del proyecto.

El levantamiento de línea base para las áreas del proyecto se encuentra basado en el levantamiento de información secundaria, consultas con entidades distritales y recorridos para la recolección de información primaria (visita de campo y registro fotográfico), con el fin de identificar y sectorizar aquellas áreas sensibles, críticas, vulnerables, de importancia ambiental, así como la

presencia de comunidades vulnerables frente a los impactos del proyecto en las áreas de influencia, la existencia de áreas del Sistema de Parques Nacionales, Reservas Forestales, Reservas Privadas de la Sociedad Civil, sitios Ramsar, sitios arqueológicos, lugares históricos u otros territorios de uso restringido que puedan ser afectados por el planteamiento o desarrollo de las alternativas de intervención del proyecto, las cuales correspondían a:

- **ALTERNATIVA 1:** Cortina de pilotes en la zona norte, con cajas y drenes horizontales en la zona norte. Como posibles soluciones de drenaje en la zona sur Filtro de gravas a 6 m de profundidad por la calle de la zona sur.

- **ALTERNATIVA 2:** Conformación del talud zona nororiental, de unos 10 m de altura x 20 m de largo (talud 1. 5H:1V) complementado con drenes y anclajes. Zona sur galerías, pozos y drenes horizontales.

- **ALTERNATIVA 3**: Pozos de abatimiento distribuidos en la zona Noreste y sur del barrio (zona con la capa de arenas), Pantalla en la zona norte (complementaria).

16.5.1. Línea base áreas de Influencia

Desde la perspectiva ambiental la delimitación y definición de las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto, se realiza con base en una identificación de los impactos ambientales que puedan generarse durante la construcción y mantenimiento del proyecto acorde a la alternativa a diseñar y materializar; para los medios abiótico y biótico, se tendrán en cuenta unidades fisiográficas naturales y ecosistémicas; la caracterización ambiental de las áreas de influencia deberá dar las herramientas necesarias para realizar la evaluación comparativa de las alternativas a propuestas para el desarrollo y evaluación, para la mitigación del riesgo para el barrio la Gran Colombia de la localidad de San Cristóbal.

16.5.1.1. Área de influencia Indirecta - AII

Se refiere al área donde los impactos ambientales trascienden el espacio físico del Proyecto y su infraestructura asociada, es decir la zona externa al área de influencia directa y se extiende hasta donde se podrían manifestar tales impactos. De acuerdo a la consulta de información secundaria y al sistema de

información ambiental de Colombia (SIAC), el área de influencia del proyecto se relaciona con la cuenca media - alta del rio Fucha y de la quebrada la Pichosa, como se presenta en la siguiente **FIGURA 262**.



FIGURA 262. DEFINICIÓN GENERAL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII) – AMBIENTAL PARA EL PROYECTO

El Río Fucha es uno de los principales afluentes del Río Bogotá, posee gran variedad de flora y fauna desde su nacimiento en el páramo de Cruz Verde, atraviesa la reserva el Delirio (administrada por la E.A.A.B). Recorre 11 localidades, desde San Cristóbal hasta Fontibón.

EI Páramo de Cruz Verde, se sitúa a una altura aproximada de 3300msn a 3400 msm, comienza a una distancia de 10 km de Bogotá y se extiende a los lados de la carretera que conduce de la capital a Choachí. La mayor parte del terreno está cubierta por frailejones, Pequeños bosques bajos están dispersos entre ellos. Con frecuencia se ven arroyos y pequeños lagos. EI uso del terreno se limita al cultivo esporádico de papa y un pastoreo ocasional de vacas. (Schnetter et al.1976).

La reserva El Delirio se caracteriza por ser objeto de preservación y ser un ecosistema de referencia para orientar los procesos de restauración. Allí se encuentran especies potenciales para bancos de semillas y áreas que aseguren la conectividad ecosistémica entre parches aislados de vegetación nativa, habilitando áreas de desplazamiento de la fauna asociada, principalmente aves y pequeños mamíferos. (Secretaria Distrital de Ambiente SDA. 2015). Cuando el sector aún presentaba características completamente rurales, los pobladores

de principios del siglo XX encontraron una fuente de trabajo en los chircales, fábricas de ladrillos que comenzaron a implantarse en la zona. Dentro de la reserva aún se encuentran vestigios de los que otrora fueran hornos de cocción de los chircales, que semejaban castillos. Hoy albergan criaderos de trucha arcoíris con los que se autoabastecen los guardabosques que ejercen protección, vigilancia, mantenimiento, conservación y control de acceso a la reserva. (Secretaria Distrital de Ambiente SDA. 2015).

El Río Fucha nace de la unión de dos quebradas: la Osa y Upata. Este Río cuenta con una longitud de 21,7 Km de longitud desde su nacimiento en el Páramo de Cruz Verde hasta su desembocadura en el Río Bogotá. La cuenca del Río Fucha está conformada por un área de 12,991 hectáreas urbanas y 4,545 hectáreas en la parte rural (correspondiente a los cerros orientales); y un pendiente promedio del 5.3 % (POMCA río Fucha).

Esta cuenca se ubica en el sector centro - sur del Distrito Capital y drena sus aguas de oriente a occidente para entregarlas al Río Bogotá en la localidad de Fontibón. (Sicua et al. 2009).

La red de alcantarillado de esta cuenca consta de tres sistemas ubicados de manera diferenciada en la ciudad (combinado, pluvial y sanitario) con una longitud de 1.787 km los sistemas de drenaje establecidos consisten en un eje central de drenaje conformado por un canal destinado para la conducción de las corrientes naturales y el transporte del agua lluvia, en cuyos costados se ubican interceptores paralelos encargados de drenar las aguas residuales evitando el vertimiento directo a canal principal. (Sicua et al. 2009).

La cuenca hidrográfica del Río Fucha es considerada una de las más importantes en Bogotá, teniendo en cuenta su influencia en forma directa e indirecta en 12 de las 20 localidades que conforman el Distrito Capital y sus principales zonas industriales. (Sicua et al. 2009).

La cuenca del río Fucha dada su conformación y longitud, se subdivide en tres sectores, cuenca alta la cual corresponde a la parte montañosa, cuenca media que inicia a la entrada del río al perímetro urbano de la ciudad de Bogotá hasta la avenida Boyacá y la cuenca baja desde la avenida Boyacá hasta su desembocadura en el Río Bogotá. Está localizada en el sector centro-sur del Distrito Capital, y drena las aguas de oriente a occidente para finalmente entregarlas al río Bogotá (CSHB, 2008).

En la cuenca del Fucha se estableció el acueducto de Vitelma. Este hito urbano hizo de este territorio un polo de desarrollo dirigido a población de carácter popular, quienes víctimas del conflicto bipartidista, arribaban a la ciudad en busca de nuevas oportunidades, satisfaciendo también la demanda de mano de obra de las nacientes empresas de la época. Éste fenómeno social dejó una impronta de afectación ambiental para el río, la cual aún se evidencia en su

canalización, en los avanzados niveles de contaminación y en los conflictos por invasión de la ronda. (Secretaria Distrital de Ambiente SDA. 2015). La Empresa de Acueducto de Bogotá viene interviniendo el canal del río Fucha para mejorar su funcionamiento hidráulico y capacidad de transporte de las aguas lluvias de gran parte de la zona centro y occidente de la ciudad. Para esto adelanta la recuperación de las losas y los taludes del canal. De igual forma ejecuta obras en el canal Comuneros que tributa al Fucha donde se eliminan vertimientos de aguas residuales. (Secretaria Distrital de Ambiente SDA. 2015).

El diagnóstico río Fucha fue elaborado por el Consorcio Duque Sima a través del Convenio de la SDA con la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB-ESP en el marco del Convenio 21 de 2005 y acogido mediante la Resolución 2818 de 2006. Este documento describe la cuenca, diferenciando entre la cuenca natural, conformada por los cuerpos de agua que aún drenan al río Fucha y la cuenca sanitaria creada para el saneamiento básico de la ciudad.

Es así que la cuenca natural actual del río Fucha, presenta como grandes tributarios los ríos San Agustín y San Francisco, los cuales aun cuando han perdido sus características de río dada la canalización y/o entubamiento de los mismos que drenan sus aguas al río Fucha. Se destaca asimismo como sistema tributario el humedal de Capellanía y Humedal Meandro del Say.

Por otra parte, la cuenca sanitaria involucrada dentro de la cuenca hidrográfica del Río Fucha, comprende los sistemas de alcantarillado dispuestos a lo largo de las 12 localidades por las cuales atraviesan los diferentes sistemas de redes de alcantarillado troncal y secundario existentes en la ciudad. La cuenca del río Fucha, está definida por el canal del río Fucha el cual inicia aguas arriba de la carrera séptima (El Delirio), en donde las aguas del río San Cristóbal son canalizadas a través de un canal revestido de sección trapezoidal, el cual discurre en una longitud de 17.30 km., hasta su entrega al río Bogotá. Las redes de alcantarillado presentes en la cuenca desembocan a través de diferentes estructuras que entregan sus aguas al canal Fucha, para luego finalmente entregar al río Bogotá; de esta forma, la cuenca cuenta con tres sistemas de alcantarillado (combinado, pluvial y sanitario).

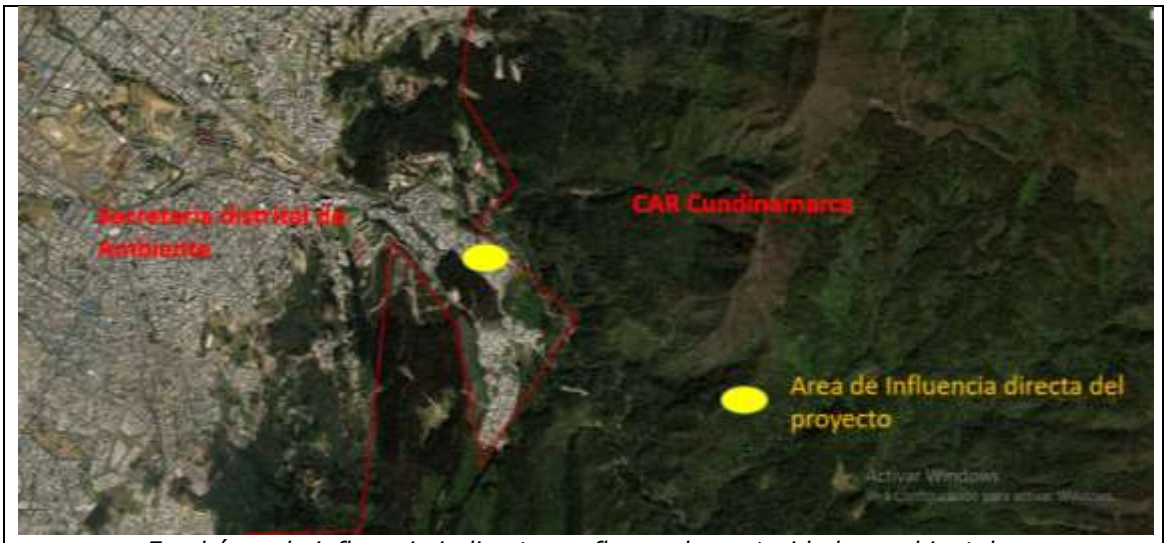
La parte más antigua de la ciudad corresponde a la zona combinada nororiental, compuesta por las subcuencas Universidad Nacional, Calle 22, San Francisco, San Agustín, transversal 19, Comuneros y El Ejido, el drenaje de esta zona se hace a través de conductos cerrados. En las áreas de nuevos desarrollos ubicados dentro del sector combinado San Blas, Fucha Alto, Albina, río Seco en su parte sur, drenan sus aguas a través de interceptores, los cuales mediante estructuras de alivio descargan al sistema pluvial de canales cuando se presentan eventos de lluvia. Al occidente del sistema combinado, se

construyeron redes de tipo separado, conformando las subcuencas del canal Boyacá, San Francisco, canal Comuneros, canal Fucha Bajo, Albina bajo y Río Seco bajo. El esquema según el cual se concibieron todos estos sistemas consiste en un eje central de drenaje conformado por un canal destinado a transportar las aguas lluvias, acompañado, a cada lado, por un interceptor paralelo encargado de drenar las aguas residuales.

Los Cerros Orientales de Bogotá se constituyen en el primer y más importante soporte ambiental de la ciudad. Debido a su riqueza ambiental y los servicios ecosistémicos que prestan a Bogotá y la región, los Cerros Orientales actualmente están declarados como Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, la cual es un área protegida de carácter nacional, declarada a través del Acuerdo 30 de 1976, expedido por el INDERENA; esta reserva fue objeto de redelimitación y zonificación mediante la Resolución 463 de 2005, expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y su plan de manejo fue formulado y adoptado por la CAR a través de la Resolución 1141 de 2006, el cual fue modificado y adoptado a través de la Resolución No 1766 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Actualmente el plan de manejo de la reserva y el plan de la franja de adecuación contempla la formulación y ejecución de proyectos de recreación pasiva como respuesta a la necesidad de generar una estrategia que agrupe las iniciativas locales que actualmente se ejecutan en el territorio con la institucionalidad y las logre articular con las áreas disponibles para uso público dentro de la Estructura Ecológica Principal de Bogotá.

La determinación de la sensibilidad ambiental se hace a partir de la evaluación de los elementos identificados en la caracterización, para lo cual se presentan las áreas de especial importancia ecológica, tales como áreas protegidas públicas o privadas, ecosistemas estratégicos, rondas hidrográficas, corredores biológicos, presencia de zonas con especies endémicas, amenazadas, áreas de importancia y zonas de paso de especies migratorias, además de instrumentos de ordenamiento/planificación (como POMCA del rio Fucha – Resolución 2818 de 2006), así como otras áreas de reglamentación especial, áreas de recuperación ambiental tales como áreas erosionadas, de conflicto por uso del suelo o contaminadas, áreas de producción económica tales como ganaderas, agrícolas, mineras, áreas susceptibles a deslizamientos, inundaciones, movimientos de remoción en masa, procesos erosivos, entre otros, así como áreas de importancia social tales como asentamientos humanos, de infraestructura física y social y de importancia histórica y cultural.

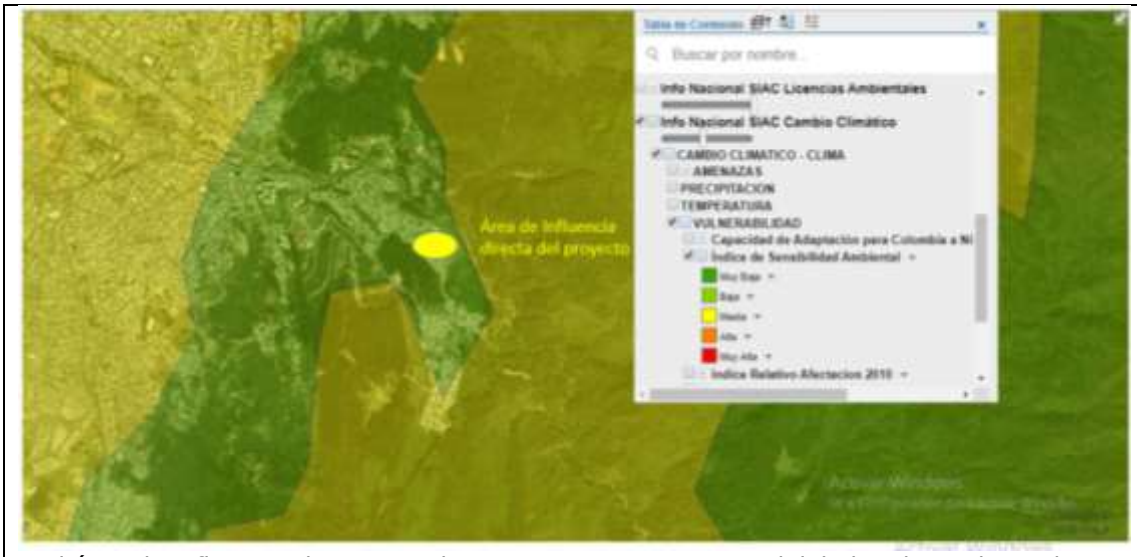
La identificación de las características ambientales del área de influencia indirecta se presenta en las siguientes figuras:



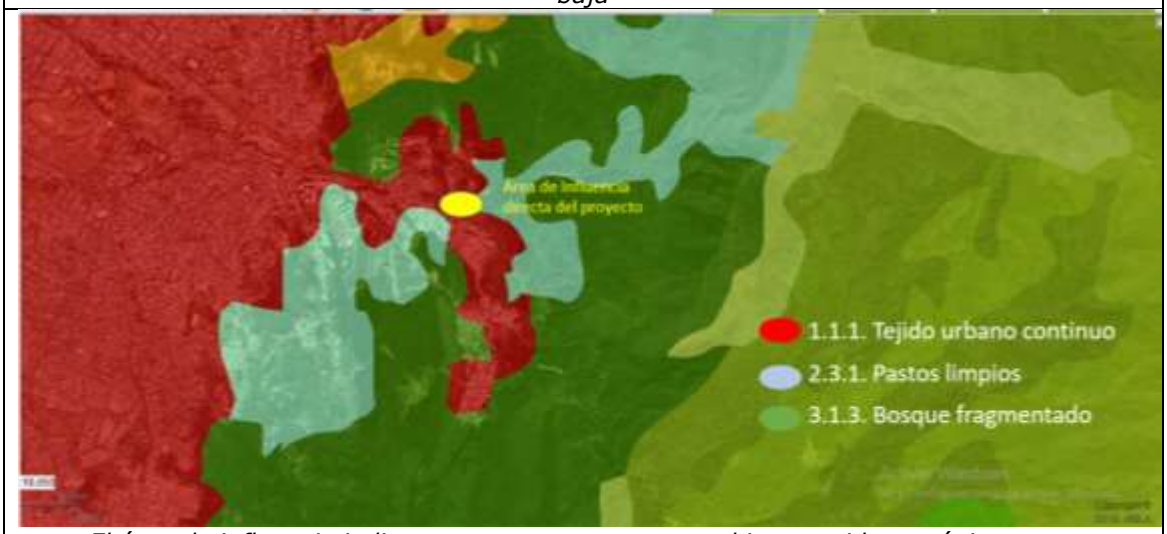
En el área de influencia indirecta confluyen dos autoridades ambientales



En el área de influencia indirecta se superpone con proyectos de líneas de transmisión eléctrica - Infraestructura Energética



El área de influencia directa e indirecta cuenta con una sensibilidad ambiental muy baja y baja



El área de influencia indirecta cuenta con una vegetal intervenida antrópicamente



El área de influencia indirecta se encuentra adyacente a una zona de reserva Nacional (Cerros Orientales)

**Fuente – Adaptado SIAC*

FIGURA 263. CARACTERIZACIÓN GENERAL AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA

16.5.1.2. Área de influencia directa – AID

El área de influencia directa del proyecto, es aquella donde se manifiestan los impactos ambientales generados por las actividades de construcción y mantenimiento; está relacionada con el sitio del proyecto y su infraestructura asociada; esta área puede variar según el tipo de impacto ambiental y el elemento del ambiente que se esté afectando; sin embargo, para efectos del presente proyecto las áreas de influencia directa de tipo abiótico y biótico se considera que son las mismas.

La caracterización del AID presenta visión clara y suficiente del medio y componentes ambientales a intervenir y se basa fundamentalmente en información primaria como entrevistas, recorridos de observación y registro fotográfico.

En el área de influencia directa se puede identificar claramente el área asociada a la ronda hidráulica del Rio Fucha y la quebrada la pichosa, donde se identifican bosques de galería previamente intervenidos y rellenos antrópicos, como se presenta en las siguientes **FIGURA 264**.



Rio Fucha área de estudio



Fucha – margen de estudio



Rio Fucha Aguas arriba área de estudio



Rio Fucha – margen de estudio



Cauce típico Rio Fucha en área de estudio



Rio Fucha Vegetación típica margen - área de estudio



Panorámica general Rio Fucha Margen de estudio



Vegetación típica aguas arriba área de estudio



Vegetación típica quebrada la pichosa margen área de estudio



Cauce típico Quebrada la Pichosa en área de estudio



Cauce típico Quebrada la Pichosa en área de estudio

FIGURA 264. REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA ASOCIADA A LAS RONDAS HIDRÁULICAS DEL RIO FUCHA Y QUEBRADA LA PICHOSA

La zona de ronda hidráulica del rio Fucha se encuentra actualmente invadida en el área de influencia directa del proyecto, donde se identifican algunas construcciones y rellenos de origen antrópico en las zonas del cauce propiamente dicho, por tanto, los conceptos asociados a la legislación ambiental aplicable a ronda hídrica no se están cumpliendo.

Según el artículo 22 del acuerdo 2 de 1997 el uso principal asociado en la ronda del rio Fucha en el área de influencia directa es zona forestal y recreativo pasivo.

Además, en el área de influencia directa se identifican áreas asociadas al tejido urbano, como se presenta en las siguientes **FIGURA 265**:



Tejido urbano área de estudio



Tejido urbano área de estudio



Tejido urbano área de estudio



Tejido urbano área de estudio

FIGURA 265. REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA ASOCIADA AL TEJIDO URBANO BARRIO GRAN COLOMBIA

De acuerdo a la identificación de las condiciones del área de influencia directa, se determina que es un área asociada principalmente al tejido urbano continuo

en el barrio Gran Colombia ubicado en la localidad de San Cristóbal, en la UPZ San Blas, sector catastral Molinos de Oriente, el barrio abarca diez (10) manzanas y cuatro (4) zonas verdes. La zona de influencia directa se encuentra frete al batallón Bacata del ejecito Nacional de Colombia.

Se identifica un proceso de urbanización en la zona de influencia – incluyendo la diferencia marcada en la zona de ronda hidráulica del rio Fucha.

16.5.2. Identificación de Actividades constructivas asociadas a la alternativa seleccionada

Desde la perspectiva ambiental se requiere realizar la descripción general de la alternativa seleccionada con el fin de disponer de criterios para realizar la identificación de potenciales impactos ambientales.

La alternativa seleccionada para el desarrollo del proyecto asociado a la mitigación del riesgo para el barrio la Gran Colombia de la localidad de San Cristóbal, se relaciona con una construcción de una Cortina de pilotes preexcavados en la zona norte, con cajas y drenes horizontales en la zona norte (parte alta), así como soluciones de drenaje en la zona sur parte al ata mediante drenes horizontales con entregas a las alcantarillas mas cercanas de la vía, se presenta como referencia en la siguiente figura:



FIGURA 266. OBRAS PROPUESTAS PARA MITIGACIÓN DEL RIESGO EN BARRIO GRAN COLOMBIA – LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL

Para más Información remitirse al documento PL-DGEOT-006.

El proceso constructivo de los caisson (cortina de pilas Preexcavadas) se resume en excavación del primer segmento anillo de confinamiento y protección de la excavación, incluye el vaciado anillo inicial previa instalación del acero de refuerzo; manejo de agua por nivel freático, se deberá alcanzar la profundidad del pilote según indicaciones del plano, se requiere un empotramiento mínimo variable entre 4.1 y 8.8 m para pilas de diámetro Ø=2.0m, ver plano DGEOT-008.

El proceso constructivo de las cajas drenantes, inicia con la excavación y el sistema de entibado mediante tablestaca de madera y acodalamiento con marcos metálicos según diseño estructural; se instalarán drenes de penetración de 40m de longitud en la parte baja de las cajas drenantes de drenaje en las posiciones indicadas.

Los drenes horizontales incluyen la excavación para las cajas y mediante equipo de perforación dentro de las cajas drenantes tipo 1 se instalará tubería PVC de 2” de alta presión, perforada o ranurada en toda su longitud, con tapón en su extremo. Se realizará la perforación a 10° con respecto a la horizontal.

Para la instalación de tubería mediante sistema Perforación Horizontal Dirigida (PHD) se realiza perforando el terreno por medio de un cabezal, punta o flecha excavadora, que se ha escogido para las condiciones y tipología del suelo. Una vez alcanzado el diámetro requerido y definido que no existe problemas con el alineamiento acorde con las tolerancias dadas y las interferencias existentes, se procede con la instalación de la tubería, conectándola a los expansores y anillos de limpieza, para iniciar su arrastre o halado a través del túnel, desde la trinchera de salida hasta la trinchera de entrada del lanzamiento original.

Se contempla la construcción de obras complementarias para la construcción de obras de protección y de drenaje superficial (excavación manual), incluye Sistema de descole en saco de suelo cemento y estructuras hidráulicas como cajas y canales.

Para más información sobre las características y ubicación de las obras asociadas a la Mitigación del riesgo en el Barrio Gran Colombia – Localidad de San Cristóbal, remitirse a los documentos PL-DGEOT-006, PL-DGEOT-007 y PL-DGEOT-008.

16.5.3. Demanda de uso de Recursos Naturales por las Alternativas de Intervención del Proyecto

Por la dinámica de ejecución del proyecto se presenta una caracterización detallada de los recursos naturales renovables que demandaría el proyecto y que serían utilizados, aprovechados o afectados por las diferentes alternativas de construcción del mismo acorde al alcance contractual.

En cuanto a los permisos, concesiones y autorizaciones para aprovechamiento de los recursos naturales renovables, se deberá presentar como mínimo la información requerida en los Formularios Únicos Nacionales, existentes para tal fin.

En cuanto a la relación de los permisos ambientales y aspectos ambientales de las alternativas a generar por el proyecto se presentan en la Tabla 143:

TABLA 143: PERMISOS AMBIENTALES Y ASPECTOS AMBIENTALES.

Permiso / Autorización Ambiental	Identificación de Necesidad / Descripción general
Captación de Agua Superficial / Subterránea	No se requiere y/o identifica la Necesidad dado que el consumo de agua se realizará únicamente para la mezcla de concretos – Se contempla el suministro y abastecimiento por medio de compra de agua en bloque – Ver PMA - GC-AB- 1 – Consumo eficiente de agua y Manejo de residuos líquidos.
Vertimientos	No se requiere / No se identifican actividades generadoras de aguas residuales Industriales; Para el manejo de vertimientos líquidos domésticos durante la construcción se contemplan medidas de manejo ambiental. Ver PMA - GC-AB- 2 – Consumo eficiente de agua y Manejo de residuos líquidos.
Ocupaciones de cauces de cuerpos de agua	Dado que se propone intervenir la ronda hidráulica del Rio Fucha se deberá realizar el trámite del permiso de ocupación de cauce ante la Autoridad Ambiental – Secretaria distrital de Medio Ambiente, incluyendo: Descripción general de las obras de intervención / Presentar la ubicación georreferenciada de los tramos donde se implementarán las obras – Plano PL-DGEOT-006.

Permiso / Autorización Ambiental	Identificación de Necesidad / Descripción general
	Información y análisis de frecuencia para caudales máximos, análisis para caudales medios – Modelación hidráulica con las obras de intervención propuestas – Ver Capitulo Hidrología e Hidráulica del presente estudio. Construir la sección topo-batimétrica o secciones representativas, aguas arriba y aguas abajo que cubra todo el cauce a intervenir - PL-DGEOT-007. Presentar los diseños de las obras a construir, la temporalidad y los procedimientos constructivos - PL-DGEOT-008. La documentación requerida para el tramite debe incluir: La identificación de necesidades de aprovechamiento forestal por las obras. Concepto o comunicación con la empresa de acueducto sobre concepto favorable sobre las obras propuestas en el cuerpo de agua en intervención. Planos en planta y secciones En el cauce de intervención. Copia diseños paisajísticos radicada ante secretaria ambiente Se debe diligenciar y radicar el FORMULARIO DE SOLICITUD DE PERMISO DE OCUPACIÓN DE CAUCE, PLAYAS Y LECHOS- LISTA DE CHEQUEO de la SDA. Para más información remitirse al capítulo 16.5.6. Documentación para el Trámite del permiso de ocupación de cauce en el Rio Fucha.
Solicitud de permiso o autorización de tala, poda, transplante o reubicación del arbolado urbano	Se realiza el censo al 100% de los individuos ítem 16.3 Inventario Forestal. De acuerdo con el diseño geotécnico de estabilización, NO se requiere del tratamiento silvicultural relacionado con el traslado y siembra de especies vegetales para los individuos afectados por el diseño de estabilización. Se identifican 22 individuos que serán aprovechados – Para más Información remitirse al Anexo 7.3. Se considera la tala de 22 individuos, los cuales corresponden a 1,63 m3 de madera comercial y 3,75 m3 de madera total. La destinación de los productos forestales se relaciona con el aprovechamiento dentro de las actividades del proyecto que lo requieran. Para ellos la madera se trasladará y acopiará en los sitios en donde pueda ser requerido.

Permiso / Autorización Ambiental	Identificación de Necesidad / Descripción general
Emisiones atmosféricas	No se requiere tramitar permisos para emisiones atmosféricas.
Materiales de construcción	Como medida de manejo se deberán identificar y localizar (georreferenciar) los sitios que respondan a la demanda del proyecto y que cuenten con las autorizaciones vigentes de la Agencia Nacional Minera – ANM y las autoridades ambientales competentes, incluyendo el título Minero registrado y la Licencia Ambiental, respectivamente Realizar el Registro como generador de RCD a través del aplicativo de la página web de la SDA.
Solicitud de permiso para operación de equipos de construcción, demolición y reparación de vías, generadores de ruido ambiental en horarios restringidos	Se podrá solicitar acorde al plan de construcción y cronograma de construcción del proyecto – Si se requiere.
Publicidad Exterior Visual – PEV	La Publicidad Exterior Visual es el medio masivo de comunicación, permanente o temporal, fijo o móvil, que se destine a llamar la atención del público a través de leyendas o elementos visuales en general, tales como dibujos, fotografías, letreros o cualquier otra forma de imagen que se haga visible desde las vías de uso público, bien sean peatonales, vehiculares, aéreas, terrestres o acuáticas, y cuyo fin sea comercial, cívico, cultural, político, institucional o informativo. (Decreto 959 de 2000 - Articulo 2) – Para la solicitud relacionada con calidad del aire, Auditiva y Visual / Registro de Elementos de Publicidad Exterior Visual – se deberá tener en cuenta: • Formulario Solicitud de Registro PEV completamente diligenciado y firmado • Plano y fotografía panorámica del inmueble, en la que se ilustre la instalación de la valla de obra • Fotocopia del contrato de obra cuando sean consorcios, contratistas o tercero, contratados por entidades del Estado • Arte de la valla, según lo establecido en el Decreto 959 de 2000 Art 14.

16.5.4. Identificación y valoración de Impactos Ambientales

El área de influencia directa del proyecto, es aquella donde se manifiestan los impactos ambientales generados por las actividades de construcción y

mantenimiento; está relacionada con el sitio del proyecto y las actividades constructivas a desarrollar para la mitigación del riesgo para el barrio la Gran Colombia de la localidad de San Cristóbal.

La evaluación ambiental pretende analizar los efectos adversos y benéficos de la construcción del proyecto por medio de la identificación, valoración y descripción de los cambios potenciales que puedan suceder en el ambiente como consecuencia de la ejecución de las actividades en las etapas: preliminares, construcción y desmantelamiento y abandono; teniendo en cuenta la caracterización ambiental, la descripción del proyecto y la demanda de recursos que este genere; se identifican los potenciales impactos ambientales negativos que se pueden generar con el proyecto constructivo, con el fin de establecer las medidas ambientales para prevenir, controlar, minimizar, mitigar o compensar los impactos ambientales por el desarrollo del proyecto.

Desde la perspectiva ambiental la delimitación y definición de las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto, se realiza con base en una identificación de los impactos ambientales que puedan generarse durante la construcción y mantenimiento del proyecto; para los medios abiótico y biótico, se tendrán en cuenta unidades fisiográficas naturales y ecosistémicas; la caracterización ambiental de las áreas de influencia deberá dar las herramientas necesarias para realizar la evaluación de los impactos ambientales que se puedan generar por el desarrollo de la alternativa seleccionada.

Para la identificación y evaluación de impactos ambientales se debe partir de la caracterización de las áreas de influencia por componente, grupo de componentes o medios. Dicha caracterización expresa las condiciones generales de la zona sin los efectos del proyecto y se constituye en la base para analizar cómo el proyecto las modificará. La evaluación ambiental implica que se deben identificar y analizar los impactos ambientales en dos escenarios: i) sin proyecto (levantamiento de línea base) y ii) con proyecto (acorde a la alternativa seleccionada).

Para la valoración de Impactos ambientales, se contempla utilizar la metodología desarrollada en Colombia por las Empresas Públicas de Medellín fundamentándose en las metodologías de Leopold y Conesa. Luego de haberse

identificado, la significancia ambiental de los impactos es valorada a través del cálculo del índice de Calificación Ambiental (Ca), empleado los criterios presentados en la siguiente Tabla 144:

TABLA 144: TABLA VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES – CALIFICACIÓN AMBIENTAL.

CRITERIO	RANGO	VALOR (1)
CLASE	Positivo (+) Negativo (-)	
PRESENCIA	Cierta Muy probable Probable Poco probable No probable	1,0 0,7<0,99 0,3<0,69 0,1<0,29 0,0<0,09
DURACION	Muy larga o permanente: Si es > de 10 años Larga: Si es > de 7años Media: Si es > de 4 años Corta: Si es > de 1 año Muy corta: Si es < de 1 año	1,0 0,7<0,99 0,4<0,69 0,1<0,39 0,0<0,09
EVOLUCION	Muy rápida: Si es < de 1 mes Rápida: Si es < de 12 meses Media: Si es < de 18 meses Lenta: Si es < de 24 meses Muy lenta: Si es > de 24 meses	0,8≤1,0 0,6<0,79 0,4<0,59 0,2<0,39 0,0<0,19
MAGNITUD	Muy alta: Si Mr (2) > del 80 % Alta: Si Mr varía entre 60 y 80 % Media: Si Mr varía entre 40 y 60 % Baja: Si Mr varía entre 20 y 40 % Muy baja: Si Mr < del 20 %	0,8≤1,0 0,6<0,79 0,4<0,59 0,2<0,39 0,0<0,19
IMPORTANCIA AMBIENTAL	Muy alta: Si Ca varía entre 8,0≤10,0 Alta: Si Ca varía entre 6,0<7,9 Media: Si Ca varía entre 4,0<5,9 Baja: Si Ca varía entre 2,0<3,9 Muy baja: Si Ca varía entre 0,0<1,9	
CONSTANTES DE PONDERACION		a=7,0 b=3,0

(1) Valores que se utilizan para calificar cada uno de los criterios en la ecuación
(2) Magnitud relativa

$$Ca = C\,(P\,[a\,E\,M + b\,D])$$

Ca= Calificación ambiental (varía entre 0,1 y 10,0)
C= Clase, expresado por el signo + ó - de acuerdo con el tipo de impacto
P= Presencia (varía entre 0,0 y 1,0)
E= Evolución (varía entre 0,0 y 1,0)
M= Magnitud (varía entre 0,0 y 1,0)
D= Duración (varía entre 0,0 y 1,0)
a y b: Factores de ponderación (a= 7.0 y b= 3.0)

16.5.4.1. Identificación y evaluación de Impactos Ambientales sin Proyecto

La evaluación ambiental se desarrolla progresivamente partiendo de la identificación de los impactos existentes en el entorno (escenario sin proyecto), los cuales se presentan como consecuencia de la ejecución de las actividades que allí se desarrollan.

La mayoría de los conflictos ambientales en el área de influencia directa del proyecto, resultan de la agudización de problemas inherentes a los sistemas urbanos, como los impactos sobre el entorno natural provocados por la construcción desbordada de viviendas. Esta construcción no controlada provoca la disminución significativa de la biodiversidad y el deterioro de las condiciones ambientales. Se destaca la contaminación del río Fucha por la disposición inadecuada de residuos sólidos, así como la presencia de asentamientos sobre la ronda hidráulica, se evidencia problemáticas de contaminación por vertimientos domésticos generando afectación de la calidad del recurso hídrico y pérdida de la biodiversidad, se identifican además temas asociados a erosión e inestabilidad, acumulación de residuos asociados a construcción y demolición, perdida de cobertura vegetal asociada a las rondas hidráulicas (bosques de galería intervenidos), altas pendientes con arrastre de material partículado y sedimentos hacia el rio Fucha y entrega de aguas lluvias sin medidas de protección marginal al río Fucha, se presenta como referencia en las siguientes FIGURA 267.

 Vertimientos Rio Fucha – área de influencia directa	 Identificación de grasas y aceites – área de influencia directa Rio Fucha



Residuos de construcción y demolición (RCD) – área de influencia directa Rio Fucha



Zonas de relleno antrópico – área de influencia directa Rio Fucha



Disposición de residuos sólidos – área de influencia directa Rio Fucha



Disposición de residuos sólidos – área de influencia directa Barrio Gran Colombia

FIGURA 267. REGISTRO FOTOGRÁFICO IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA BARRIO GRAN COLOMBIA

Se identifican los siguientes impactos significativos asociados a los componentes ambientales que se relacionan con el área de influencia directa:

TABLA 145. IDENTIFICACIÓN IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS – ESCENARIO SIN PROYECTO

Medio	Componente	Impacto ambiental	Actividad	Ámbito de manifestación	CA	Importancia
ABIÓTICO	Aguas superficiales	Cambio en las características de calidad del recurso hídrico	Disposición de residuos sólidos y líquidos	Residuos sólidos en ronda hidráulica	-6	GRAVE
	Geomorfodinámica	Generación o activación de procesos	Procesos de remoción en masa	Zonas de amenaza por estabilidad geotécnica	-5	SEVERO

Medio	Componente	Impacto ambiental	Actividad	Ámbito de manifestación	CA	Importancia
	Paisaje	Alteración de los elementos del paisaje	Asentamientos	Construcciones y asentamientos informales en Unidades de paisaje	-7	GRAVE
	Suelo	Modificación de las características fisicoquímicas y biológicas del suelo	Disposición de residuos sólidos y líquidos	Residuos solidos y manejo inadecuado en el área de influencia directa	-7	GRAVE
BIÓTICO	Biota acuática	Modificación del hábitat y biota acuática	Disposición de residuos sólidos y líquidos	Residuos solidos y manejo inadecuado en el área de influencia directa	-6	GRAVE
	Flora	Intervención de individuos de especies de Flora endémicas, amenazadas, vedadas o de importancia ecológica, económica y cultural	Asentamientos y zonas de expansión	Intervención de Bosque ripario	-5	SEVERO
	Fauna	Modificación del hábitat y Perturbación de la fauna silvestre	Asentamientos y zonas de expansión	Intervención de Bosque ripario	-5	SEVERO
SOCIOECONÓMICO	Demográfico	Traslado involuntario de población	Procesos de remoción en masa	Asentamientos en zonas de amenaza alta de remoción en masa	-4	SEVERO

Los impactos considerados significativos en el área de influencia directa son:

En el medio abiótico, sobre los componentes paisaje, hidrológico, geomorfodinámico, atmosférico y suelos, por los impactos asociados a:

- Alteración de los elementos del paisaje
- Cambio en las características de calidad del recurso hídrico
- Generación o activación de procesos remoción en masa
- Modificación de las características fisicoquímicas y biológicas del suelo

En el medio biótico, sobre los componentes flora, fauna y biota acuática:

- Intervención de individuos de especies de Flora endémicas, amenazadas, vedadas o de importancia ecológica, económica y cultural

- Modificación de la cobertura vegetal
- Modificación del hábitat y Perturbación de la fauna silvestre

En el medio socioeconómico, en los componentes espacial y cultural:

- Traslado involuntario de población

16.5.4.2. Identificación y evaluación de Impactos Ambientales 8con proyecto) acorde a la alternativa seleccionada.

El escenario con proyecto se aborda de manera prospectiva identificando los efectos que son propensos a suceder, producto de las etapas relacionadas con las actividades inherentes al desarrollo del proyecto. Luego de esto, se obtienen los valores de importancia de la matriz cuyos efectos se relacionan con los componentes y los ámbitos de manifestación, unidades que permiten disgregar la incidencia del efecto en diferentes unidades espaciales. Con base al capítulo 16.5.2 Identificación de Actividades constructivas asociadas a la alternativa seleccionada, se identifican en general las actividades y obras asociadas a la intervención que se tendrá:

TABLA 146. ACTIVIDADES REQUERIDAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DEL PROYECTO Y SU RELACIÓN CON LOS TIPOS DE INTERVENCIÓN

Etapa	No.	Actividad	Tipo de Intervención				
			Limpieza y señalización	Señalización*	Adecuación Menor	Ampliación	Construcción
Preliminar	1	Gestión predial					
	2	Contratación y capacitación de personal					
	3	Movilización de maquinaria, materiales, equipos y personal					

Etapa	No.	Actividad	Tipo de Intervención				
			Limpieza y señalización	Señalización*	Adecuación Menor	Ampliación	Construcción
Construcción	4	Localización y replanteo			X	X	X
	5	Instalaciones temporales					X
	6	Desmonte y descapote				X	X
	7	Excavaciones y rellenos			X	X	X
	8	Obras de estabilización			X	X	X
	9	Obras hidráulicas			X	X	X
	10	Concretos y refuerzos			X	X	X
	11	Construcción y/o montaje de elementos e infraestructura en general			X	X	X
	12	Instalación de señalización	X	X	X	X	X
	13	Manejo y disposición de residuos líquidos y sólidos					
Desmantelamiento y Abandono	14	Desmantelamiento de instalaciones temporales					
	15	Retiro de personal, maquinaria y equipo					

Bajo el lineamiento establecido en los términos de referencia específicos del proyecto, los impactos ambientales significativos se determinan después del proceso de evaluación ambiental del proyecto y corresponden a los que obtienen mayores calificaciones, de acuerdo con la metodología utilizada y la jerarquía de valoración establecida.

En la siguiente Tabla 147 se presenta la evaluación de los impactos ambientales por la ejecución del proyecto:

TABLA 147. IDENTIFICACIÓN IMPACTOS AMBIENTALES – ESCENARIO CON PROYECTO / EJECUCIÓN ALTERNATIVA SELECCIONADA

Actividad	MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Ámbito de manifestación	CA	IMPORTANCIA
Contratación y capacitación de personal	SOCIOECONÓMICO	Económica	Generación de empleo	Unidades territoriales del área de influencia directa	4,1	RELEVANTE
Movilización de maquinaria, materiales, equipos y personal	ABIÓTICO	Geomorfodinámica	Generación o activación de procesos	Zonas de amenaza Muy alta y alta por estabilidad geotécnica	-2	IRRELEVANTE
Movilización de maquinaria, materiales, equipos y personal	ABIÓTICO	Suelo	Modificación de las características fisicoquímicas y biológicas del suelo	Suelo previamente intervenido - tejido urbano discontinuo	-2	IRRELEVANTE
Movilización de maquinaria, materiales, equipos y personal	ABIÓTICO	Aguas superficiales	Cambio en las características de calidad del recurso hídrico	Cauce del rio Fucha	-2	IRRELEVANTE
Movilización de maquinaria, materiales, equipos y personal	BIÓTICO	Flora	Modificación de la cobertura vegetal	Coberturas bosque ripario altemente intervenido - tejido urbano discuntinuo	-2	IRRELEVANTE
Movilización de maquinaria, materiales, equipos y personal	ABIÓTICO	Atmosférico	Modificación de la calidad del aire	Uso de mezcladoras, motobombas	-2	IRRELEVANTE
Movilización de maquinaria, materiales, equipos y personal	ABIÓTICO	Atmosférico	Modificación en los niveles de presión sonora	Uso de mezcladoras, motobombas	-2	MODERADO

Actividad	MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Ámbito de manifestación	CA	IMPORTANCIA
Movilización de maquinaria, materiales, equipos y personal	SOCIOECONÓMICO	Espacial	Modificación al estado actual de las vías	Vías de las unidades territoriales asociadas al ingreso a los accesos	-3	MODERADO
Movilización de maquinaria, materiales, equipos y personal	SOCIOECONÓMICO	Económico	Modificación en la demanda de bienes y servicios	Unidades territoriales donde se ubican accesos	2	CONSIDERABLE
Movilización de maquinaria, materiales, equipos y personal	BIÓTICO	Fauna	Perturbación de la fauna silvestre	Bosque ripario previamente intervenido	-3	MODERADO
Movilización de maquinaria, materiales, equipos y personal	BIÓTICO	Biota acuática	Modificación del hábitat y biota acuática	Cauce del rio Fucha	-2	IRRELEVANTE
Desmonte y descapote	BIÓTICO	Flora	Modificación de la cobertura vegetal	Bosque ripario previamente intervenido	-3	MODERADO
Desmonte y descapote	ABIÓTICO	Aguas superficiales	Cambio en las características de calidad del recurso hídrico	Cauce del rio Fucha - descoles y entregas de flujo subsuperficial y ALL	-3	MODERADO
Desmonte y descapote	BIÓTICO	Fauna	Perturbación de la fauna silvestre	Bosque ripario previamente intervenido	-3	MODERADO
Desmonte y descapote	ABIÓTICO	Paisaje	Alteración de los elementos del paisaje	Bosque ripario previamente intervenido	-5	SEVERO
Excavaciones y rellenos	BIÓTICO	Fauna	Perturbación de la fauna silvestre	Bosque ripario previamente intervenido	-3	MODERADO
Excavaciones y rellenos	ABIÓTICO	Suelo	Modificación de las características fisicoquímicas y biológicas del suelo	Suelo previamente intervenido - tejido urbano discontinuo	-4	SEVERO
Excavaciones y rellenos	ABIÓTICO	Aguas superficiales	Cambio en las características de calidad del recurso hídrico	Cauce del rio Fucha	-2	IRRELEVANTE
Excavaciones y rellenos	ABIÓTICO	Geomorfodinámica	Generación o activación de procesos denudativos	Zonas de amenaza Muy alta y alta por estabilidad geotécnica	-3	MODERADO

Actividad	MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Ámbito de manifestación	CA	IMPORTANCIA
Excavaciones y rellenos	ABIÓTICO	Atmosférico	Modificación de la calidad del aire	Sitios de excavación	-3	MODERADO
Obras de estabilización	BIÓTICO	Fauna	Perturbación de la fauna silvestre	Bosque ripario previamente intervenido	-2	MODERADO
Obras de estabilización	ABIÓTICO	Suelo	Modificación de las características fisicoquímicas y biológicas del suelo	Suelo previamente intervenido - tejido urbano discontinuo - Generación de residuos	-4	SEVERO
Obras de estabilización	ABIÓTICO	Atmosférico	Modificación en los niveles de presión sonora	Uso de mezcladoras, motobombas	-2	MODERADO
Obras hidráulicas	ABIÓTICO	Suelo	Modificación de las características fisicoquímicas y biológicas del suelo	Suelo previamente intervenido - tejido urbano discontinuo - Generación de residuos	-2	MODERADO
Obras hidráulicas	ABIÓTICO	Aguas superficiales	Cambio en las características de calidad del recurso hídrico	Cauce del rio Fucha - descoles y entregas de flujo subsuperficial y ALL	-2	MODERADO
Obras hidráulicas	ABIÓTICO	Atmosférico	Modificación en los niveles de presión sonora	Uso de mezcladoras, motobombas	-2	MODERADO
Concretos y refuerzos	ABIÓTICO	Atmosférico	Modificación de la calidad del aire	área de intervención / Material particulado	-3	MODERADO
Concretos y refuerzos	ABIÓTICO	Atmosférico	Modificación en los niveles de presión sonora	área de intervención / Material particulado	-2	MODERADO
Construcción y/o montaje de elementos e infraestructura en general	ABIÓTICO	Paisaje	Alteración de los elementos del paisaje	Bosque ripario previamente intervenido / tejido urbajo discontinuo	-5	SEVERO
Desmantelamiento de instalaciones temporales	ABIÓTICO	Atmosférico	Modificación en los niveles de presión sonora	Sitios de instalaciones (Referentes)	-2	MODERADO
Retiro de personal, maquinaria y equipo	SOCIOECONÓMICO	Espacial	Modificación a la movilidad	Vías de las unidades territoriales asociadas al ingreso a los accesos	-3	MODERADO

Actividad	MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL	Ámbito de manifestación	CA	IMPORTANCIA
Retiro de personal, maquinaria y equipo	SOCIOECONÓMICO	Político-Organizativo	Modificación en la gestión y capacidad organizativa	Unidades territoriales	4	RELEVANTE

Los impactos considerados significativos son:

En el medio abiótico, sobre los componentes paisaje y suelos,

- Alteración de los elementos del paisaje
- Modificación de las características fisicoquímicas y biológicas del suelo

En el medio biótico, sobre los componentes flora y fauna,

- Modificación de la cobertura vegetal
- Perturbación de la fauna silvestre

En el medio socioeconómico, se resalta la contratación de personal y la Modificación en la demanda de bienes y servicios en el área de influencia directa.

16.5.5. Medidas de Manejo Ambiental para la Ejecución del Proyecto

Teniendo la línea base y la identificación de los impactos, el plan de manejo ambiental se encuentra enfocado a los compones agua, suelo, aire, paisaje flora y fauna, mediante medidas específicas de intervención definidas en los programas de gestión - en fichas de manejo, donde se describen las actividades a ejecutar acorde al control de los impactos ambientales identificados para el proyecto.

El Plan de Manejo Ambiental se enfoca en medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados, que se causen por el desarrollo del proyecto (Decreto 1076 de 2015). En la siguiente Tabla 148 se presenta la estructura prevista para los programas de Manejo Ambiental del Proyecto, donde se contempla la implementación de un Plan para el Medio Abiótico y para el Medio Biótico – Para el Medio Socioeconómico se hace referencia en otros capítulos del presente documento:

TABLA 148. PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL MEDIO BIÓTICO Y ABIÓTICO PARA EL PROYECTO

MEDIO	NOMBRE DE LA FICHA (PROGRAMA)	CÓDIGO
Plan de manejo del Medio abiótico (Componentes Agua, Aire, Suelo)	Manejo y acopio de materiales de construcción	GC-AB-01
	Manejo de sustancias químicas, combustibles y señalización de sitios de obra	GC-AB-02
	Manejo de residuos sólidos, materiales sobrantes y Residuos de Construcción y Demolición	GC-AB-03
	Obras de manejo geotécnico	GC-AB-04
	Protección y conservación de la corriente hídrica – Rio Fucha en el área de intervención	GC-AB-05
	Manejo de emisiones atmosféricas	GC-AB-06
	Consumo eficiente de agua y Manejo de residuos Liquidos	GC-AB-07
	Manejo Paisajistico	GC-AB-08
Plan de manejo del Medio biótico (Componentes Flora, Fauna y Paisaje)	Manejo del aprovechamiento forestal	GC-MB-01
	Manejo de la remoción de cobertura vegetal	GC-MB-02
	Conservación de la fauna silvestre	GC-MB-03

En el Anexo 7.5.1. Plan de Manejo Ambiental – Ficha programa Manejo Ambiental Mitigación del riesgo Barrio Gran Colombia Localidad de San Cristóbal. Se presenta la descripción de cada una de las fichas de manejo establecidas para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales del proyecto.

16.5.6. Documentación para el Trámite del permiso de ocupación de cauce en el Rio Fucha

El presente capitulo describe los insumos mínimos del documento a presentar ante la Secretaria Distrital de Ambiente, de acuerdo a la necesidad de un Permiso de Ocupación de Cauce para las obras de mitigación propuesta para el barrio La Gran Colombia de la localidad de San Cristóbal.

16.5.6.1. Descripción del proyecto

Nombre del Proyecto

Obras de mitigación del riesgo para el Barrio La Gran Colombia de la localidad de San Cristóbal

Objetivo del Proyecto

Construir obras de mitigación del riesgo para el Barrio La Gran Colombia de la localidad de San Cristóbal

Justificación del Proyecto

El barrio La Gran Colombia se encuentra legalizado mediante el acto administrativo 0566 del 20 de diciembre del 2000 por parte de la Secretaría Distrital de Planeación (antiguo Departamento Administrativo de Planeación Distrital – DAPD), para lo cual el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias FOPAE hoy Instituto Distrital de Gestión de Riesgo y Cambio Climático IDIGER, emitió el Concepto Técnico No. CT-3443 del 04 de Noviembre de 1999 y en el que se recomendó ejecutar las obras de estabilización planteadas en el estudio "Estudios y Diseños de Estabilidad Geotécnica, Control de erosión y Manejo de Aguas para Estabilización de Taludes Informes de Diagnóstico Sitio Manila – Gran Colombia". De acuerdo a la ejecución de estudios detallados de amenaza y riesgo por movimientos en masa en el barrio y sector aledaño, se puede concluir que la zona de interés está afectada por dos (2) procesos; el primer proceso, hace referencia a un fenómeno de inestabilidad general, el cual su principal detonante es la infiltración de la quebrada Aguas Claras (La Pichosa), que genera problemas de inestabilidad y movimientos del terreno donde se encuentra emplazado el barrio La Gran Colombia. Por otra parte, con el estudio de instrumentación, se determinó un movimiento superficial en la margen izquierda del Rio Fucha donde se localiza el barrio La Gran Colombia; el segundo proceso hace referencia a socavación del Rio Fucha (Rio San Cristóbal), que por la dinámica del rio ha desestabilizado principalmente la margen izquierda del talud contiguo al rio y puede generar movimiento en masa. Basados en los factores de seguridad, se puede establecer que el barrio La Gran Colombia se encuentra en Amenaza Alta (tal como se estableció en el plano de Zonificación de Amenaza por movimientos en masa en perspectiva de Cambio Climático Resolución 751 de 2018, con base en esta amenaza el sector esta categorizado como prioridad 1 en el POT), razón por la cual se requiere construir una serie de obras civiles de mitigación del riesgo en la zona adyacente al talud del rio Fucha, asociada a elementos de

drenaje superficial y subsuperficial, cassons, drenes horizontales, disipadores de energía, canales en sacos suelo, entre otros.

Descripción de las actividades detalladas a desarrollar

Las obras, actividades y procesos constructivos a desarrollar para la mitigación del riesgo para el barrio la Gran Colombia de la localidad de San Cristóbal, se relacionan en el capítulo Identificación de Actividades constructivas asociadas a la alternativa seleccionada y Tabla 4. Actividades requeridas para la ejecución de las obras del Proyecto y su relación con los tipos de intervención, en general se relacionan con elementos de drenaje superficial y subsuperficial, cassons, drenes horizontales, disipadores de energía, canales en sacos suelo, entre otros.

Planos de localización y planos topográficos

Para más Información sobre procesos constructivos y ubicación (coordenadas planas) de las obras remitirse al documento **PL-DGEOT-006**. Se deberá incluir dentro del documento de solicitud polígono de coordenadas de ubicación de las obras / estructuras propuestas (como polígono o como inicio fin aclarando a que estructura se hace referencia).

Para más información sobre las características en detalle de las obras de descarga, intervención de la ronda hídrica, Planos longitudinales en perfil del total de la sección a intervenir y planos transversales en planta, remitirse a los documentos **PL-DGEOT-007 y PL-DGEOT-008** (escalas 1:500).

Memorias técnicas de las obras a ejecutar

En el presente documento se encuentran las especificaciones técnicas detalladas de las estructuras y obras a contemplar.

Remitirse a las memorias de cálculos de las obras, Modelación hidráulica con las obras de intervención.

Los Materiales a utilizar en cada punto de intervención se identifican en las especificaciones técnicas y documentos PL-DGEOT-007 y PL-DGEOT-008 (escalas 1:500).

Planos en planta y en perfil deberán estar firmados por el profesional responsable con número de Tarjeta Profesional

Las Fichas de manejo ambiental por componente: agua, suelo, aire, paisaje, flora y fauna; con las medidas ambientales propuestas para prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los potenciales impactos ambientales identificados, precisando: los objetivos, justificación y descripción acciones a desarrollar, se presentan en el **Anexo 7.5.1 Plan de Manejo Ambiental – Fichas Programas Manejo Ambiental Mitigación del riesgo Barrio Gran Colombia Localidad de San Cristóbal.**

Medida Compensatoria

El análisis de las obras a ejecutar, con el fin de definir si los impactos generados requieren o no una medida compensatoria, o si estos pueden ser prevenidos, corregidos o mitigados, acorde a que las obras de intervención no contemplan Cambios en la morfología del cauce del Rio Fucha, Afectaciones a la biodiversidad o Cambios en la escena paisajística, no requiere medidas de compensación. Sin embargo, se deberá incluir dentro del documento de solicitud - Matriz que relacione el total de áreas verdes del área de intervención Vs Total áreas a endurecer como producto de la obra, con los puntos a endurecer indicando coordenadas origen Magna Sirgas planas Bogotá.

Formulario de solicitud de permiso de ocupación de cauce, playas y lechos- lista de chequeo, completamente diligenciado y firmado

Se deberá incluir dentro de los documentos a radicar ante la secretaria de Medio Ambiente de Bogotá:

Comunicación y concepto favorable del EAB concepto favorable de las obras propuestas en el cuerpo de agua (Rio Fucha) objeto de intervención.

Copia de la propuesta de diseños paisajísticos radicada ante la dependencia competente de la Secretaría Distrital de Ambiente – acta de radicación y/o aprobación de diseño paisajístico.

Otros documentos que se deben anexar como parte de la radicación del trámite para el permiso de ocupación de cauce, como personería jurídica del solicitante, certificado de existencia y representación legal, formulario único nacional de

solicitud de ocupación de cauces, playas y lechos, Autoliquidación del cobro por el servicio de evaluación, Recibo de consignación del pago realizado por concepto de evaluación de la solicitud ambiental.,

Para más información remitirse al Anexo 7.5.2. Formulario de solicitud de permiso de ocupación de cauce, playas y lechos – Lista de Chequeo – Secretaria de Ambiente de Bogotá.

16.5.7. Documentación para el Trámite del permiso de Aprovechamiento Forestal

Acorde al ítem 16.3. de aprovechamiento forestal - para el proyecto en relación, no se recomendaron árboles para bloqueo y traslado dado que la ejecución física del traslado es inviable dado la topografía del terreno pues para los bloqueos y traslados se debe contar con una grúa hidráulica y no habría forma de accesibilidad hasta el sitio de interés.

Se deberá presentar el diligenciamiento del Formulario de recolección de información silvicultura para cada uno de los individuos inventariados (Ficha 1) para el trámite ante la S.D.A. Este describe tanto el estado físico y sanitario de la copa, fuste y raíz.; como las causas de intervención silvicultural y el concepto técnico.

Se deberá presentar el diligenciamiento de la Ficha técnica de registro para cada uno de los individuos inventariados (Ficha 2) ante la S.D.A, en la cual se incluye tanto la vista general como la vista de detalle de cada uno de los individuos arbóreos; así como el concepto técnico dado por el Ingeniero Forestal responsable del inventario.

De acuerdo con el diseño geotécnico de estabilización, NO se requiere del tratamiento silvicultural relacionado con el traslado y siembra de especies vegetales para los individuos afectados por el diseño de estabilización.

Los individuos con tratamiento de tala corresponden a 22 individuos inventariados; los cuales intervienen con las obras de estabilización diseñadas durante la realización del "Estudio para el planteamiento y evaluación de alternativas de mitigación del riesgo para el barrio La Gran Colombia de la localidad de San Cristóbal". Se considera la tala de 22 individuos, los cuales corresponden a 1,63 m3 de madera comercial y 3,75 m3 de madera total.

A partir de lo mencionado, el 83,46% de los individuos inventariados se conservarán; esto debido a que no serán afectados por las obras de estabilización del talud de estudio; además, se encuentran en buen estado físico y sanitario y la arquitectura paisajística del individuo da para su conservación; lógicamente con su respectivo tratamiento silvicultural - durante el inventario forestal, no se identificaron especies vegetales, endémicas, en peligro, vedadas o en vía de extinción que pudieran restringir el desarrollo del proyecto propuesto para la estabilización de la ladera.

Para obtener el formulario de Permiso o Autorización para Aprovechamiento Forestal de Arboles Aislados se recomienda:

1. Radicar Formulario solicitud manejo aprovechamiento forestal, Recolección información silvicultural individuo Ficha 1 , Ficha técnica de registro – Ficha 2 o puede reclamarlo en los puntos de atención.

2. Realizar el pago por evaluación silvicultural ante la Secretaria Distrital de Ambiente.

3. Radicar la siguiente documentación en los puntos de atención:

    - Certificado de Tradición y Libertad o copia de la escritura pública del predio, o documento que acredite la propiedad del predio.

    - Mapa del predio indicando la zona o áreas en las cuales se pretende realizar el aprovechamiento (Georeferenciación).

    - Documento que acredite la calidad del solicitante frente al predio

    - Original del Inventario forestal al 100% y Plano de ubicación de árboles.

    - Mapa del área a escala según la extensión del predio.

    - Para efectuar el seguimiento deberá diligenciar los formularios Formato de ejecución de actividades silviculturales, Ficha técnica de registro de poda, y Ficha de actualización del catastro de árboles, los cuales deberá radicar en cualquiera de nuestros puntos de atención

17. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en este QUINTO informe final de avance se obtienen las siguientes conclusiones:

17.1. RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN:

Como parte de la primera parte del estudio Geotécnico se hizo una recopilación y análisis de la información disponible, que contempló la recopilación de información en el sistema de Información de la Empresa de Acueducto de Bogotá, en donde se adquirió información de las redes de acueducto, redes de alcantarillado pluvial y sanitario. También se incluyeron los resultados del Estudio de Microzonificación Sísmica de la ciudad de Bogotá, del año 2010, y la geología regional disponible.

Por su parte se hizo la consulta de la página SINUPOT de la Secretaría Distrital de Planeación y de la página SIRE, del sistema de Gestión de Riesgo y Cambio climático.

De toda esta información se concluye que el sitio de estudio se encuentra en zona de piedemonte de poco espesor PIEDEMONTE TIPO B, de 10 a 20 m de espesor, que cubre rocas de la Formación Guaduas. La zona tiene antecedentes de procesos de remoción en masa y por la zona norte del barrio se define una franja de casas que ya han sido declaradas en alto riesgo y evacuadas por el IDIGER. En algunas de estas casas hay reasentamientos recientes.

17.2. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA:

Desde el punto de vista geológico y geomorfológico se concluye que el barrio se encuentra emplazado sobre una unidad de depósito fluvioglaciar, definida cartográficamente como Formación Rio Siecha, cubierta por rellenos antrópicos en las partes bajas, en especial en la corona del talud del escarpe, estos materiales le imprimen sobre cargas a la corona favoreciendo su posterior colapso.

Con base en el reconocimiento geológico geotécnico se concluye además que el barrio actualmente presenta problemas de deslizamientos de carácter activo, que ha generado afectaciones a la mayor parte de las casas del barrio, principalmente hacia las zonas norte y centro del mismo.

Estratigráficamente el barrio Gran Colombia, de techo a base, presenta suelos orgánicos, suelos residuales de la formación Siecha, la formación Siecha, depósitos aluviales, estos depósitos suprayace arcillolitas de formación

Guaduas, la cual se dispone a favor de la pendiente. Estos materiales pueden alcanzar un espesor aproximado entre 10 a 15 m.

Los depósitos aluviales asociados a la dinámica del río Fucha, como lo son cauce y los materiales que conforman los taludes, ´presentan bloques de hasta 3,5 m de diámetro, lo que es indicativo de la capacidad de carga asociada a su caudal y velocidad, el cual se puede calificar como de carácter torrencial.

Los procesos de socavación lateral, afecta en gran medida el escarpe de la margen izquierda del rio Fucha, el cual ha generado desconfinamiento del talud y por consiguiente deslizamientos tipo flujo de detritos, los cuales ha generado estrechamiento del cauce y a futuro un posible represamiento.

17.3. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA:

En este informe se presentan además avances en los estudios hidrológicos en donde informe se estudia y caracterizan las lluvias presentes en el barrio La Gran Colombia.

En este informe se presentan las curvas IDF y Curvas PADF (análisis espacial de las tormentas), incorporando toda la información pluviométrica disponible hasta septiembre de 2019, teniendo en cuenta las variables espacial y temporal de cada estación, con el fin de actualizar y ejecutar nuevos estudios y diseños de obras de mitigación de riesgos para procesos de remoción en masa en puntos críticos por riesgos y en algunos sitios priorizados y diagnosticados en riesgo por el IDGER.

También se realiza un modelo de lluvia escorrentía para la estimación de los caudales producidos en el punto de intervención anteriormente mencionado, una vez se calculen los caudales, se diseñarán las obras hidráulicas necesarias para poder llevar a cabo las obras de mejoramiento proyectadas en este punto.

De acuerdo con el informe "Estudio para análisis y caracterización de tormentas en la Sabana de Bogotá" adelantado por el ACUEDUCTO DE BOGOTÁ, del cual se pueden obtener las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia en cualquier punto de la Ciudad, se determinaron patrones de distribución temporal de las tormentas y se zonificó la ciudad de Bogotá basada en el análisis de las curvas IDF de diferentes estaciones. Estos productos permiten obtener la información hidrológica para el planeamiento, dimensionamiento y diseño de los sistemas de drenaje de aguas lluvias de la ciudad de Bogotá.

El barrio La Gran Colombia se ubica en la parte alta de la microcuenca del rio Fucha, cabe mencionar que la zona estudiada corresponde a la parte alta de la montaña prácticamente donde nace el rio Fucha, por lo tanto, no se considera un área de descarga importante, adicionalmente gran parte de la zona de

estudio presenta áreas boscosas vírgenes las cuales no presentan influencia antrópica, de manera que la escorrentía superficial tiende a disminuir su intensidad. El manejo de escorrentías superficiales se realiza por medio de un sistema de drenaje urbano o alcantarillado pluvial, el cual es relativamente nuevo, estos descargan a los cuerpos de agua que se ubican en la zona, los cuales son el rio Fucha y la quebrada "La Pichosa".

El Barrio Gran Colombia no presenta problemas de inestabilidad por los caudales de escorrentía superficial y tampoco por los caudales sanitarios pues la pendiente alta de la zona hace que se presenten drenajes hacia el río Fucha. El sitema de alcantarillado es combinado y presenta una capacidad hidráulica suficiente para evacuar los caudales generados dentro del barrio, sin embargo en la parte baja del barrio no se cuenta con colectores lo cual hace que se generen vertimientos de aguas negras al rio Fucha, con afectaciones ambientales.

Se recomienda que la empresa de acueducto diseñe y construya un colector en la parte baja del barrio la gran Colombia y de acuerdo con eso pueda llevar las aguas residuales a la red que ya se encuentra construida.



Cabe indicar que al mitigar este barrio del riesgo por remosión de masa, se puede aumentar la población toda vez el plan de ordenamiento lo permita,

razón por la cual se hace mas necesario la construcción del colector en la parte baja del barrio.

Con respecto al Rio Fucha, se considera que este rio tiene condiciones de alta montaña con mínimas afectaciones antrópicas, adicionalmente el rio Fucha a la altura del Barrio La Gran Colombia, aun hace parte de la cuenca alta del río, lo que significa que el poder erosivo del rio es bastante alto y a su vez presenta una condición de amenaza alta por avenidas torrenciales, dada la forma de la cuenca, esta presenta un índice de gravelius cercano a 1 y el factor de forma ovalado hace que en época de lluvias, se tengan crecidas súbitas con abundantes caudales.

Debido a la forma del Rio Fucha cuyo vaso es bien definido y la alta presencia de material solido de gran tamaño, el transporte del caudal solido funciona en condiciones de turbulencia hidráulicamente rugosa con velocidades supremamente altas y en consecuencia un poder destructivo alto. Las condiciones de equilibrio dinámico del rio, hace que no se pierda la forma del cauce, ni erosione algún tramo del río, sin embargo, sí se hace alguna intervención antrópica, se podría pensar que el río en corto o mediano plazo, la destruiría.

Por lo tanto, esta consultoría no considera la intervención del río Fucha en la altura de la Gran Colombia, toda vez que en los estudios hidrológicos realizados se indican que la amenazas por inundaciones y avenidas torrenciales es baja, y los niveles presentados para la creciente de los 100 años no afecta en los escenarios de deslizamientos actuales.

Con respecto a la quebrada la Pichosa, se considera importante realizar obras de impermeabilización en las paredes del canal, de tal manera que se pueda optimizar en dos frentes importantes, el primero que tiene que ver con los pequeños diferenciales de caudal que general una permeabilidad constante y aumenta el caudal de escorrentía subsuperficial causante de la inestabilidad en el talud, para esto necesario instalar un geotextil impermeable con drenes inferiores y conexiones hacia la parte baja del cauce, en segundo lugar, es necesario aumentar la sección impermeable de la quebrada, de tal manera que cuando se presenten picos de lluvias y se aumente el nivel de agua en la sección, la velocidad tenga un aumento moderado y el agua en la sección permeable no tenga diferenciales por escorrentía.

No se generan interferencias con las estructuras planteadas

17.4. COBERTURA Y USO DEL SUELO:

En lo referente a cobertura vegetal, se contemplan los siguientes aspectos:

- ✓ Realizar el levantamiento, caracterización y cartografía de las unidades de cobertura.
- ✓ Tener en cuenta la influencia de la modificación de la cobertura y el uso del suelo en las condiciones de estabilidad.
- ✓ Realizar el análisis de estabilidad, a partir de la cobertura y uso del suelo y de la estructura urbana.

17.5. GESTIÓN SOCIAL:

A la fecha de ejecución de la consultoría se ha tenido contacto con la comunidad a través de contacto directo y reuniones; en estos espacios se ha informado del objeto y alcance de los estudios y diseños, lo que ha sido de gran beneficio para el desarrollo de la consultoría.

La comunidad conoce los medios de comunicación a través de los cuales puede establecer contacto con la consultoría en caso de tener dudas o inquietudes acerca del proyecto.

A través del conocimiento del objetivo y alcance del proyecto la comunidad ha tenido buena recepción del mismo y colabora con la información y acompañamiento requerido por los profesionales que ejecutan la consultoría.

18. BIBLIOGRAFIA

Bieniawski Z.T. (1989). Engineering rock mass clasifications. Wiley and Sons.

Correa, A. (2013). Serie completa de los métodos recomendados por la ISRM para la caracterización de rocas en laboratorio. Sociedad Colombiana de Geotecnia, Bogotá 2013.

Dearman, W.R. (1974). Weathering classification in the characterisation of rock for engineering purposes in British practice. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 9: 33-42.

Deere, D.U., Patton F.D. 1971. Slope stability in residual soils. En Proc., Fourth Pan American Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Puerto Rico. Vol. 1, Pág. 87-170.

Empresa de Acueducto de Bogotá . (17 de Octubre de 2019). *EAB-SIGUE*. Obtenido de https://eab-sigue.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=6ad170bd1cdc450b823bd22d0786431d Google Earth. (Octubre de 2019).

González de Vallejo L.I., Ferrer M., Ortuño L., y Oteo C. (2004). Ingeniería Geológica. Editorial Pearson, Madrid.

Hoek, E., Marinos, P., & Benison, M. (1998). Applicability of the geological strength index (GSI) classification for very weak and sheared rock masses. The case of the Athens Schist Formation. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 151-160.

ISRM (1981) Rock Characterization Testing and Monitoring. Brown, E., Ed., Pergamon Press, Oxford, 211 p

Piteau and Peckover, 1978. Piteau D.R., Peckover F.L. Engineering of rock slopes ... D.C., Transportation Research Board Special Report, 176 (1978), pp. 192- 197.

SGC, 2016. Guía Metodológica para la Zonificación de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo a escalas detalladas. Bogotá, DC

INGEOMINAS. (Junio de 1997). Mapa Geológico de Santafe de Bogotá. Bogota, Colombia.

Instituto de Desarrollo Urbano SIGIDU. (Octubre de 2019). *https://www.idu.gov.co/*. Obtenido de http://idu. maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=6950db8fa2d440ffbb3946c468eaae4a

Instituto Distrital de Gestión de Riesgo SIRE. (Septiembre de 2019). Obtenido de https://www.sire.gov.co/

Secretaría Distrital de Planeación. (Diciembre de 2010). Zonas de Respuesta Sísmica. Bogota, Colombia.

Secretaría Distrital de Planeación. (Diciembre de 2010). Zonas Geotécnicas. Bogotá, Colombia.

Secretaría Distrital de Planeación SINUPOT. (Septiembre de 2019). *http://sinupotp.sdp.gov.co.* Obtenido de http://sinupotp.sdp.gov.co/sinupot/index.jsf

Secretaria Distrital de Ambiente SDA. 2015. Zuna, pasos que nos develan Bogotá. Alcaldía Mayor de Bogotá. Secretaría Distrital de Ambiente. Oficina de Participación, Educación y Localidades

Schnetter Reinhard. Lozano Gustavo, Luise Marie, Cardozo H. 1976. Estudios Ecológicos en el Páramo de Cruz Verde, Colombia I. Ubicación Geográfica, Factores Climáticos y Edáficos Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia.

Sicua Diana, C. Ariza Juan C. 2009. Estrategias de recuperación del Río Fucha, Universidad Industrial de Santander, Especialización en Ingeniería Ambiental. Bogotá D.C.

Secretaria distrital de ambiente de Bogotá D.C. - Grupo Recurso Hídrico Superficial, Informe Técnico No. 01575, 01 de septiembre del 2015, descripción y contexto de las cuencas hídricas del distrito capital (torca, salitre, Fucha y Tunjuelo), 2015.

EPA: Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos. Capitols 11.19.1 (Sand and Gravel Processing) AP-42. Capítulo 11.19.2 (Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing) AP-42. Capítulo 11.9. (Western Surface Coal Mining, appendix B "Review of Surface Coal Mining Emisión Factors") AP-42. Capítulo 13.2 (Miscellaneous Sources) AP-42. Quinta edición. 1995.

Hidrología para estudiantes de Ingeniería Civil Pontificia Universidad Católica del Perú Wendor Chereque Morán Pág. 56. 1989.

Vargas M. R., Díaz - Granados D. M, "Curvas Sintéticas Regionalizadas de Intensidad - Duración - Frecuencia para Colombia", sin fecha

Chow, Ven Te., "Handbook of Applied Hydrology", McGraw Hill Book Company, 1984.

Chow V.T., Maidment D.R., Mays L.W., "Applied Hydrology", McGraw-Hill International Editions, Civil Engineering Series, New York, U.S.A., 1988.

U. S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, Generalized Computer Program, "HEC-HMS, Hydrologic Modelling Center", September 2008, Versión: 3.3, Copyright 2008 Haestad Methods, Inc.

Abraham E. & Salomon M. (2011). *Diccionario Geomorfologico.* Argentina: Instituto Argentino de las Zonas Aridas.

Acevedo A. & Hernandez F. (2004). *modelamiento y Analisis Estructural del Anticlinal de Medina, Piedemonte de los LLanos Orientales.* Bucaramanga: Escuela de Geologia.

Blanco L. & Sarmiento L. (1995). *Aplicacion de un SIG para la caracterizacion morfologica y la delimitacion de unidaes de ladera de una cuenca tropical estacional en Chamela, Jalisco, Mexico.* Chamela, Jalisco, Mexico: Instituto de Geografia de la Universidad Autonoma de Mexico.

CAR, C. A. (2009). *Estudio de Diagnostico, Prospectiva y Formulacion Cuenca Rio Negro.* Municipios en la jurisdiccion POMCA Rio Negro, Cundiinamarca.

CAR, C. A. (2014). *Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Amenaza por Inundación , Inundacion y Avenida Torrencial en los Municipios priorizados en la Jurisdiccion de la CAR.* Municipios priorizados en la Jurisdiccion de la CAR.

Corporacion Autonoma Regional de Cundinamarca. (2015). *Boletin Estadistico de Hidrologia y Climatologia .* Departamento de Cundinamarca: CAR.

Decreto 1807. (2014). *Por el cual se reglamenta el articulo 189 del Decreto Ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporacion de la incorporacion de la gestion del Amenaza en los POT y se dictan otras disposiciones.* Orden Nacional : Minvivienda; Ciudad y Territorio.

GEORED. (2016). *"Implementación de la Red Nacional de Estaciones Geodésicas Satelitales GPS con propósitos geodinámicos".* Colombia.

GFDRR & Banco Mundial, G. F. (2012). *Analisis de la Gestion del Amenaza de Desastres en Colombia: "Un aporte para la Construccion de Politicas Publicas".* Washington D.C.

Gobernacion de Cundinamarca. (2013). *nálisis de Situación de Salud con el Modelo de los Determinantes Sociales de Salud.* Departamento de Cundinamarca: Secretaria de Salud de Cundinamarca.

Grant. (1984). *Land Surface Evaluation for Engineering Practice: "Applications of the Australian PUCE system for terrain analysis".* The Geological Society (1984).

GTB Iberica. (2014). *Utilizacion de Observaciones GNSS/INS en Vuelos Fotogrametricos: "Necesidad de Puntos de Control".* España.

IDEAM, I. d. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra: Metodologia CORINE Land Cover Adaptada para Colombia Escala 1:100.000.* Orden Nacional.

Universidad Nacional, S. B. (2015). *Calibración de los Parámetros Detonantes de la Metodología SES (1989) aplicada en la Generación de un Escenario de Amenaza por Deslizamientos en la Ciudad de Cartagena.* Bogota D.C: Departamento de Ingenieria Civil y Agricola.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca -CAR-, Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-. 2013. Clasificación de coberturas CAR V5.0. Mapa digital integrado de las coberturas y usos de la tierra. Jurisdicción CAR Cundinamarca. Escala 1:10.000. Bogotá, D. C., 10p.

Escobar P. Carlos E., Duque-Escobar Gonzalo. 2017. Geotecnia para el trópico andino. Universidad Nacional de Colombia. Manizales. 526p.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM- , Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander non Humboldt -IAVH-. 2013. Patrones coberturas de la tierra escala 1:25.000 en los páramos priorizados proyecto Fondo Adaptación (metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia). Convenio interadministrativo 13-014 (FA 005 de 2013) Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - Fondo Adaptación. Subdirección de Servicios Científicos y Proyectos Especiales Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. 19p.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-. 2017. Metodología Interpretación de imágenes de sensores remotos aplicada a levantamientos de cobertura de la tierra. Grupo interno de trabajo de interpretación. Cód. M40700-03/17. V1. Bogotá D. C. 19p.

Marinos, V. y Carter, T. (2018) Maintaining geological reality in application of GIS for design of engineering structures in rock. Engineering Geology 239 (2018) 282–297.

Melo W. Luís H., Camacho Ch. Milton A. 2005. Interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en el levantamiento de la cobertura y uso de la tierra. Centro de Investigación y Desarrollo de

Información Geográfica -CIAF-, Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-. Bogotá D. C. 156p.

Suarez D. Jaime. 1998. Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Instituto de investigaciones sobre erosión y deslizamiento. Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga -CDMB-. Bucaramanga. 548p.

Whitman, R.V. 1984, Evaluating calculated risk in geotechnical engineering. J. Geot. Engineering, 110, 2.

Hoek, E. (1990). Estimating Mohr-Coulomb friction and cohesion values from the Hoek-Brown failure criterion. . J. Rock Mech. & Mining Sci. & Geomechanics Abstracts.

Gonzalez J, A. (1999). Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT. En A. González J, X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana (pág. 12). Bogotá.

Duran, J. E. (2005). Curso de exploración geotécnica y muestreo. Sociedad Colombiana de Geotecnia.

L. Bjerrum, & N. E. Simons. (1960). Comparison and Shear Strength Characteristics of Normally Consolidated Clay. ASCE: Research Conference on Shear Strength of Cohesive Soils.

Kenney, T. (1959). Discussion, J. Soil Mech. Found. Div. ASCE: vol 85.

ACERO ENRIQUE. 1995. El Manto de la Tierra, Flora de los Andes, CAR, GTZ, KFW.

GONZÁLEZ MAURICIO.1995. Guía de Árboles de Santa fe de Bogotá. DAMA, Colección Tercer Milenio.

IDU – DAMA – JARDÍN BOTÁNICO. 2002. Complemento al Manual Verde, Bogotá, D.C.

JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS. 2000. Manual de Arborización para Bogotá D. C.

MAHECHA GILBERTO, OVALLE ALBERTO. 2004. Vegetación del Territorio CAR, 450 especies de sus llanuras y montañas. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.