

CLASIFICADO

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE
LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y
RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA”

Instituto Distrital De Gestión De Riesgos Y Cambio Climático
IDIGER

Diagonal 47 No. 77 B – 09 Interior 11

PBX. (57 1) 4292800

idiger@idiger.gov.co

Bogotá D.C. - Colombia.

Representante de la consultoría: Ing. Mauricio Hernán Camargo
Supervisor: DEACIVIL SAS

INFORME FINAL VILLA JULIANA.

GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A



CONTRATO 507 DE 2020

ORIGINAL

JUNIO DE 2021.

Nota Especial: “De acuerdo con el Artículo 20 de la Ley 23 de 1982, modificado por el Artículo 28 de la Ley 1450 de 2011, los Derechos de Autor pertenecen al IDIGER. La solicitud para reproducir este documento parcial o totalmente, se debe dirigir por escrito al director del IDIGER.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	 <p>DINAMICA S.A.</p>
<p>VERSIÓN 0</p>		

HOJA DE CONTROL

ENTIDAD	RESPONSABLE	EJEMPLARES
IDIGER	SUPERVISOR	CD
INTERVENTORÍA	DIRECTOR	ORIGINAL

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

VERSIÓN	SECCIÓN MODIFICADA	FECHA DE MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES
1	CUERPO		EDICIÓN

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

Elaborado por:	Ingeniero Edgar L Osorio D.
Firma:	
Fecha:	Junio de 2021
Aprobado por (Director de Consultoría):	Ingeniero Mauricio H. Camargo Chávez
Firma:	
Fecha:	Junio de 2021
Aprobado por (interventoría)	Ingeniero Daniel Eduardo Arias.
Firma:	
Fecha:	Junio de 2021

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 0</p>		

TABLA DE CONTENIDO

1	GLOSARIO DE SIGNOS, SÍMBOLOS, UNIDADES Y ABREVIATURAS	13
2	INTRODUCCIÓN	17
3	OBJETIVOS	18
4	ALCANCE	19
5	ANTECEDENTES TÉCNICOS	20
6	LOCALIZACIÓN DE LOS SECTORES DE ESTUDIO	20
6.1	SITIO 3 VILLA JULIANA, LOCALIDAD DE USME	20
7	REVISIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN ANTECEDENTE	21
7.1	SITIO 3 VILLA JULIANA, LOCALIDAD DE USME	21
7.1.1	ZONIFICACIÓN POR AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA	32
7.2	REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA OBTENIDA.	33
7.2.1	SITIO 3 VILLA JULIANA (VILLA ANITA)	34
8	HALLAZGOS DE LA VISITA	39
8.1	SITIO 3 VILLA JULIANA	39
9	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO	42
9.1	EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y ENSAYOS DE LABORATORIO	42
9.2	ZONIFICACIÓN GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA	42
10	MODELO GEOLÓGICO VILLA JULIANA	44
10.1.1	GEOLOGÍA REGIONAL.	44
10.1.2	ESTRATIGRAFÍA.	45
10.2	FORMACIÓN USME (NMU)	46
10.2.1	FORMACIÓN MARICHUELA (QMA)	46
10.2.2	ALUVIÓN RECIENTE (QAL)	47
10.3	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.	47
10.3.1	GEOLOGÍA LOCAL.	47
10.3.2	FORMACIÓN USME (NMU):	48
10.3.3	FORMACIÓN MARICHUELA (QMA):	48
10.3.4	DEPÓSITO DE ALUVIÓN RECIENTE (QAL)	49
10.4	ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO	49
10.4.1	ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO	50

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 0</p>		

10.4.2	UNIDADES GENÉTICAS DEL RELIEVE	50
10.4.3	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	51
10.4.4	LADERA DE ACUMULACIÓN (DLF).	51
10.4.5	TERRAZA ALUVIAL DISECTADA (TAD).	52
10.5	PROCESOS MORFODINÁMICOS.	52
10.6	ANÁLISIS MULTITEMPORAL	55
11	HIDROLOGÍA.	61
11.1	CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA REGIONAL	61
11.1.1	PRECIPITACIÓN	61
11.1.2	TEMPERATURA MEDIA ANUAL	62
11.1.3	NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA	62
11.1.4	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA	63
11.2	CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA	67
11.3	REVISIÓN DE ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA EN BOGOTÁ	67
11.4	SITIO 3 VILLA JULIANA Y SITIO 4 CAJITA DE LOS SOCHEZ	71
11.4.1	CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LA CUENCA	71
11.4.2	ANÁLISIS CLIMÁTICO CON INFORMACIÓN DE ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS	72
11.4.3	CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA (IDF)	76
11.5	RED DE DRENAJE VILLA JULIANA	78
11.6	RED DE DRENAJE VILLA JULIANA	81
11.7	EVALUACIÓN DEL DRENAJE SUPERFICIAL, ANÁLISIS MULTITEMPORAL VILLA JULIANA	84
11.8	CONDICIONES DE AGUA SUPERFICIAL Y SUB SUB-SUPERFICIAL (HIDROGEOLOGIA) VILLA JULIANA Y CAJITA DE LOS SOCHES	87
11.8.1	CONDICIONES TOPOGRÁFICAS	87
11.8.2	CONDICIONES DE USO ACTUAL	87
11.8.3	CONSIDERACIONES HIDROGEOLÓGICAS DE LA TEXTURA DE LOS MATERIALES	87
11.8.4	EVALUACIÓN HIDROGEOLÓGICA	87
11.8.5	POSICIONES DE NIVELES DE AGUA O FACTORES RU (PRESIÓN DE POROS) EN CONDICIONES NORMALES.	88

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 0</p>		

11.8.6 POSICIONES DE NIVELES DE AGUA O FACTORES RU (PRESIÓN DE POROS) EN CONDICIONES EXTREMAS.	89
12 ESTUDIO GEOTÉCNICO SITIO 3 VILLA JULIANA	90
12.1 ANTECEDENTES	90
12.1.1 ESTUDIOS TÉCNICOS Y DISEÑO PARA OBRAS DE MITIGACIÓN IDENTIFICADAS EN PUNTOS CRÍTICOS CON PROBLEMAS DE INUNDACIÓN, DESLIZAMIENTO Y REMOCIÓN EN MASA EN LA LOCALIDAD DE USME. CONTRATO No. 279 – FDLU – 2017. CYDG- 881. ABRIL 2018. INGENIERÍA C&D S.A.S.	90
12.1.2 ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DETALLADOS DE AMENAZA Y RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA - FASE II, PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN UNO TRES QUEBRADAS - ETAPA I, II Y III, EN LA LOCALIDAD DE USME. CONSORCIO GEO-GIA 2014	104
12.2 ASPECTOS SÍSMICOS	106
12.3 GEOLOGÍA LOCAL	107
12.3.1 FORMACIÓN USME (NMU)	108
12.3.2 FORMACIÓN MARICHUELA (QMA)	108
12.3.3 DEPÓSITO DE ALUVIÓN RECIENTE (QAL)	109
12.4 GEOMORFOLOGÍA	109
12.4.1 LADERA DE ACUMULACIÓN (DLF).	110
12.4.2 TERRAZA ALUVIAL DISECTADA (TAD).	110
12.4.3 PROCESOS MORFODINÁMICOS.	110
12.5 INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA	112
12.5.1 EXPLORACIÓN DIRECTA	113
12.5.2 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS	116
12.5.3 NIVEL FREÁTICO	119
12.5.4 RESULTADOS DE ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)	119
12.5.5 ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS DE RESISTENCIA A PARTIR DEL ENSAYO DE SPT	120
12.5.6 EXPLORACIÓN INDIRECTA	121
12.5.7 ENSAYOS DE LABORATORIO	129
12.6 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	135
12.7 MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO.	136
12.8 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD	138

12.8.1	ANÁLISIS CONCEPTUAL DE ESTABILIDAD	138
12.8.2	CONSIDERACIONES PARA LOS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD	139
12.8.3	CONDICIÓN NORMAL	140
12.8.4	CONDICIÓN EXTREMA	140
12.8.5	RESULTADOS DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD	140
12.8.6	SECCIONES DE ANÁLISIS SITIO 3 VILLA JULIANA	141
12.9	ANÁLISIS DE RESULTADOS	150
12.10	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	151
12.10.1	TIPO DE MATERIALES	151
12.10.2	RESULTADOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES	151
12.10.3	RECOMENDACIONES	152
13	LIMITACIONES	153
14	BIBLIOGRAFÍA:	154

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Coordenadas delimitación del Polígono Villa Juliana – Localidad Usme	20
Figura 2.	Coordenadas delimitación del Polígono Paraíso – Localidad Chapinero.....	20
Figura 3.	Presencia de viviendas y escombros en la margen derecha de la quebrada el Piojo. Fotografías asociadas a la quebrada EL Piojo. DI-11225. Noviembre de 2017. IDIGER (2017)	29
Figura 4.	Talud de corte ubicado al costado oriental de la Vía Usme a la altura de la calle 116 Sur, en el barrio Villa Anita de la Localidad de Usme, se observa la presencia de bloques de gran dimensión conformando el depósito clastosoportado. Fotografía asociada al talud de corte vial. DI-4499. Abril de 2010. FOPAE (2010).....	29
Figura 5.	Vista de las viviendas comprometidas en el proceso de remoción en masa que se encuentra al lado posterior de las mismas. DI-5569. Junio de 2011. FOPAE (2011)...	30
Figura 6.	Predios evacuados por deslizamiento traslacional. DI-5569. Junio de 2011. FOPAE (2011)	30
Figura 7.	Aerofotografía del sector ubicado entre la Carrera 1 Este y la Transversal 1B y la Calle 114 A Sur y la Calle 115 B Sur, en el barrio Villa Anita III Sector y en el sector catastral Villa Anita de la Localidad de Usme. Predios evacuados por deslizamiento traslacional. DI-5569. Diciembre de 2011. FOPAE (2011).....	31
Figura 8.	Vista del deslizamiento en el barrio Villa Anita. Tomada de los Estudios técnicos y diseño para obras de mitigación identificadas en puntos críticos con problemas de inundación, deslizamiento y remoción en masa en la localidad de Usme (Ingeniería C&D S.A.S.)	31

Figura 9. Zonificación por amenaza por remoción en masa para el área de estudio Sitio 3 Villa Juliana. IDIGER (2018)	32
Figura 10. Plano de Redes de Gas-VANTI	35
Figura 11. Mapas Estratégicos de Ruido-Villa Juliana	36
Figura 12. Estaciones de Monitoreo RCHB-Tramo 1 Río Tunjuelo	38
Figura 13. Determinantes de calidad	38
Figura 14. Programas sociales y comunitarios Villa Juliana.....	38
Figura 15. Desarrollos Aledaños-Villa Juliana.....	39
Figura 16. Vista en planta del área de estudio del sitio 3	40
Figura 17. Mapa geológico regional. Modificado de INGEOMINAS- 1997.....	45
Figura 18. Zona afectada por erosión laminar, y en surcos, ubicada en el sector central del área evaluada, generada por la falta de cobertura vegetal.....	53
Figura 19. Zona afectada por erosión laminar y en surcos, ocasionada por la intervención de un talud para la construcción de viviendas.....	54
Figura 20. Fotografía aérea del año 1977 en escala 1:5000.....	56
Figura 21. Fotografía aérea del año 2015 en escala 1:2000.....	58
Figura 22. Fotografía aérea del año 2021 en escala 1:2000.....	59
Figura 23. Análisis multitemporal escala 1:2000.....	60
Figura 24. Precipitación media anual para el departamento Cundinamarca.....	61
Figura 25. Temperatura media anual (°C) en el departamento de Cundinamarca.....	62
Figura 26. Número de días con lluvia para el departamento de Cundinamarca.....	63
Figura 27. Número de días con lluvia para el departamento de Cundinamarca.....	63
Figura 28. Clasificación Climática del departamento de Cundinamarca.....	64
Figura 29. Precipitación total anual en la ciudad de Bogotá D.C.....	65
Figura 30. Distribución de la Temperatura media anual.....	66
Figura 31. Precipitación media anual estudio IDEAM-FOPAE.....	68
Figura 32. Precipitación media anual estudio Euscátegui-IDIGER.....	69
Figura 33. Temperatura media anual estudio IDEAM-FOPAE.....	70
Figura 34. Número de días con lluvia medio anual estudio Euscátegui-IDIGER.....	70
Figura 35. Cuencas hidrográficas y drenaje principal polígono Villa Juliana.....	71
Figura 36. Cuencas hidrográficas y drenaje principal polígono Cajita de los Sochez.....	72
Figura 37. Inventario estaciones meteorológicas Sitio 3 y 4.....	73
Figura 38. Promedio mensual anual de la precipitación sitios 3 y 4.....	75
Figura 39. Temperatura máxima y mínima mensual promedio para sitios 3 y 4.....	76
Figura 40. Curva IDF estación Juan Rey para sitios 3 y 4.....	77
Figura 41. Red de acueducto y polígono.....	78
Figura 42. Red de alcantarillado pluvial y polígono.....	79
Figura 43. Red de alcantarillado sanitario y polígono.....	80
Figura 44. Red de acueducto y polígono.....	81
Figura 45. Red de alcantarillado pluvial y polígono.....	82
Figura 46. Red de alcantarillado sanitario y polígono.....	83
Figura 47. Fotografía aérea IGAC año 1955. Esc. 1:4000 con drenaje en azul.....	85
Figura 48. Orthofoto 2021 con drenaje en azul.....	86

Figura 49. Parque de bolsillo con evidencias de erosión por escorrentía y la presencia de un bloque de roca expuesto a caída en caso del avance en la erosión en la base del talud.	91
Figura 50. Velocidad de onda P Línea de refracción sísmica 1.....	99
Figura 51. Velocidad de onda S Línea de refracción sísmica 1.....	99
Figura 52. Velocidad de onda P Línea de refracción sísmica 2.....	100
Figura 53. Velocidad de onda S Línea de refracción sísmica 2.....	101
Figura 54. Velocidad de onda P Línea de refracción sísmica 3.....	102
Figura 55. Velocidad de onda S Línea de refracción sísmica 3.....	103
Figura 56. Perfil geológico geotécnico INGENIERÍA C&D S.A.S.....	104
Figura 57. Localización del área de estudio proyecto Tres Quebradas - Etapa I, II y III, en la Localidad de Usme. Consorcio Geo-Gia 2014.	105
Figura 58. Zonificación por respuesta sísmica para el sitio 3 Villa Juliana.	107
Figura 59. Zona afectada por erosión laminar, y en surcos, ubicada en el sector central del área evaluada, generada por la falta de cobertura vegetal.....	111
Figura 60. Zona afectada por erosión laminar y en surcos, ocasionada por la intervención de un talud para la construcción de viviendas.....	112
Figura 61. Localización de exploración del subsuelo – sitio 3.	114
Figura 62. Registro fotográfico de algunas de las muestras obtenidas de los sondeos..	116
Figura 63. Variación del valor de N del ensayo de SPT con la profundidad	120
Figura 64. Estimación de parámetros de resistencia para la Formación Marichuela	121
Figura 65. Localización de líneas de refracción sísmica– sitio 3.	122
Figura 66. Perfil de modelo de capas. Velocidades de onda P obtenidas para la línea L-1 (Velocidad en km/s).....	123
Figura 67. Perfil de modelo 2D de velocidades de onda s Vs obtenidas para la línea L-1.	123
Figura 68. Perfil de modelo de capas. Velocidades de onda P obtenidas para la línea L-2 (Velocidad en km/s).....	124
Figura 69. Perfil de modelo 2D de velocidades de onda s Vs obtenidas para la línea L-2.	125
Figura 70. Perfil de modelo de capas. Velocidades de onda P obtenidas para la línea L-3 (Velocidad en km/s).....	126
Figura 71. Perfil de modelo 2D de velocidades de onda s Vs obtenidas para la línea L-3.	126
Figura 72. Perfil de modelo de capas. Velocidades de onda P obtenidas para la línea L-4 (Velocidad en km/s).....	127
Figura 73. Perfil de modelo 2D de velocidades de onda s Vs obtenidas para la línea L-4.	128
Figura 74. Variación de la humedad y los límites de Atterberg con la profundidad.....	130
Figura 75. Carta de plasticidad para los materiales cohesivos presentes en el sitio 3....	130
Figura 76. Variación del peso unitario con la profundidad.....	131
Figura 77. Variación del contenido de gravas, arenas y finos con la profundidad	132
Figura 78. Resumen de parámetros corte directo.	133

Figura 79. Variación de la resistencia al corte no drenado con la profundidad.....	134
Figura 80 – Mapa de geología y sección de análisis A-A' (sentido SE-NW).....	136
Figura 81. Sección A-A' (Sentido SE-NW)	137
Figura 82. Localización en planta de secciones de análisis.	141
Figura 83. Modelo geotécnico sección A-A'.	142
Figura 84. Sección A-A'. Condición normal. FS=1.27	142
Figura 85. Sección A-A'. Condición extrema con agua. FS=0.90.....	143
Figura 86. Sección A-A'. Condición extrema con sismo. FS=0.86.....	143
Figura 87. Sección 1-1' Condición normal. FS=1.22	144
Figura 88. Sección 1-1'. Condición extrema con agua. FS=0.96.....	144
Figura 89. Sección 1-1'. Condición extrema con sismo. FS=0.84	145
Figura 90. Sección 2-2' Condición normal. FS=1.10	145
Figura 91. Sección 2-2'. Condición extrema con agua. FS=0.93.....	146
Figura 92. Sección 2-2'. Condición extrema con sismo. FS=0.70	146
Figura 93. Sección 3-3' Condición normal. FS=1.45	147
Figura 94. Sección 3-3'. Condición extrema con agua. FS=1.13.....	147
Figura 95. Sección 3-3'. Condición extrema con sismo. FS=0.92	148
Figura 96. Sección 2-2'. Escenario con obras FS=2.13	148
Figura 97. Sección 2-2'. Escenario con obras y sismo FS=1.31.....	149

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 – Revisión de información de diagnósticos técnicos del IDIGER para el sitio 3 Villa Juliana	23
Tabla 2 – Información Secundaria Suministrada Por Entidades.....	33
Tabla 3 – Registro fotográfico de visita sitio Villa Juliana	41
Tabla 4 – Unidades Geomorfológicas.	51
Tabla 5 – Coeficiente de compacidad y factor de forma cuencas sitios 3 y 4.....	72
Tabla 6 – Inventario estaciones meteorológicas Sitio 3 y 4	73
Tabla 7 – Parámetros de ajuste para la ecuación de la curva IDF estación Juan Rey.	76
Tabla 8 – Valores curva IDF estación Juan Rey.	77
Tabla 9 – Planchas del IGAC, en la zona de estudio.	84
Tabla 10 – Villa Juliana.....	88
Tabla 11 – Localización de perforaciones.	92
Tabla 12 – Localización de apiques.	92
Tabla 13 – Localización de trincheras.....	92
Tabla 14 – Localización de líneas de refracción sísmica.....	92
Tabla 15 – Perforación P1.	93
Tabla 16 – Perforación P2.	93
Tabla 17 – Perforación P3.	93
Tabla 18 – Perforación P4.	93
Tabla 19 – Perforación P5.	94

Tabla 20 – Perforación P6.	94
Tabla 21 – Perforación P7.	94
Tabla 22 – Resultados de ensayos de laboratorio.	95
Tabla 23 – Resultados de ensayos de peso unitario húmedo y seco.	97
Tabla 24 – Resultado de ensayo de carga puntual.	97
Tabla 25 – Resultado de ensayo de corte directo.	97
Tabla 26 – Resultados de ensayo de consolidación.	98
Tabla 27 – Parámetros sísmicos del espectro de respuesta para el sitio 3 Villa Juliana.	106
Tabla 28 – Unidades Geomorfológicas	109
Tabla 29 – Localización de sondeos sitio 3.	113
Tabla 30 – Profundidad del nivel freático en los sondeos realizados en el sitio 3.	119
Tabla 31 – Localización de líneas de refracción sísmica Villa Juliana.	121
Tabla 32 – Determinación de módulos de elasticidad y cortante a partir de la línea de refracción sísmica L-1.	124
Tabla 33 – Determinación de módulos de elasticidad y cortante a partir de la línea de refracción sísmica L-2.	125
Tabla 34 – Determinación de módulos de elasticidad y cortante a partir de la línea de refracción sísmica L-3.	127
Tabla 35 – Determinación de módulos de elasticidad y cortante a partir de la línea de refracción sísmica L-4.	128
Tabla 36 – Resumen de ensayos de laboratorio ejecutados.	129
Tabla 37 – Materiales geológicos encontrados en el sitio 3	135
Tabla 38 – Parámetros geotécnicos para materiales en el sitio 3	135
Tabla 39 – Factores de seguridad para evaluar la amenaza por remoción en masa.	139
Tabla 40 – Resultados de corridas de análisis de estabilidad	140
Tabla 41 – Resultados de corridas de análisis de estabilidad para la sección 2-2' con obras	152

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 0</p>		

ANEXOS:

ANEXO 1. SOLICITUD DE INFORMACIÓN A ENTIDADES.

CARPETA DE SOLICITUD DE INFORMACIÓN POR POLÍGONO

ANEXO 2. RESPUESTA ENTIDADES

CARPETA DE RESPUESTA A LA SOLICITUD DE INFORMACIÓN POR
POLÍGONO

ANEXO 3. EXPLORACIÓN DEL SUB SUELO

INFORME DE LÍNEAS DE REFRACCIÓN SÍSMICA

CARPETA POR POLÍGONO CON

ENSAYOS DE LABORATORIO

REGISTROS DE EXPLORACIÓN

TABLA RESUMEN DE RESULTADOS

ANEXO 4. REGISTRO FOTOGRÁFICO.

REGISTRO FOTOGRÁFICO POR POLÍGONO

ANEXO 5. TOPOGRAFÍA

CONVENCIONAL

ARCHIVOS RINEX

CÁLCULOS, AJUSTE DE PROCESAMIENTO DIFERENCIAL GPS

CÁLCULOS, AJUSTE POLIGONALES

CERTIFICACIONES DE LOS EQUIPOS

DATOS CRUDOS ESTACIONES

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS TOPOGRÁFICOS
(ESTACIÓN TOTAL, NIVEL, GPS)

PLANOS TOPOGRÁFICOS

REGISTRO FOTOGRÁFICO

TARJETA PROFESIONAL Y CERTIFICADO DE VIGENCIA

DRON

CARPETA POR POLÍGONO CON:

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 11</p>
--	------------------------------------	--------------------

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Digital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 0</p>		

CAD (PLANOS)

INFORME

REGISTRO FOTOGRÁFICO

ANEXO 6. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

CARPETA POR POLÍGONO CON PLANOS TEMÁTICOS

ANEXO 7 HIDROLOGÍA

CARPETA POR SECTOR CON:

INFORMACIÓN ESTACIONES

INFORMACIÓN CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

INFORMACIÓN DE DRENAJES

INFORMACIÓN DE REDES

ANEXO 8 COBERTURA Y USO DEL SUELO

PLANO TEMÁTICO.

ANEXO 9 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA.

CARPETA POR POLÍGONO CON PLANO DE ZONIFICACIÓN.

ANEXO 10 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.

CARPETA POR SITIO CON CORRIDAS SLIDE Y PLANO DE LOCALIZACIÓN DE SECCIONES

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 12</p>
--	------------------------------------	--------------------

1 GLOSARIO DE SIGNOS, SÍMBOLOS, UNIDADES Y ABREVIATURAS

°C	:	Grados centígrados	E	:	Este, Empujes laterales
a	:	Angulo de inclinación de la superficie	EAAB	:	Empresa de Acueducto y Alcantarilla de Bogotá
Ac	:	Acanalado	EH	:	Empuje horizontal
AD	:	Abanico disectado	EQ	:	Carga de sismo
Afr	:	Afloramiento rocoso	ER	:	Excesiva ramificación
Al	:	Área en contacto con el suelo p L Db	Es	:	Módulo de Elasticidad del suelo
An	:	Anillado, Antracnosis	ETP	:	Evapotranspiración
B	:	Bifurcado	f	:	Angulo de fricción del material de corte*
BB	:	Bifurcaciones basales	Fis	:	Fisura
Cav	:	Cavidad	FRM	:	Fenómenos por remoción en masa
Ch	:	Chancros	FS	:	Factor de seguridad
cm	:	Centímetro	GDI	:	Grados de inclinación
Co	:	Conservar	Go	:	Gomosis
D	:	Ancho o diámetro del caisson	Gri	:	Grietas
D.C	:	Distrito Capital	ha	:	Hectárea
DANE	:	Departamento Administrativo Nacional de Estadística	He	:	Herbivoría
DC	:	Carga por peso propio	H _{estrato}	:	Espesor o altura del estrato
D _c	:	Descortezado	Hw	:	Altura del nivel de agua
D _d	:	Densidad de drenaje	IDEAM	:	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
DDR	:	Desgarre de rama	IDF	:	Intensidad-Duración-Frecuencia
DEF	:	Deficiente estado físico	IDIGER	:	Instituto de gestión de riesgos y cambio climático
Des	:	Descope			
DV	:	Desplazamientos verticales			

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 0</p>		

IDRD :	Instituto Distrital de Recreación y Deporte	LC :	Ladera coluvial
IDU :	Instituto de desarrollo urbano	LL :	Límite líquido
IGAC :	Instituto Geográfico Agustín Codazzi	LP :	Límite plástico
IIV :	Interferencia infraestructura vial	LRS :	Línea de refracción sísmica
IMU :	Interferencia infraestructura de mobiliario urbano	LS :	Sobre carga vehicular
INVIAS:	Instituto Nacional de Vías	m :	Metros
IP :	Índice de plasticidad	M# :	Número de material
IRa :	Interferencia redes de acueducto	m/s :	metros por segundo
IRe :	Interferencia redes eléctricas	m ² :	metro cuadrado
Iwp :	Factores de influencia.	m ³ :	metro cubico
JBB :	Jardín Botánico de Bogotá	MI :	Muy inclinado
K :	Permeabilidad	MM :	Movimientos en masa
K2E1g:	Formación Guaduas	mm :	Milímetros
Ka :	Coeficiente de presión activa	mm/h :	Milímetro por hora
Kc :	Índice de compacidad	Mon :	Montículo
Kf :	Factor de forma	Mpa :	Mega pascales
Kh :	Coeficiente de aceleración sísmica	msnm :	Metros sobre el nivel del mar
km :	Kilometro	N :	Norte
km ² :	Kilómetro cuadrado	n :	Coeficiente de rugosidad de Manning
Kv :	Coeficiente de aceleración vertical (g)	N (golpes/pie) :	Número de golpes por pie
LA :	Ladera antrópica	Na :	No apreciable, Ninguna de las anteriores
		Nc :	Factor de capacidad de carga
		NE :	Norte-Este

NF	:	Nivel freático	Qwp	:	Carga tomada en la punta del pilote bajo condición de carga de trabajo.
NI	:	Ninguna	RCD	:	Residuos de construcción y demolición
NO	:	Normal	Ro	:	Royas
NR	:	No se reporta nivel freático	RQD	:	Rock Quality Designation
NS	:	Norte-Sur	ru	:	Relación de presión de poros y esfuerzo total
NSR	:	Norma Sismo resistente Colombiana 2010	Rv	:	Red vial y territorios asociados
NW	:	Norte-Oeste	S	:	Sur
P (mm)	:	Precipitación	S#	:	Número de sondeo
P#	:	Número de perfil	S%	:	Pendiente
PM ₁₀	:	Parte por millón	SDA	:	Secretaría Distrital de Ambiente
PMA	:	Plan de manejo ambiental	SIC	:	Sistemas de Información Ambiental de Colombia
POT	:	Plan de ordenamiento territorial	SPT	:	Ensayo de penetración estándar
PV	:	Peligro de volcamiento	Su	:	Resistencia al corte no drenada
Q	:	Caudal	Su	:	Resistencia al corte no drenada
q'	:	$\tan^{-1}(K_h/(1-K_v))$	t	:	Toneladas
Qal	:	Aluvión reciente	T°	:	Temperatura
Qda	:	Depósito antrópico	Tc	:	Tiempo de concentración
Qdp	:	Depósito de pendiente	TE	:	Tratamiento especial
Qft	:	Depósito fluvio-torrencial	TI	:	Tratamiento integral
qp	:	Resistencia unitaria de punta	TR	:	Periodo de retorno
Qs	:	Resistencia unitaria por fricción	Tuc	:	Tejido urbano continuo
Q _{sadm}	:	Carga de diseño transferida al componente friccional			
Qsra	:	Suelo residual arcilloso			

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 0</p>		

UPZ	:	Unidad de planeamiento zonal	ZMPA	:	Zona de manejo y preservación ambiental
v	:	Relación de Poisson del suelo	ZP	:	Zona de pendiente
W	:	Oeste	ZRH	:	Zona de ronda hidráulica
Wn	:	Humedad natural	μ	:	Presión de poros
Ymax	:	Altura de socavación máxima	γ	:	Peso específico
			φ	:	Ángulo de fricción interna

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	 <p>DINAMICA S.A.</p>
<p>VERSIÓN 0</p>		

2 INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como fin mostrar los resultados de los trabajos adelantados en el polígono Barrio Villa Juliana priorizado por el IDIGER en el marco del contrato “Caracterización Geológica Geotécnica en Sectores Prioritarios de las Localidades Chapinero y Usme para la Evaluación de Amenaza y Riesgo por Movimientos en Masa”

El día 26 de enero de 2021 se realizó la visita inicial a los cuatro (4) sitios que componen el estudio con el fin de efectuar un recorrido a los diferentes polígonos del contrato y tomar la información sobre antecedentes de inestabilidad y problemáticas de movimiento en masa que se tienen en cada uno de los sitios objeto de estudio por parte del Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER). La visita fue ejecutada por el Personal de Geodinámica Ingeniería en compañía de los Ingenieros Faber y Esteban del IDIGER. Los sectores visitados corresponden a los polígonos:

- 1) Bosque Calderón Tejada de la Localidad de Chapinero.
- 2) Paraíso de la Localidad de Chapinero.
- 3) Villa Juliana de la localidad de Usme
- 4) Villa Juliana de la Localidad de Usme.

A continuación, se presenta los resultados para la entrega del informe final del polígono Villa Juliana en el numeral 3 se establece el alcance de este informe.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 17</p>
--	------------------------------------	--------------------

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	 <p>DINAMICA S.A.</p>
<p>VERSIÓN 0</p>		

3 OBJETIVOS

- Efectuar la caracterización geológica y geotécnica del polígono.
- Realizar la evaluación de amenaza por movimientos de remoción en masa del sitio prioritario, de acuerdo con los requerimientos del anexo técnico del contrato y la resolución 227 de 2006.
- Revisar y analizar los estudios técnicos y antecedentes del área de estudio delimitada por el IDIGER.
- Establecer las condiciones morfológicas y topográficas actuales por medio de tecnologías convencionales y modelo digitales de terreno.
- Realizar los estudios detallados de geología, geomorfología, evaluación de drenaje superficial, uso del suelo y amenaza sísmica, con el fin de tener insumos básicos para la evaluación de las condiciones de estabilidad.
- Identificar y caracterizar los procesos de inestabilidad presentes en la zona de estudio, valorando su magnitud, grado de actividad y posible evolución, estableciendo los factores detonantes y contribuyentes de los procesos actuales y potenciales de inestabilidad del terreno en el área de estudio.
- Efectuar la investigación geotécnica y la caracterización física y mecánica de los materiales presentes en la zona de estudio, por medio de perforaciones mecánicas, ensayos geofísicos y ensayos de laboratorio de suelos.
- Realizar la determinación del problema con base en los aspectos temáticos que se identifiquen en cada una de las áreas de estudio y de forma consecuente con los mecanismos de falla presentes y potenciales.
- Formular los Modelos Geológicos – Geotécnicos, la zonificación geotécnica y elaborar los análisis de estabilidad respectivos que permitan establecer la condición de estabilidad actual y futura por movimientos en masa.
- Realizar recomendaciones indicativas de actuación sobre las zonas de condición crítica de seguridad frente a los en masa en función de los resultados de los análisis temáticos y de estabilidad.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 18</p>
--	------------------------------------	--------------------

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 0</p>		

4 ALCANCE

Para el proyecto de “CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA” en el informe Final el alcance corresponde a lo descrito en el anexo técnico del informe numeral 3.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 19</p>
--	------------------------------------	--------------------

5 ANTECEDENTES TÉCNICOS

En el Sistema de Información para la Gestión de Riesgos y Atención de Emergencias de Bogotá (SIRE), se registran documentos técnicos y respuestas oficiales para los cuatro (4) polígonos de estudios y sus sectores aledaños. En los cuales se puede establecer que hay evidencias de una problemática de movimientos en masa que pueda comprometer la estabilidad y habitabilidad de viviendas o la funcionalidad de infraestructura. Además, hay indicios de movimientos en masa de carácter local asociados principalmente a una intervención del territorio desarrollada bajo condiciones poco técnicas y deficiencias en el manejo del drenaje. Es por ello que se requiere profundizar en la información técnica que permita delimitar adecuadamente los mecanismos de falla, en el numeral 6 se indican la totalidad de la información antecedente suministrada a esta consultoría.

6 LOCALIZACIÓN DE LOS SECTORES DE ESTUDIO

6.1 SITIO 3 VILLA JULIANA, LOCALIDAD DE USME

Figura 1. Coordenadas delimitación del Polígono Villa Juliana – Localidad Usme

VERTICE	PUNTO_X	PUNTO_Y	VERTICE	PUNTO_X	PUNTO_Y
0	95361,16	88236,02	7	95332,58	87978,45
1	95441,52	88206,70	8	95289,50	87946,20
2	95540,89	88170,16	9	95261,72	87938,07
3	95481,43	88000,96	10	95284,36	88073,17
4	95465,00	87979,37	11	95325,89	88164,73
5	95418,63	88005,72	12	95361,16	88236,02
6	95384,95	88003,43			

Figura 2. Coordenadas delimitación del Polígono Paraíso – Localidad Chapinero.

Fuente IDIGER 2020.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 0</p>		

7 REVISIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN ANTECEDENTE

A partir de la revisión de la información disponible para el área de estudio consistente en Diagnósticos Técnicos emitidos por el IDIGER (Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático), los cuales se encuentran disponibles en la biblioteca virtual del SIRE (Sistema de Información para la Gestión del Riesgo y el Cambio Climático) en la página web <http://bibliotecadigital.sire.gov.co> y en el Geoportal de la entidad mencionada, se presenta a continuación el análisis de la información existente, los tipos de movimiento que se han presentado en el sector y las principales afectaciones que han ocurrido como resultado de la materialización de los movimientos en masa.

7.1 SITIO 3 VILLA JULIANA, LOCALIDAD DE USME

Para el caso del área de estudio correspondiente al Sitio 3 Villa Juliana fueron consultados 4 conceptos técnicos y 4 diagnósticos técnicos registrados entre los años 1998 a 2011, de los cuales se elaboró para el presente estudio la Tabla 1 que resume los campos de código del Diagnóstico, Fecha de elaboración, localización, Descripción, tipo de evento, causas y las afectaciones que se produjeron.

Para la zona de estudio se presenta un terreno con características de pendiente entre los 15 a 25°, el cual se desarrolla sobre depósitos fluvioglaciares que cubren la Formación Regadera. Debido al avance acelerado de la urbanización del sector se han desarrollado depósitos de escombros que son destinados en la base de las viviendas o por el contrario llevados hacia la margen derecha de la Quebrada El Piojo, lo cual ha contribuido a la generación de procesos de inestabilidad o remoción en masa.

De acuerdo con el diagnóstico DI-5569 de 2011 se ha presentado en la zona de estudio un movimiento en masa de tipo traslacional, localizado en la parte alta y media de la ladera, afectando 9 predios de la Calle 114 A Sur, en dicho sector se encontraron materiales arcillo limosos y bloques rocosos de gran tamaño (entre 0.5 y 2.5 m de diámetro). Por lo anterior esta zona del polígono fue declarada como de Alto Riesgo No Mitigable y se procedió a la evacuación de las viviendas.

Es importante mencionar que durante la visita de campo alrededor del área de alto riesgo no mitigable se han construido viviendas de 1 a 3 pisos las cuales podrían estar también dentro de la masa de suelo inestable, reportada en los diagnósticos técnicos DI-5569 y DI-6134 del 2011, aspecto que será evaluado durante el desarrollo del presente contrato de Consultoría.

De igual manera se consultó el informe denominado “Estudios técnicos y diseño para obras de mitigación identificadas en puntos críticos con problemas de inundación, deslizamiento y remoción en masa en la localidad de Usme” realizado por la firma Ingeniería C&D S.A.S. en el año 2017, en el cual se estudia el sector de la Calle 114 A sur identificado como de amenaza alta por remoción en masa.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 21</p>
--	------------------------------------	--------------------

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 0</p>		

En el informe mencionado se precisa que la zona de estudio se desarrolla sobre depósitos glaciales denominados Formación Marichuela, los cuales provienen de un sistema de abanicos que se originan a alturas desde los 3.100 a 3.600 msnm, estos depósitos son gravas con clastos hasta de tamaño de bloques y que por tanto los movimientos del terreno son generados por un cambio de permeabilidades entre los rellenos y las arcillas, acelerado por un proceso de urbanización desorganizado e inadecuado uso del suelo.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 22</p>
--	------------------------------------	--------------------

Tabla 1 – Revisión de información de diagnósticos técnicos del IDIGER para el sitio 3 Villa Juliana

No.	Diagnóstico técnico	Fecha	Localización	Descripción	Tipo de evento	Causas	Afectación
1	CT-2997	9 de Septiembre de 1998	En el Barrio Villa Anita Sur	El barrio Villa Anita Sur se encuentra localizado en la parte media de la vertiente oriental del Rio Tunjuelito y se levanta sobre depósitos fluvio-glaciares que cubren la Formación Regadera. La expresión geomorfológica del sector se clasifica en una ladera plana inclinada y cóncava, con pendientes que van desde los 0° hasta los 35°, moldeada simultáneamente por la acción de las aguas lluvias y procesos denudativos. El principal uso del suelo es urbano y por espacios está provisto por pastizales. Los residentes carecen de las redes de servicios públicos, particularidad que fomenta las instalaciones ilegales y de mala calidad, que por su mala operación genera un mayor aporte de agua a la ladera.	--	--	--
2	CT-3415	14 de Octubre de 1999	En el Barrio Vereda El Pedregal – La Lira	En atención al Decreto 657 de 1994 se emitió el concepto para la legalización del barrio Vereda El Pedregal – La Lira que se	--	--	--



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
AMBIENTE
Instituto Distrital de Gestión de Riesgos
y Cambio Climático

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN
SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES
CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE
AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA
CONTRATO No 507 DE 2020



VERSIÓN 0

No.	Diagnóstico técnico	Fecha	Localización	Descripción	Tipo de evento	Causas	Afectación
				encuentra adosado en la parte media de la vertiente oriental del Rio Tunjuelito y se levanta sobre depósitos fluvioglaciares que tapan la Formación Regadera. La expresión geomorfológica del sector se clasifica en una ladera ondulada con pendientes que van desde los 15° hasta los 25°, moldeada simultáneamente por la acción de las aguas lluvias y procesos denudativos, y una ladera cóncava en la zonas aledañas a la quebrada que drena en sentido este - oeste. El principal uso del suelo son pastizales con algunos espacios urbanizados que se han desarrollado ilegalmente, lo que hace que el porcentaje de infiltración en el terreno sea alto			
3	CT-3469	19 de Enero de 2000	En el Barrio Bosque El Limonar II	El proceso de urbanización de la Localidad de Usme ha sido muy dinámico en los últimos años por lo que se elaboró el concepto técnico en cumplimiento a lo establecido en el Decreto 657 de 1994. El sector de estudio se encuentra	--	--	--



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
AMBIENTE
Instituto Distrital de Gestión de Riesgos
y Cambio Climático

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN
SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES
CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE
AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA
CONTRATO No 507 DE 2020



VERSIÓN 0

No.	Diagnóstico técnico	Fecha	Localización	Descripción	Tipo de evento	Causas	Afectación
				<p>localizado en la parte suroccidental de la localidad en la vertiente oriental del Río Tunjuelito y en cercanía del eje del Sinclinal de Usme con una expresión morfológica de ladera plana inclinada con pendientes que varían entre los 15° y los 30°, espacio en el que se exhiben un depósito fluvioglaciario compuesto por cantos angulares o subangulares provenientes de las areniscas del Grupo Guadalupe embebidos en una matriz de gravas y arenas.</p> <p>La acción antrópica de la urbanización en la ladera se ha venido ejecutando sin ningún control técnico por lo que se han generado algunos problemas de inestabilidad, lo que convierte el uso del suelo principalmente en una zona urbana semiconsolidada y con esporádicos espacios con pastizales.</p>			



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
AMBIENTE
Instituto Distrital de Gestión de Riesgos
y Cambio Climático

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN
SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES
CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE
AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA
CONTRATO No 507 DE 2020



VERSIÓN 0

No.	Diagnóstico técnico	Fecha	Localización	Descripción	Tipo de evento	Causas	Afectación
4	CT-4323	16 de Enero de 2006	En el Barrio Villa Anita III Sector.	<p>El polígono de Villa Anita III Sector tiene un área de 2 Ha y se encuentra en proceso de consolidación, por lo que se caracteriza por una notable intervención antrópica al medio natural además de su cercanía con el Río Tunjuelito, particularidad que se considera como una restricción para su desarrollo por la degradación ambiental que puede generar con el tiempo.</p> <p>El barrio se erige sobre la Formación Usme sobre la que se encuentran depósitos discordantes de suelos residuales y de suelos negros, depósitos fluvio-glaciares y rellenos antrópicos, que debido al fisuramiento de los materiales hace que se comporten de forma semipermeables por lo que es posible que se encuentre agua de infiltración muy cerca al contacto entre la formación y los depósitos, que combinada con las altas pendientes puede</p>	Erosión laminar, los surcos y los flujos de tierra	La acción detonante son las aguas de escorrentía superficial (lluvias y servidas).	--



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
AMBIENTE
Instituto Distrital de Gestión de Riesgos
y Cambio Climático

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN
SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES
CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE
AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA
CONTRATO No 507 DE 2020



VERSIÓN 0

No.	Diagnóstico técnico	Fecha	Localización	Descripción	Tipo de evento	Causas	Afectación
				generar una amenaza potencial de inestabilidad.			
5	DI-4499	Abril 15 de 2010	Vía a Usme con Calle 116 Sur	En el costado oriental de la Carrera 1 B (vía Usme) a la altura de la Calle 116 sur, en el barrio Villa Anita de la localidad de Usme, se evidenciaron tres bloques de arenisca volúmenes aproximados a los 4 m ³ cada uno, embebidos en el talud de corte vial del costado oriental; dicho talud posiblemente fue desarrollado para el emplazamiento de la vía que conduce de Bogotá al poblado de Usme, tiene unas dimensiones aproximadas de 20 m de largo y 6 m de alto, cuenta con una estructura matriz soportada conformada por un suelo limo arenoso y bloques de arenisca de gran tamaño, presenta una pendiente alta (B=80°) y carece de medidas de estabilización geotécnica y de sistemas para el manejo del drenaje superficial y subsuperficial.	Se evidencian procesos de erosión hasta el grado de surcos. Caída de rocas	Erosión	Vía Bogotá a Usme



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
AMBIENTE
Instituto Distrital de Gestión de Riesgos
y Cambio Climático

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN
SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES
CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE
AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA
CONTRATO No 507 DE 2020



VERSIÓN 0

No.	Diagnóstico técnico	Fecha	Localización	Descripción	Tipo de evento	Causas	Afectación
5	DI-5569	Junio 4 de 2011	Calle 114 A Sur	Se presentó un proceso de remoción en masa de carácter general, el cual describe un movimiento traslacional localizado hacia la parte alta y media de una ladera, conformada principalmente por materiales arcillo limosos y bloques rocosos de gran tamaño (entre 0.5 y 2.5 m de diámetro).	Movimiento traslacional Caída de rocas	Falta de obras de manejo de aguas de escorrentía, superficial y subsuperficial Acumulación de aguas servidas en zona de depresión de la parte media-alta de la ladera Intensas precipitaciones	9 predios afectados en la calle 114 A Sur
6	DI-6134	Diciembre de 2011	Transversal 1 B y carrera 1 Este entre calle 114 A Sur y 115 B Sur	Se presenta avance en el proceso de remoción en masa identificado el 4 de junio de 2011 y descrito en el DI-5569.	Movimiento traslacional Caída de rocas	Fuertes precipitaciones	
7	DI-11225	Noviembre 16 de 2017	Quebrada El Piojo Carrera 1 con calle 116 sur a carrera 14 con calle 117 sur	Se identificaron algunas viviendas que se ubican parcialmente dentro de la ronda hidráulica y zona de manejo y preservación ambiental ZMPA de la Quebrada El Piojo.	Acumulación de escombros en la margen derecha de la quebrada el Piojo.	Construcción de viviendas y falta de un adecuado manejo de escombros	Quebrada El Piojo.

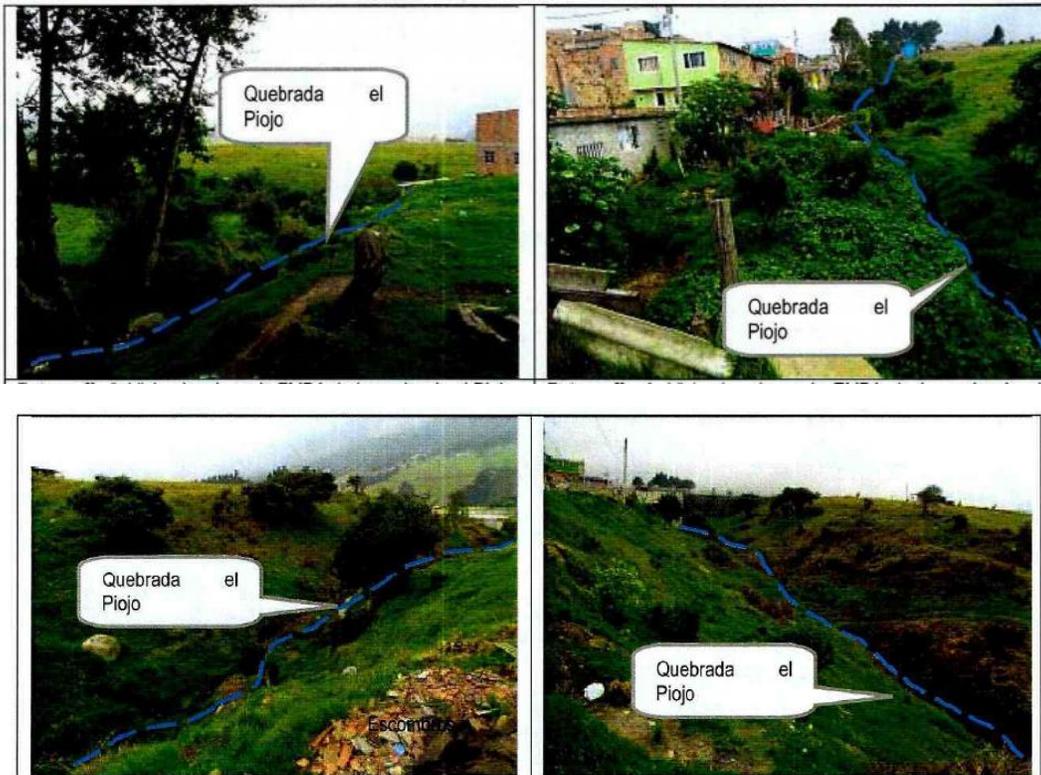


Figura 3. Presencia de viviendas y escombros en la margen derecha de la quebrada el Piojo. Fotografías asociadas a la quebrada EL Piojo. DI-11225. Noviembre de 2017. IDIGER (2017)

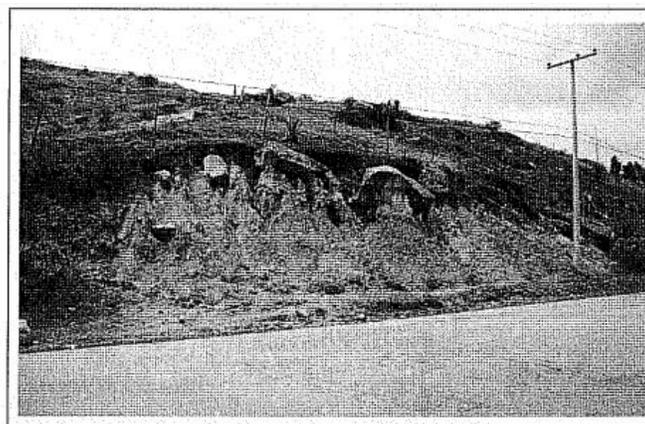


Figura 4. Talud de corte ubicado al costado oriental de la Vía Usme a la altura de la calle 116 Sur, en el barrio Villa Anita de la Localidad de Usme, se observa la presencia de bloques de gran dimensión conformando el depósito clastosoportado. Fotografía asociada al talud de corte vial. DI-4499. Abril de 2010. FOPAE (2010)

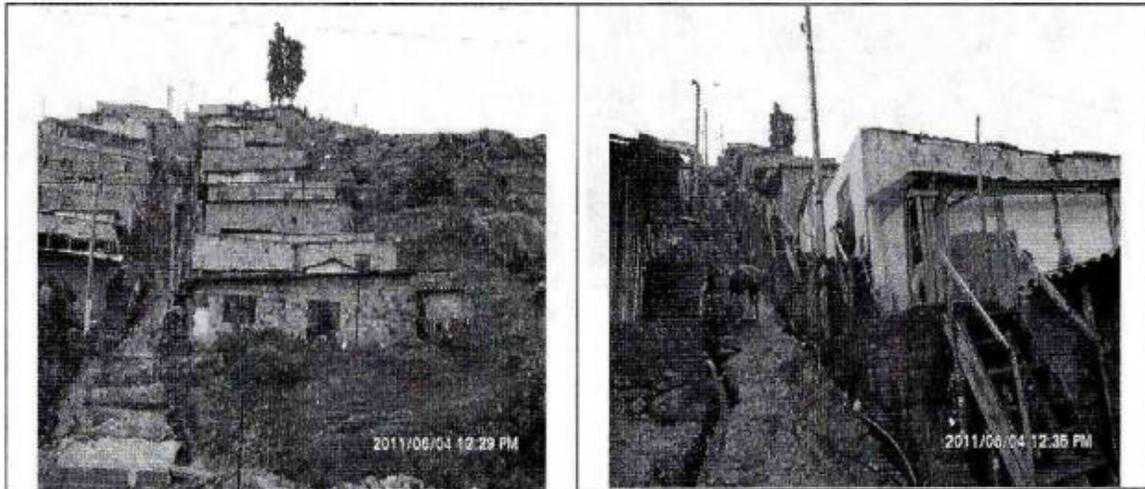


Figura 5. Vista de las viviendas comprometidas en el proceso de remoción en masa que se encuentra al lado posterior de las mismas. DI-5569. Junio de 2011. FOPAE (2011)

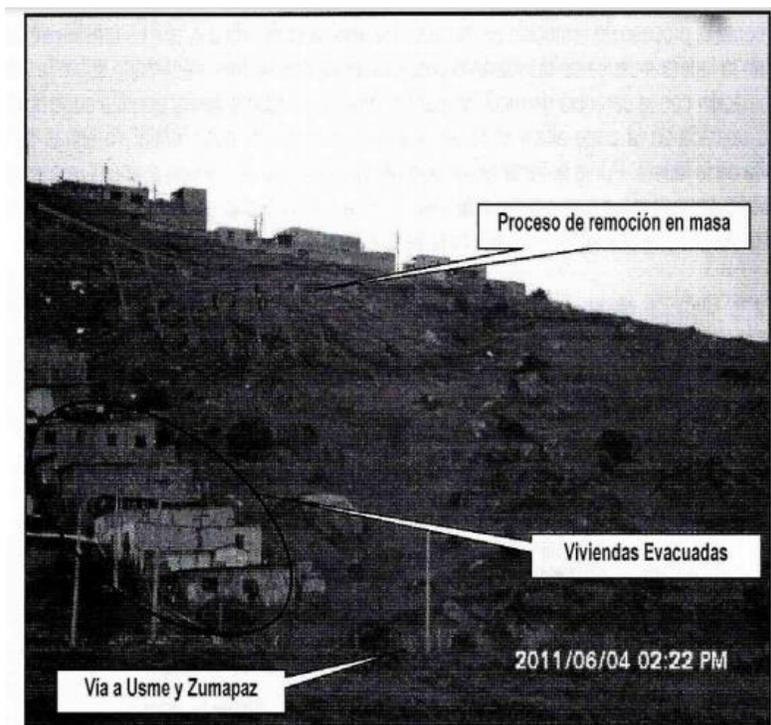


Figura 6. Predios evacuados por deslizamiento traslacional. DI-5569. Junio de 2011. FOPAE (2011)



Figura 7. Aerofotografía del sector ubicado entre la Carrera 1 Este y la Transversal 1B y la Calle 114 A Sur y la Calle 115 B Sur, en el barrio Villa Anita III Sector y en el sector catastral Villa Anita de la Localidad de Usme. Predios evacuados por deslizamiento traslacional. DI-5569. Diciembre de 2011. FOPAE (2011)



Figura 8. Vista del deslizamiento en el barrio Villa Anita. Tomada de los Estudios técnicos y diseño para obras de mitigación identificadas en puntos críticos con problemas de inundación, deslizamiento y remoción en masa en la localidad de Usme (Ingeniería C&D S.A.S.)

7.1.1 ZONIFICACIÓN POR AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA

De acuerdo con el mapa de amenaza por movimientos de remoción en masa vigente desde el año 2018 (IDIGER, 2018), el área de estudio para el sitio 3 Villa Juliana, presenta áreas en categoría de amenaza alta, media y baja. Siendo la mayor proporción del área concentrada en categoría media, y en menor extensión áreas en amenaza alta y baja. La amenaza alta se presenta entre las carreras 9 A y 14, y entre las calles 114 A Sur y 116 Sur. En la Figura 9 se muestra dicha zonificación en la cual se aprecia que el sector aledaño a la margen derecha de la quebrada El Piojo tiene calificación de amenaza por remoción en masa alta.



Figura 9. Zonificación por amenaza por remoción en masa para el área de estudio Sitio 3 Villa Juliana. IDIGER (2018)

7.2 REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA OBTENIDA.

Tabla 2 – Información Secundaria Suministrada Por Entidades.

INFORMACIÓN SECUNDARIA SUMINISTRADA POR ENTIDADES	
Entidad	Contenido
SDHT	Información asociada a posibles lotes dentro de los polígonos de estudio, involucrados en proyectos de la SDHT
ERU	Información asociada a posibles zonas dentro de los polígonos de estudio, involucrados en proyectos del ERU
EAAB	Información asociada a las redes de alcantarillado y acueducto existentes o proyectadas para diseño, construcción y/o mejoramiento dentro de los polígonos de estudio por parte de EAAB
IDU	Información asociada a los CIV's que detallen la malla vial existente o proyectada para mejoramiento y/o construcción dentro de los polígonos de estudio.
SDA	Información asociada a los niveles indicadores de ruido, calidad del aire, zonas de protección, rondas hidráulicas, entre otros, los cuales tuvieran influencia en los polígonos de estudio.
CAJA DE VIVIENDA POPULAR	Información relacionada a predios involucrados en programas o procesos de mejoramiento de vivienda o definidos como zonas de territorio priorizado, dentro de los polígonos de estudio.
SDP	Información relacionada las zonas delimitadas o marcadas como espacio público por parte de SDP, así como los usos del suelo establecidos para los polígonos de estudio.
IDRD	Información relacionada a los programas de espacio para recreación y participación de las comunidades pertenecientes a los barrios pertenecientes a los polígonos de estudio
VANTI	Información asociada a las redes de gas existentes o proyectadas para diseño, construcción y/o mejoramiento dentro de los polígonos de estudio por parte de VANTI.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 0</p>		

7.2.1 SITIO 3 VILLA JULIANA (VILLA ANITA)

7.2.1.1 SECRETARÍA DEL HÁBITAT

El polígono está conformado por 13 puntos con coordenadas, de los cuales, ninguno está ubicado dentro de algún polígono de monitoreo. También se sabe con la información obtenida que el sector de Villa Juliana es considerado como un macro-territorio Urbano-Rural de la localidad de Usme, no obstante, se está considerado fuera del Programa de Mejoramiento Integral 2020-2024, ya que fue intervenido en el Plan de Desarrollo en el periodo 2016-2019.

7.2.1.2 EAAB:

De acuerdo a la respuesta dada por parte de EAAB, respecto al polígono de estudio, este pertenece a la Zona 4, de acuerdo a la clasificación de la entidad, allí la EAAB no tiene planeado la realización de obras o renovación de las redes a corto y/o mediano plazo. No obstante, en lo relacionado a la información de redes existentes, se realiza la consulta de estas, a través del geoportal del EAAB (<https://www.acueducto.com.co/wassigue1/VisorBaseEAB/>), el cual brinda información sobre la redes de acueducto y alcantarillado existentes en cada uno de los polígonos de estudio con los respectivos datos como lo son diámetros, material, estado de red, longitud de tramo, código, entre otros.

7.2.1.3 VANTI:

En el polígono existen redes de gas natural, específicamente en el área de espacio público. La red fue diseñada y construida en tubería de ¾” de polietileno y tubería de acero de 14”, tal como indican los planos suministrados por la entidad (Anexo 2) y los cuales se tuvieron en cuenta para la exploración; adicionalmente, se confirma la información en el lugar de estudio, ya que lo plasmado en los planos es información guía.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 34</p>
--	------------------------------------	--------------------



Figura 10. Plano de Redes de Gas-VANTI
Fuente: VANTI

7.2.1.4 ERU:

A partir de la respuesta dada por parte de la entidad, el polígono no está dentro de algún programa y/o proyectos manejados por el ERU.

7.2.1.5 IDU:

Es necesario, como primera medida, la identificación de cada una de las vías (CIV`s) que están dentro del polígono de estudio, para ello se realiza la consultada la respectiva consulta en el geoportal del IDU (<https://idu.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=6950db8fa2d440ffbb3946c468eaae4a>), donde se encuentra la información de las vías existentes. Adicionalmente, mediante los datos abiertos del IDECA, es posible conseguir información en formato Shapefile de la malla vial de la zona.

7.2.1.6 CAJA DE VIVIENDA POPULAR:

De acuerdo a la información proporcionada, es posible afirmar que, en la zona de estudio en la actualidad, no existe algún predio en programas o proceso de mejoramiento de mejoramiento de vivienda, pero si corresponde a una zona de territorio priorizado por la SDHT, Usme Urbano-Rural.

7.2.1.7 SECRETARIA DE AMBIENTE

7.2.1.7.1 EMISIÓN DE RUIDO:

En la zona de estudio hay información relacionada a los niveles de ruido, representados en por medio de Mapas Estratégicos de Ruido-MER. La información allí registrada se basa en los indicadores acústicos que definen el ruido ambiental en Colombia, es decir, Nivel de Presión Sonora Día-LD y Nivel de Presión Sonora Noche-LN; dichos niveles de ruido ambiental representan la actividad de fuentes sonoras en la zona como el tráfico aéreo y vehicular, actividades industriales, comerciales y de servicios.

Adicionalmente, los MER contienen información recolectada entre 2016 y 2017, por lo tanto, estos pueden ser utilizados como base para comparaciones asociadas al cambio en los niveles de ruido ambiental en la zona de interés, así como también, pueden ser utilizados para la planeación del uso y ocupación del suelo.

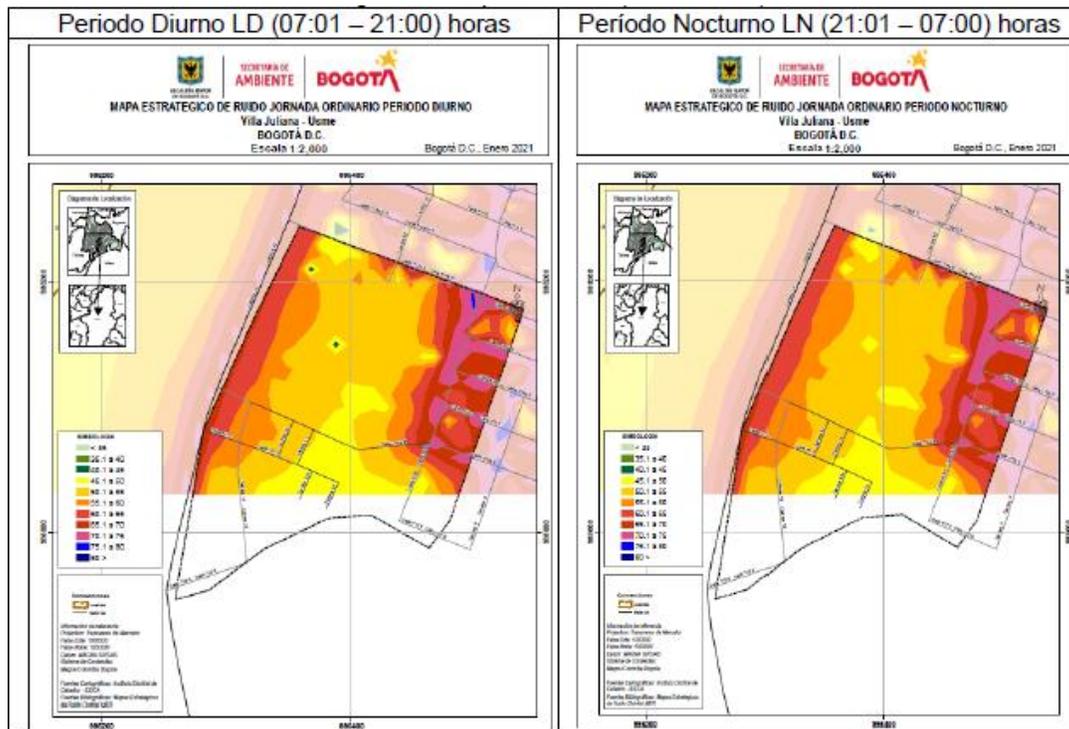


Figura 11. Mapas Estratégicos de Ruido-Villa Juliana

Fuente: Documento de Respuesta-SDA

Por otro lado, las normas que rigen todo lo relacionado a niveles e indicadores de ruido ambiental son el artículo 22 de la Resolución 0627 de 2006, la cual establece la normativa

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 0</p>		

nacional de emisión de ruido y ruido ambiental; artículo 66 de la Ley 99 de 1993 y el artículo 13 de la Ley 768 de 2002, donde se establece la implementación de mapas de ruido para zonas con más de cien mil habitantes. También actúa como reglamento en Colombia la Norma Nacional de Ruido, con el cual se evalúa la afectación del ruido sobre el ser humano.

7.2.1.7.2 CALIDAD DEL AIRE:

Los estudios de calidad del aire se realizan mediante la Red de Monitoreo de Calidad del Aire-RMCAB, distribuida en el área urbana de la ciudad con 19 estaciones fijas; estas toman datos de concentración de contaminantes como material particulado y gases, además de variaciones meteorológicas como dirección y velocidad del viento, precipitación, temperatura, presión y radiación solar. No obstante, se debe aclarar que no hay registros para una zona específica en la ciudad se debe valerse de las estaciones más cercanas a la zona de estudio, en este caso para la localidad de Usme, donde se encuentra el polígono a intervenir, se debe utilizar la información de los informes de la estación ubicada en el Parque Metropolitano de San Cristóbal, así como la estación Usme, cuya operación inicio en octubre del 2020; dichos informes pueden ser consultados en el link <http://rmcab.ambientebogota.gov.co>.

7.2.1.7.3 ZONAS DE MANEJO Y PROTECCIÓN AMBIENTAL-ZMPA:

La información relacionada a ZMPA se encuentra en la base de Datos del IDECA, donde es posible acceder a información en formato Shapefile del Sistema Hídrico de Bogotá, Rondas Hídricas, Corredores Ecológicos de Ronda, coberturas de suelo, entre otros; esta información se puede consultar y descargar en los siguientes enlaces:

- https://www.ideca.gov.co/buscador?topic=All&metadata=All&newest=All&entity=All&resource=All&content_type=map&sort_by=created&sort_order=DESC
- <https://datosabiertos.bogota.gov.co/dataset/mapa-de-referencia>
- <http://www.ambientebogota.gov.co/>

7.2.1.7.4 HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y CLIMATOLOGÍA:

El polígono de estudio, el cual cuenta con 0.0487 Km², tiene en sus cercanías La Quebrada El Zanjón de la Muralla; dicho afluente tiene una longitud de 2775 m, pendiente de 8.2% y cuenta con un área en su cuenca de 215.1 Ha, además hay 2100 metros del cauce están localizados dentro del perímetro urbano de Bogotá. También hay cercanía con la quebrada El Piojo, perteneciente a la UPZ 58 Comuneros de la localidad de Usme; dicha Quebrada tiene una longitud de 1610 metros, pendiente de 12.7% y un área de cuenca de 79.8 Ha.

La información de calidad de Agua es registrada por medio de las estaciones de monitoreo de la RCHB, que para el caso de este polígono, corresponden a las estaciones Universidad Antonio Nariño y la estación de entrega Rio Tunjuelo; ambas estaciones cercanas a la zona de estudio; sin embargo, la estación de monitoreo Antonio Nariño está ubicada a 1.5 km del polígono y pertenece el tramo 1 del Río Tunjuelo; la información de dicha estación permite determinar la variabilidad y estado del agua superficial en esa zona de la ciudad.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 37</p>
--	------------------------------------	--------------------

Corriente Hídrica	Tramo	Estación de monitoreo/Código estación	Coordenadas Geográficas	
			Latitud	Longitud
Río Tunjuelo	1	La Regadera (TU- Regader)	04°24'21,319"N	74°08'39,252"O
		Universidad Antonio Nariño (TU-UAN)	04°28'59.068"N	74°07'18.065"O
		Yomasa (TU- Yomasa)	04°30'11.031"N	74°07'37.54"O

Figura 12. Estaciones de Monitoreo RCHB-Tramo 1 Río Tunjuelo
Fuente: Documento de Respuesta-SDA

Finalmente, se debe tener en cuenta que la caracterización del recurso hídrico se basa en las dos clases de análisis de calidad, mediante 6 jornadas de monitoreo, donde 5 de estas se realizan para el análisis de determinantes de tipo I y una, para el análisis de determinantes de Tipo II.

Determinantes de la calidad	
TIPO I	Coliformes Fecales, Coliformes Totales, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Fósforo Total, Grasas y Aceites, Nitrógeno total Kjeldahl, Nitritos, Nitratos, Oxígeno Disuelto, pH, Tensoactivos, Sólidos Suspendidos Totales, Temperatura y Conductividad.
TIPO II	Alcalinidad, Arsénico Total, Bario Total, Cadmio Total, Cianuro Total, Cinc Total, Cobre Total, Coliformes Fecales, Coliformes Totales, Conductividad, Cromo Total, DBO ₅ , DQO, Dureza Total, Fenoles Totales, Fósforo Total, Grasas y Aceites, Manganeseo Total, Mercurio Total, Níquel Total, Nitrógeno Amoniacal, Nitrógeno Total Kjeldahl, Nitritos, Nitratos, Oxígeno Disuelto, pH, Plomo Total, Tensoactivos, Sólidos Suspendidos Totales, Sulfuros y Temperatura.

Figura 13. Determinantes de calidad
Fuente: Documento de Respuesta-SDA

7.2.1.7.5 PROGRAMAS SOCIALES Y COMUNITARIOS:

En la siguiente tabla se mencionan los programas sociales desarrollados por en la localidad de Chapinero por parte de la OPEL:

USME	Quebrada El Piojo	Se realiza una jornada de reconocimiento del cuerpo de agua y el ecosistema asociado, así como de la flora y fauna presente, por medio de una limpieza del cauce de la quebrada con el convenio 1010 Aguas de Bogotá-IDIGER-Acueducto. Se implementó una estrategia participativa en la cual se realizaron ejercicios lúdicos y artísticos con el fin de llamar la atención de los niños y jóvenes, vinculándolos a la celebración del Día de la Tierra.	21/04/2018	78
------	-------------------	--	------------	----

Figura 14. Programas sociales y comunitarios Villa Juliana.

Fuente: Documento de Respuesta-SDA

7.2.1.8 SECRETARÍA DE PLANEACIÓN:

La SDP no cuenta con información del polígono de estudio, pero tienen información de algunas zonas cercanas al mismo, como por ejemplo los desarrollos legalizados del barrio Villa Anita III (resolución 1188 de 2006), por el oriente, el desarrollo Villa Anita Sur (resolución 420 de 1998) y por el costado sur se ubica dentro del polígono la vereda El Predegal La Lira (resolución 148 de 2000); de igual manera por el costado occidental el polígono de estudio tiene una parte del área de reserva del trazado de la Av. Caracas en el costado sur, afectando el corredor ecológico de ronda de la Quebrada el Piojo.



Figura 15. Desarrollos Aledaños-Villa Juliana

Fuente: Documento de Respuesta-SDP

8 HALLAZGOS DE LA VISITA

8.1 SITIO 3 VILLA JULIANA

El área de estudio se ubica en la localidad de Usme entre carreras 9 y 14 y entre las calles 114 A Sur y 119 Sur, con una pendiente moderada al occidente del área de estudio entre el 30 al 50% en dirección principalmente NW-SE, y condiciones de pendiente baja en la parte superior del polígono, el proyecto tiene como referencia la cota 2717 msnm. El ancho promedio del polígono es de 198 m, y la longitud del mismo es de 215 m, para un área aproximada de 4.77 Ha.

En el polígono Villa Juliana se desarrollan viviendas en mampostería de 1 y hasta 4 pisos. El área de estudio limita por el norte, oriente y occidente con Villa Anita, y por el sur con el Uval Rural y la Quebrada el Piojo.

Una de las principales causas a investigar en el estudio geotécnico es la posibilidad de movimiento en masa asociado a factores contribuyentes como conexiones erradas por parte de mangueras, y tuberías de acueducto y alcantarillado existentes en la zona. De igual manera se hace necesario evaluar la estabilidad de la zona dado que se identificó hacia el costado norte del polígono una área declarada en el año 2015 como de riesgo no mitigable conformada por aproximadamente 4 predios.

En el sector de estudio se observa la construcción de cimientos para viviendas, la configuración de taludes de corte para adecuar el nivel de las casas, como también zonas de depósito de escombros de construcción, aspectos que deben ser evaluados en la estabilidad de la ladera.

Es importante mencionar, que en el costado oriental del polígono se aprecia el aporte de aguas desde las vías pavimentadas y con pendiente alta del barrio Villa Anita y que por tanto al llegar a las vías destapadas del área de estudio, puede conllevar a procesos de erosión de materiales y formación de surcos en las vías dentro del polígono. En la Tabla 3 se presenta el registro fotográfico de inspección del sitio.



Figura 16. Vista en planta del área de estudio del sitio 3

Fuente Google Earth (2021)

Tabla 3 – Registro fotográfico de visita sitio Villa Juliana

	
<p>Fotografía 1 – Vista del costado norte del área de estudio en zona de pendiente fuerte</p>	<p>Fotografía 2 –.Vista hacia el costado occidental del área de estudio, con vías destapadas y terreno con cambios de pendiente. Al fondo el límite geográfico del polígono.</p>
	
<p>Fotografía 3 – Carrera 9 borde oriental del polígono de estudio, se aprecia la vía destapada conformada en material de relleno.</p>	<p>Fotografía 4 – Zona identificada como de riesgo no mitigable.</p>

Fuente Geodinámica (2021)

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 0</p>		

9 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO

9.1 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y ENSAYOS DE LABORATORIO

Luego del reconocimiento de campo y de la evaluación de información existente, se propondrá un programa de exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio, tendiente a identificar los materiales en cada uno de los sitios de estudio, de esta manera por medio de perforaciones, apiques, y trincheras se determinaran el espesor de capas, la resistencia en campo de los materiales y se seleccionaran muestras para la ejecución de ensayos de laboratorio para medir propiedades índice, de resistencia y deformabilidad de los suelos y rocas obtenidos de la exploración del subsuelo.

Se evaluará la presencia de depósitos cuyo comportamiento geotécnico sea de importancia en la estabilidad de la ladera, por lo cual se requiere realizar perforaciones en zonas donde se identifiquen deslizamientos antiguos.

Además de la exploración directa, se realizará la investigación del subsuelo por métodos indirectos (líneas de refracción sísmica, MASW) que permiten una precisa definición del modelo geológico – geotécnico, en cuento a la determinación de capas de diferente rigidez y comportamiento geotécnico.

Toda la información obtenida en la etapa de exploración servirá para verificar, reajustar o afinar el modelo geológico inicial y para obtener una zonificación geotécnica preliminar que se ajustará posteriormente con los resultados de ensayos de laboratorio y con los análisis de estabilidad.

A partir de lo anterior se generan perfiles estratigráficos de perforaciones, trincheras, y apiques, con la información de la descripción del tipo de suelo, características de resistencia, consistencia, compacidad, numero de golpes del ensayo de SPT, porcentaje de recobro y medición del parámetro de RQD. De igual forma se registrara el nivel del agua obtenido en las perforaciones.

9.2 ZONIFICACIÓN GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA

A partir de la integración de la información sobre los aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos, de exploración del subsuelo y de resultados de ensayos de laboratorio, se deberán generar planos a escalas 1:1000 con curvas de nivel cada 1.0 m o de mayor detalle, donde se presenten las zonas homogéneas en términos de su comportamiento geotécnico que permitan identificar patrones de comportamiento.

En cada una de las zonas se deberán determinar entre otros aspectos los mecanismos actuales y potenciales de inestabilidad, composición y distribución estratigráfica de los materiales y su relación con las condiciones geológicas, geomorfológicas, de drenaje, identificación de comportamientos típicos ante diferentes sollicitaciones, evaluación de parámetros representativos de resistencia y determinar las relaciones esfuerzo-deformación, etc.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 42</p>
--	------------------------------------	--------------------

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	 <p>DINAMICA S.A.</p>
<p>VERSIÓN 0</p>		

La zonificación elaborada debe orientar la selección de los sitios puntuales y las secciones transversales sobre los cuales se realizarán los análisis detallados de estabilidad. Para cada una de las unidades definidas se debe establecer y describir el respectivo modelo geológico-geotécnico; cada uno de estos modelos debe ser cotejado con la información existente de informes anteriores y la obtenida del reconocimiento geológico del sector y de la exploración geotécnica realizada, para garantizar su validez.

El modelo es el resultado del análisis y la interpretación de la información obtenida de los estudios básicos, combinados con el trabajo de exploración geotécnica y caracterización de materiales mediante ensayos de campo y/o laboratorio. A partir de lo anterior se generarán planos planta y perfil, que muestren la distribución geométrica y estratigráfica, nivel freático y parámetros determinados para cada estrato.

De acuerdo con los resultados de la exploración del subsuelo y de las características de las muestras obtenidas, se realizará el plan de ensayos de laboratorio para hacer una adecuada caracterización geomecánica de los materiales presentes en el área. Para los materiales tipo suelo, se deberán definir los ensayos se realizan a cada muestra, entre otros: determinación del contenido de humedad, peso unitario, peso específico de sólidos, granulometría, límites de Atterberg, corte directo y triaxial; para materiales tipo roca: peso unitario, compresión simple y carga puntual

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 0</p>		

10 MODELO GEOLÓGICO VILLA JULIANA

En el área de estudio afloran rocas sedimentarias de ambiente marino con transición a continental de edad Neógena afectadas por plegamiento y fallamiento, las rocas sedimentarias están recubiertas por sedimentos de edad Cuaternario. El predio evaluado se ubica en el costado de una cuenca intramontana, donde sedimentos transportados desde el sector suroriental recubrieron las rocas sedimentarias conformando un complejo de conos aluviales con materiales de origen fluvio-torrencial provenientes de los sectores elevados de la cuenca.

10.1.1 GEOLOGÍA REGIONAL.

Regionalmente el área evaluada se encuentra en el sector Suroriental de la Sabana de Bogotá, donde rocas sedimentarias de edad Neógena, afectadas por plegamiento y fallamiento, son recubiertas por depósitos de edad Plioceno – Pleistoceno; el levantamiento de la Cordillera Oriental generó pulsos que dieron origen a depósitos fluvio-torrenciales y aluviales, que conformaron un complejo de abanicos aluviales de gran desarrollo, que recubrieron una vasta zona con materiales provenientes de los cerros surorientales ubicados más allá del municipio de Usme.

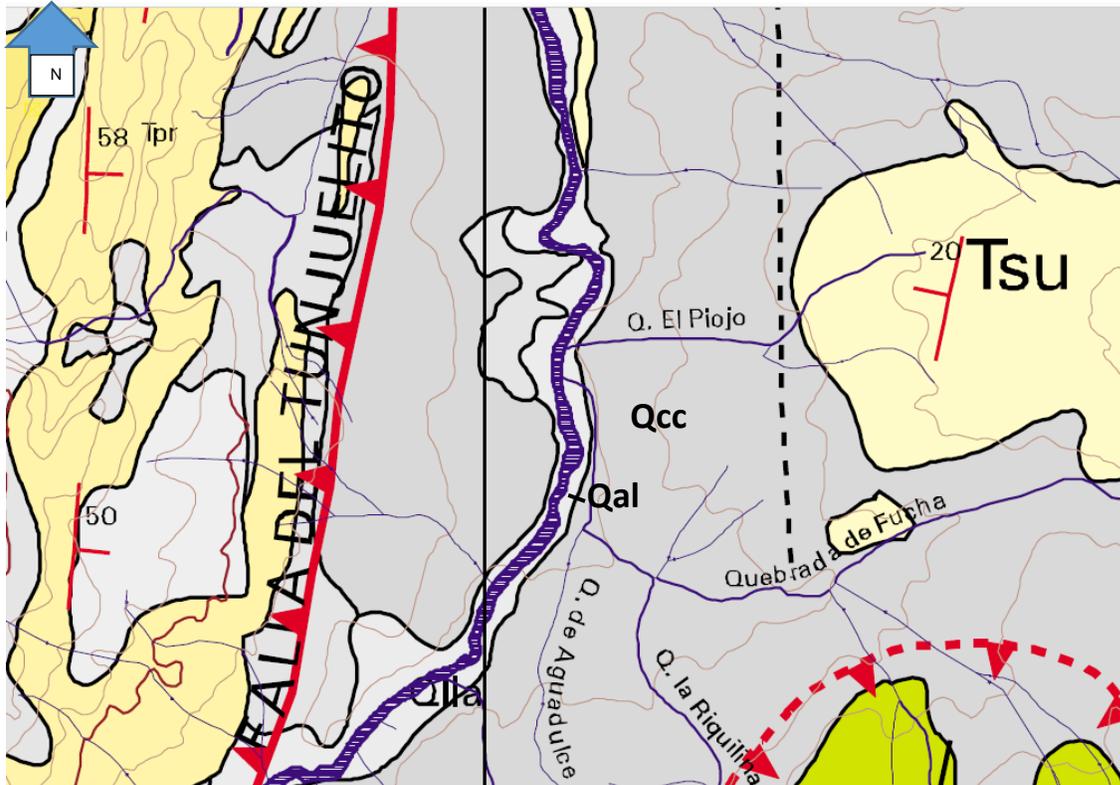
En el sector evaluado y sus alrededores afloran rocas sedimentarias de edad Neógena, afectadas por plegamiento y fallamiento, en forma discordante sobre las rocas sedimentarias reposan depósitos Cuaternarios de ambiente continental, que incluyen depósitos fluvio-torrenciales y aluviales.

Las rocas sedimentarias Neógenas corresponden a la Formación Usme (Nmu), los depósitos Cuaternarios hacen parte de un complejo de conos o abanicos aluviales, donde se destaca la presencia de la Formación Marichuela (Qma).

En relación con el marco tectónico, el Complejo de Conos se ubica cerca del eje del Sinclinal de Usme, el cual corresponde a una estructura amplia de orientación NNE, que se encuentra afectada por fallas geológicas, que la truncan y desplazan. Rocas sedimentarias de edad Paleógena y Neógena conforman los flancos del Sinclinal de Usme, la presencia de esta estructura sinclinal favoreció el emplazamiento de depósitos Cuaternarios antiguos de ambiente continental y lacustre, que se depositaron en esta depresión natural.

El sector evaluado se encuentra recubierto por una unidad denominada Complejo de conos (Qcc), originada por flujos fluvio-torrenciales que conformaron abanicos aluviales, que dieron lugar a un depósito con grandes bloques angulares dentro de una matriz areno arcillosa.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 44</p>
--	------------------------------------	--------------------



Leyenda

Tsu	Formación Usme	Qal	Depósito de Aluvión
Tpr	Formación Regadera	Qcc	Complejo de conos

Figura 17. Mapa geológico regional. Modificado de INGEOMINAS- 1997.

10.1.2 ESTRATIGRAFÍA.

Las unidades geológicas presentes cerca del predio y en los alrededores, corresponden a rocas de la Formación Usme (Nmu), esta unidad se encuentra recubierta por depósitos del Neógeno Superior-Cuaternario, pertenecientes a la Formación Marichuela (Qma), cerca del cauce actual del río Tunjuelo se presenta un depósito de aluvión (Qal), de edad reciente. A continuación se realizará una descripción de estas unidades.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Digital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 0</p>		

10.2 FORMACIÓN USME (NMU)

Unidad propuesta por Hubach (1957), para designar las Lodolitas superiores que afloran en el Sinclinal de Usme, la unidad fue redefinida por Julivert (1963), quien diferenció dos niveles, uno basal predominantemente lutítico con intercalaciones de capas de areniscas de grano fino, con un espesor de 50 m y un nivel superior de unos 75 m, compuesto por areniscas de grano grueso y conglomerados, la sección tipo de esta unidad se encuentra en la quebrada La Guanga, ubicada en el lado este del Valle de Usme.

La Formación Usme, en su parte baja está constituida por una secuencia de Lodolitas grises con esporádicas intercalaciones de areniscas de cuarzo y feldespato, de grano fino, en capas medias; la parte superior consta de una secuencia de cuarzo arenitas de grano grueso con laminación inclinada, en capas muy gruesas, con esporádicas intercalaciones de arcillolitas grises plásticas; el espesor de la unidad es calculado en 300 m, se asumen 100 m para el miembro inferior y 200 m para el superior.

El contacto inferior con la Formación Regadera es transicional, el contacto superior es discordante con la Formación Tilatá, su edad se considera Eoceno Superior a Mioceno; la parte inferior presenta condiciones de depósito de plataforma interna estable, mientras que la parte superior podría corresponder a barras de arena, que indicarían el retorno del depósito a ambientes de transición marino-continentales.

10.2.1 FORMACIÓN MARICHUELA (QMA)

La Formación Marichuela fue definida por Helmens (1990), corresponde a un depósito no relacionado con la topografía actual, se encuentra en superficie cerca del sector norte del valle de Usme, Sopó y localmente en los valles de Tabío y Tenjo; donde la unidad se encuentra expuesta siempre suprayace al substrato rocoso.

La unidad está compuesta por gravas con clastos de diferentes tamaños, cantos, arenas compactas y arcillolitas orgánicas; localmente se observan intercalaciones de capas con fragmentos de rocas subangulares que pueden llegar a ser grandes bloques de arenisca.

En el valle de Usme la Formación Marichuela está presente como un enorme sistema de abanicos que descienden desde el lado oriental del valle, a altitudes entre 2600 a 3100 m.

La superficie de los abanicos es generalmente irregular con cantos de areniscas aislados, el substrato rocoso frecuentemente se encuentra en las cercanías o aflorando entre los sedimentos del abanico.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 46</p>
--	------------------------------------	--------------------

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 0</p>		

10.2.2 ALUVIÓN RECIENTE (QAL)

Los depósitos aluviales recientes en el sector estudiado se encuentran ubicados cerca al cauce del río Tunjuelito, consisten en sedimentos de grano grueso representados por cantos a bloques redondeados de areniscas en matriz areno-limosa, los sedimentos gruesos conformaron el lecho del río, en los bordos naturales del río y zonas de inundación aledañas predominan los limos arcillosos.

10.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.

El sector evaluado presenta una tectónica medianamente compleja, se caracteriza por la presencia de rocas sedimentarias de edad Paleógena y Neógena afectadas por plegamiento y fallamiento, que ha dislocado los pliegues y las secuencias presentes, el sector evaluado forma parte del eje de la estructura y el flanco oriental del denominado Sinclinal de Usme-Tunjuelito, estructura que se encuentra afectada por el Sistema de Fallas del Río Tunjuelito, que desplazan el flanco occidental.

El Sistema de Fallas del Río Tunjuelito es un conjunto de fallas ubicado al suroriente de Bogotá entre el río Tunjuelito y el Embalse de El Muña; consiste en un sistema de fallas de cabalgamiento con dirección aproximada N-S, que en su prolongación hacia el norte, cambia a una dirección N30W; las fallas presentan su plano inclinado al occidente y ponen a cabalgar rocas del Grupo Guadalupe entre sí y éstas sobre rocas de edad Terciaria pertenecientes a las Formaciones Guaduas, Bogotá y La Regadera.

El flanco oriental del Sinclinal de Usme-Tunjuelito se encuentra afectado por fallas inversas de poco desplazamiento que ponen en contacto estratos de las Formaciones Regadera y Usme; el eje de la estructura Sinclinal en el sector evaluado, se encuentra cubierto por sedimentos Cuaternarios pertenecientes a la Formación Marichuela.

10.3.1 GEOLOGÍA LOCAL.

El Predio denominado Villa Juliana se ubica en el sector Sureste de Bogotá, en la localidad de Usme, la totalidad de la zona estudiada está recubierta por un depósito reciente de origen fluviotorrencial, perteneciente a la Formación Marichuela, que reposa discordantemente sobre la Formación Usme, en el sector occidental del predio en la parte baja se observa un depósito de aluvión reciente; las unidades presentes se describen a continuación:

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 47</p>
--	------------------------------------	--------------------

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 0</p>		

10.3.2 FORMACIÓN USME (NMU):

En el sector evaluado aflora la secuencia inferior de la Formación, que conforma la parte axial del sinclinal de Usme Tunjuelito; en la margen derecha del río Tunjuelito aflora una secuencia de arcillolitas y arcillolitas arenosas de color gris oscuro en estado fresco y con colores amarillos a rojizos por alteración.

En general corresponde a secuencia de roca blanda, deleznable, en capas muy gruesas, de 5 a 20 m de espesor, presenta intercalaciones de areniscas cuarzosas de color gris claro, de grano muy fino a medio, con matriz arcillosa abundante, en capas de espesor grueso, de 2 a 5 m.; se estima un espesor total de unos 150 m para la secuencia aflorante. (INGEOMINAS, 1997).

La posición estructural de las rocas de la Formación Usme en el subsuelo predio, se asume cercana a la horizontal, con ángulos de buzamiento entre 15° y 5°, puesto que se ubica cerca del eje del Sinclinal de Usme-Tunjuelito.

El contacto inferior con la Formación Regadera es normal y gradacional, el contacto superior no aflora en el área del presente trabajo, su edad se considera Eoceno Superior-Oligoceno inferior; la sección aflorante presenta condiciones de depósito en un ambiente marino de plataforma interna estable, de acuerdo al contenido de foraminíferos presente.

10.3.3 FORMACIÓN MARICHUELA (QMA):

La Formación Marichuela fue definida por Helmens (1990), corresponde a un depósito no relacionado con la topografía actual, se encuentra en superficie cerca del sector norte del valle de Usme y Sopó. La unidad está compuesta por gravas con clastos de diferentes tamaños, cantos, arenas compactas y arcillolitas orgánicas; localmente se observan intercalaciones de capas con fragmentos de rocas subangulares que pueden llegar a ser grandes bloques de arenisca.

Las labores de exploración directa realizadas en el predio permitieron establecer que la unidad se encuentra integrada por una secuencia de gravas medias a gruesas, arenas compactas y arcillas de color café, gris y rojizo; las gravas provienen de areniscas de grano fino redondeadas y subangulares, son frecuentes los bloques de areniscas, los colores rojos y moteados son comunes en los sedimentos, la unidad se encuentra medianamente consolidada. El espesor de la unidad varía entre 20 los 70 m, de acuerdo a los resultados de la refracción sísmica y de los sondeos exploratorios realizados en el predio.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 48</p>
--	------------------------------------	--------------------

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	 <p>DINAMICA S.A.</p>
<p>VERSIÓN 0</p>		

La secuencia sedimentaria que integra la Formación Marichuela ha sido interpretada como depósitos de flujos torrenciales, y localmente como depósitos de flujo gravitacional, que se esparcen dentro de un paisaje de llanuras de inundación y lagos, el aporte de material grueso en combinación con los sedimentos lacustres, probablemente indique la presencia de cuencas rodeadas por áreas recientemente levantadas; su edad se estima como Mioceno-Plioceno.

10.3.4 DEPÓSITO DE ALUVIÓN RECIENTE (QAL)

Un depósito de aluvión reciente se encuentra cerca al cauce del río Tunjuelo, en el sector occidental del predio, corresponde a un depósito de forma estrecha y alargada que se ubica paralelo al cauce del río; el depósito está integrado por gravas medias a gruesas con cantos redondeados de areniscas en matriz en matriz areno-limosa, con intercalaciones de arenas, localmente se presentan niveles de limos arcillosos en sectores de inundación aledaños al cauce del río.

10.4 ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO

Un estudio geomorfológico tiene por objeto describir las formas del terreno, explicar su génesis, esto incluye su origen y evolución, establecer la naturaleza de los materiales que constituyen las geoformas y describir los procesos geomorfológicos modeladores.

El sector estudiado presenta un relieve de macizo montañoso estructural plegado, como elemento importante se destaca el Sinclinal de Usme, cuya presencia conformó una cuenca intramontana donde se generaron geoformas agradacionales originadas por actividad fluvio glaciar.

La morfología presente corresponde al producto de rocas sedimentarias afectadas por plegamiento, sobre las que se depositaron flujos fluvio torrenciales, provenientes del sector suroriental, en la parte alta de la cuenca del río Tunjuelo, que rellenaron la cuenca intramontana y originaron un gran abanico diluvial.

Posteriormente la actividad glaciar modificó el antiguo abanico diluvial, excavando parte del cauce del río, finalmente la actividad aluvial ha continuado la labor de entalle del cauce, la génesis de un nivel de terraza aluvial y la conformación del cauce actual del río Tunjuelo.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 49</p>
--	------------------------------------	--------------------

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	 <p>DINAMICA S.A.</p>
<p>VERSIÓN 0</p>		

10.4.1 ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

A partir de los estudios geomorfológicos existentes se seleccionaron las unidades descritas en el presente trabajo teniendo en cuenta criterios morfométricos, morfogenéticos y morfodinámicos los cuales permitieron delimitar las unidades a partir de fotointerpretación y control de campo. Adicional a la caracterización de las formas del relieve existentes, se identificaron y clasificaron los diferentes procesos morfodinámicos presentes.

- **Morfometría:**

La morfometría describe cuantitativamente las características del terreno como longitud, inclinación y altura de las ladera y al mismo tiempo determina la forma y distribución de las pendientes (suaves a abruptas, escarpes, concavidad y convexidad, etc.)

- **Morfodinámica:**

Se refiere a los procesos denudativos, que tienen como objeto la reducción de las masas de roca, involucra los procesos que modelan la superficie terrestre, incluyendo los procesos de remoción en masa, erosión y actividad antrópica.

- **Morfogénesis:**

Cada una de las geoformas que se pueden encontrar en el área de estudio está directamente relacionada con los procesos orogénicos que produjeron el levantamiento de la Cordillera Oriental de Colombia, y con los agentes modeladores del paisaje que intervinieron posteriormente, para generar el paisaje actual.

10.4.2 UNIDADES GENÉTICAS DEL RELIEVE

Las unidades genéticas comprenden las asociaciones o complejos de paisajes con relaciones de tipo genético, litológico y topográfico. En área del sinclinal de Usme se destacan tres unidades de relieve, la primera montañosa que corresponde a zonas de tipo montañoso estructural plegado, donde la morfogénesis predominante es denudativa o estructural, la segunda corresponde a una zona inclinada y medianamente abrupta, ligada a zonas agradacionales o acumulativas a partir de materiales arrastrados por corrientes desde sectores elevados ubicados al suroeste del predio y la tercera corresponde a una zona plana, ubicada cerca del cauce del río Tunjuelito.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 50</p>
--	------------------------------------	--------------------

10.4.3 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

La clasificación de las principales formas del terreno se ha definido como la expresión dinámica del relieve por fuerzas endógenas de la tierra que han actuado a través del tiempo geológico y modelado por agentes externos, especialmente de tipo climático, evidenciados en la denudación del relieve y la modelación de geoformas agradacionales.

Las unidades genéticas del relieve identificadas en la geomorfología local son el producto de un modelado agradacional, que generó un relieve suave, ondulado y medianamente abrupto, originado predominantemente por la acumulación de materiales rocosos heterogéneos depositados en un ámbito fluvio torrencial, que dieron origen a una ladera de acumulación colmatando una cuenca estructural pre-existente, que fue posteriormente modelado por procesos erosivos, originando las geoformas actuales.

La siguiente Tabla describe las características de las unidades geomorfológicas identificadas:

Tabla 4 – Unidades Geomorfológicas.

UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SÍMBOLO	MORFOLOGÍA	MORFOGÉNESIS	LITOLOGÍA
Ladera de acumulación	Dlf	ladera	Agradacional	Arcillas, limos, arenas, gravas y bloques de areniscas.
Terraza aluvial disectada	Dtad	Terraza aluvial	Agradacional	Arenas, gravas y limos

10.4.4 LADERA DE ACUMULACIÓN (DLF).

Geoforma generada por un proceso orogénico que creó un relieve próximo de donde provinieron materiales, que fueron transportados por sucesivos flujos de lodo y detritos que crearon una superficie continua de tipo agradacional ubicada sobre una extensión importante de terreno; el depósito resultante se caracteriza por presentar una acumulación de materiales heterométricos, de composición heterogénea, pobremente sorteados, que incluyen materiales finos y fragmentos de roca subangulares a redondeados. El depósito presenta distribución caótica, irregular, con niveles de poca continuidad, superpuestos en patrones complejos.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	 <p>DINAMICA S.A.</p>
<p>VERSIÓN 0</p>		

Sobre esta unidad se ubica la mayor parte del polígono Villa Juliana, la morfología original del terreno ha sido modificada por procesos de disección de corrientes, el río Tunjuelo, y la quebrada El Piojo han excavado sus cauces a través del depósito, modificando la superficie original.

10.4.5 TERRAZA ALUVIAL DISECTADA (TAD).

Geoforma generada por un proceso de erosión transporte y sedimentación de sedimentos y fragmentos de roca en un valle aluvial intramontano de origen estructural, que generó a una cuenca estrecha por la que discurre el río Tunjuelo, corresponde a una terraza estrecha algo irregular, con un escarpe de poca altura, al fondo del cual se encuentra el plano inundable del río. Esta terraza corresponde a un remanente de un anterior nivel de sedimentación, que ha sido incisado por la corriente como consecuencia del rejuvenecimiento del paisaje.

Esta unidad se ubica en el sector occidental del predio, cerca del cauce del río Tunjuelo y la vía de acceso a la localidad de Usme, presenta poca extensión; el depósito que integra esta unidad, está compuesto por niveles de gravas, arenas y limos.

10.5 PROCESOS MORFODINÁMICOS.

Los procesos morfodinámicos que se identificaron cerca del área evaluada corresponden a procesos erosivos, generados por la ausencia periódica de cobertura vegetal y procesos de remoción en masa. En la parte media del predio se observa la modificación de las laderas por el proceso de construcción de vías de acceso y desarrollo.

- **Procesos de Erosión.**

Se definen como el grupo de eventos por medio de los cuales el material rocoso o suelos son desprendidos, disueltos y removidos con influencia de agentes externos a lo largo de un eje lineal, en el predio evaluado se identificó la presencia de erosión laminar, erosión en surcos y socavación lateral-de fondo en la quebrada El Piojo.

En el reconocimiento de campo se identificaron sectores localizados donde se observaron procesos de erosión laminar y erosión en surcos, temporal de carácter local, que fácilmente desaparecen al ser cubiertos por vegetación. (Ver Fotos 1 y 2)

Por la naturaleza del depósito atravesado por las corrientes se presentan procesos de socavación lateral y de fondo en el cauce de la quebrada El Piojo, corresponde a procesos de baja intensidad, acentuados por la presencia de fuertes precipitaciones en épocas invernales.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 52</p>
--	------------------------------------	--------------------



Figura 18. Zona afectada por erosión laminar, y en surcos, ubicada en el sector central del área evaluada, generada por la falta de cobertura vegetal.



Figura 19. Zona afectada por erosión laminar y en surcos, ocasionada por la intervención de un talud para la construcción de viviendas.

- Procesos antrópicos.

Toda vez que el hombre, mediante la actividad de construcción modifica las laderas, arranca materiales y traza vías, se convierte en el contexto de este estudio en un agente de erosión. En los costados norte y oriental del predio se han desarrollado procesos de construcción de viviendas, inicialmente como emplazamientos informales que paulatinamente se han formalizado mediante la adecuación de vías, alcantarillado y redes de energía.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 0</p>		

10.6 ANÁLISIS MULTITEMPORAL

Para realizar el análisis multitemporal se combinaron un juego de fotografías aéreas, una imagen de satélite y una ortofoto; las fotografías corresponden al vuelo C-1728, en escala 1:29.000 de enero de 1977, fotos 252 y 253; Una imagen de satélite del año 2015 y una ortofoto del año 2021, tomada para el desarrollo del presente trabajo.

Las fotografías aéreas en formato digital se interpretaron individualmente y luego se llevaron a una escala cercana con el objeto de establecer los cambios que se presentaron en el sector cercano al predio en relación con los procesos morfodinámicos.

En las fotografías aéreas del año 1977 se observa una red de drenaje poco densa, bien integrada, de forma subangular a subparalela, se observa que la zona estaba relativamente aislada, el sector estaba destinado para uso pecuario, se observa en las fotos que el predio está cubierto por pastos, es notoria la ausencia de árboles, solamente se observa una escasa vegetación arbustiva en la ronda de la quebrada El piojo y cerca al cauce del río Tunjuelo.

En relación con los procesos morfodinámicos se observa la presencia de erosión concentrada en forma localizada en la parte media del predio sobre el trazado de algunas vías, manifiesta como erosión en surcos.

En la Imagen de satélite del año 2015, se observa la intervención antrópica ligada al proceso de urbanización, se observa el inicio del proceso de parcelación donde se han trazado varias vías, que se comunican con los barrios contiguos al oriente y norte; en el polígono evaluado se observa la presencia de diversas construcciones, en el sector oriental se continuaron las vías barrio vecino y se construyeron edificaciones, en el sector suroccidental cerca de la margen derecha de la quebrada el Piojo se construyeron varias edificaciones a lo largo de la vía hacia Usme y en el sector central se observa el inicio de un proceso de urbanización con el emplazamiento de varias construcciones.

Los procesos morfodinámicos presentes para la época corresponden a un proceso de remoción en masa de carácter local, un deslizamiento rotacional que originó un escarpe, adicionalmente se presentan procesos erosivos, de carácter local, tipo erosión difusa y concentrada que se manifiestan por la presencia de erosión laminar, y en surcos, presentes en los sectores desprovistos de vegetación, especialmente sobre las vías trazadas para la parcelación.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 55</p>
--	------------------------------------	--------------------



Figura 20. Fotografía aérea del año 1977 en escala 1:5000.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	 <p>DINAMICA S.A.</p>
<p>VERSIÓN 0</p>		

En la ortofoto del año 2021 se observa que el proceso de urbanización en el polígono se ha intensificado, se observa una mejora en el trazado de las vías internas, y una densificación de las construcciones presentes, alcanzando un porcentaje de ocupación cercano al 70 %, se observan algunos lotes disponibles cubiertos con pastos; se ubicaron construcciones que invadieron la ronda de la margen derecha de la quebrada el Piojo.

La forma original de la ladera en el polígono evaluado ha sido modificada por los procesos de construcción de vivienda, puesto que se realiza un corte en un sector y un relleno en otro; los procesos morfodinámicos presentes corresponden a erosión incipiente y acentuada, que se manifiesta como erosión laminar y erosión en surcos, presente en sectores desprovistos de vegetación, sobre las vías de acceso y en algunos taludes donde se han realizado cortes para edificar viviendas.



Figura 21. Fotografía aérea del año 2015 en escala 1:2000.



Figura 22. Fotografía aérea del año 2021 en escala 1:2000.

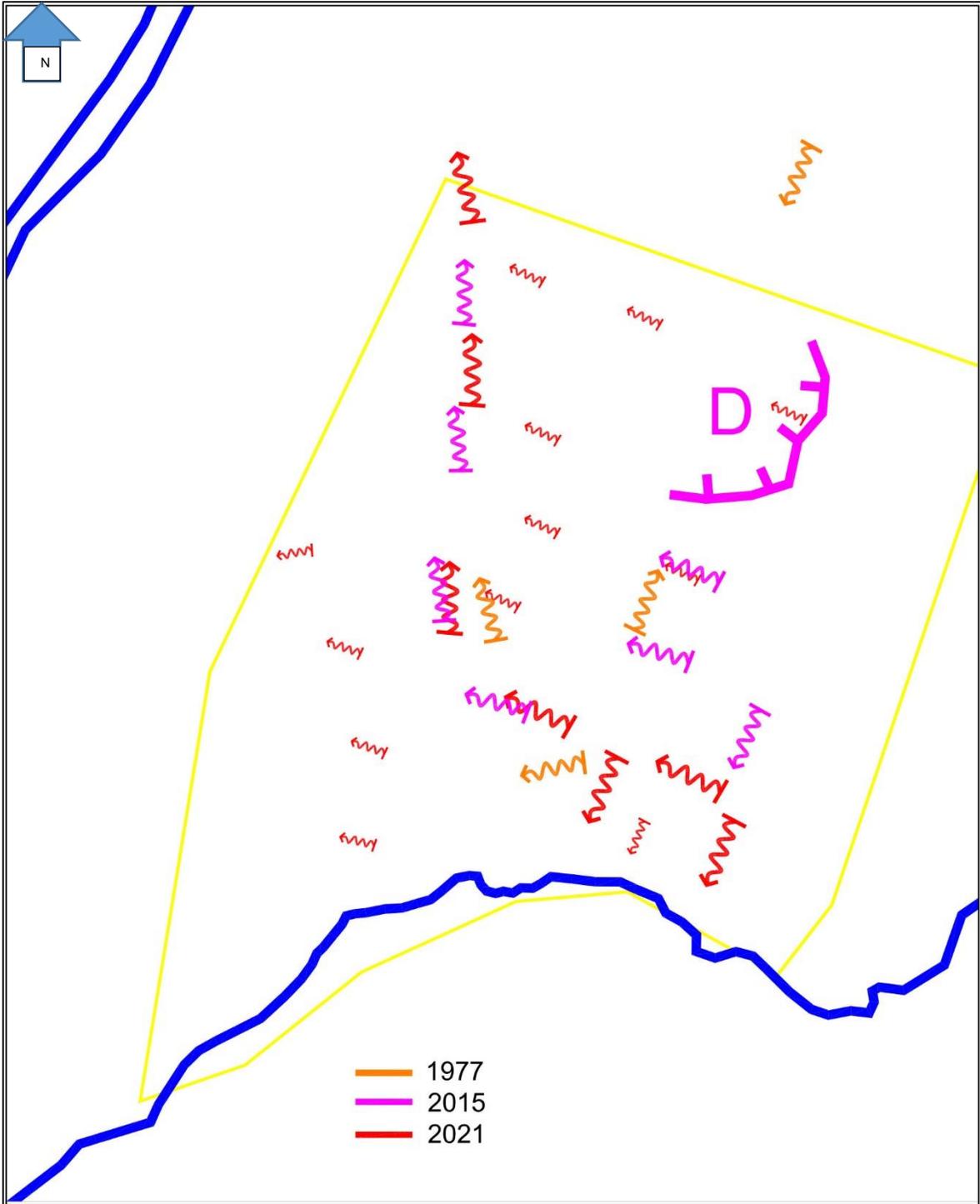


Figura 23. Análisis multitemporal escala 1:2000.

11 HIDROLOGÍA.

11.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA REGIONAL

A continuación, se presenta la descripción del comportamiento general de las condiciones de precipitación, temperatura, número de días con lluvia, y clima, con base en el Atlas Climatológico del IDEAM.

11.1.1 PRECIPITACIÓN

La Ilustración 9-2, describe el comportamiento de la precipitación total anual en el departamento de Cundinamarca. La región se caracteriza por tener un régimen de precipitaciones medio, con rangos entre 500 y 9000 mm donde predominan condiciones de precipitación entre 500-1000 mm; para la zona central se presenta un menor régimen de precipitaciones llegando a un mínimo de 500 mm en un período anual, y en la zona suroriental las zonas con mayores precipitaciones llegando a 9000 mm.

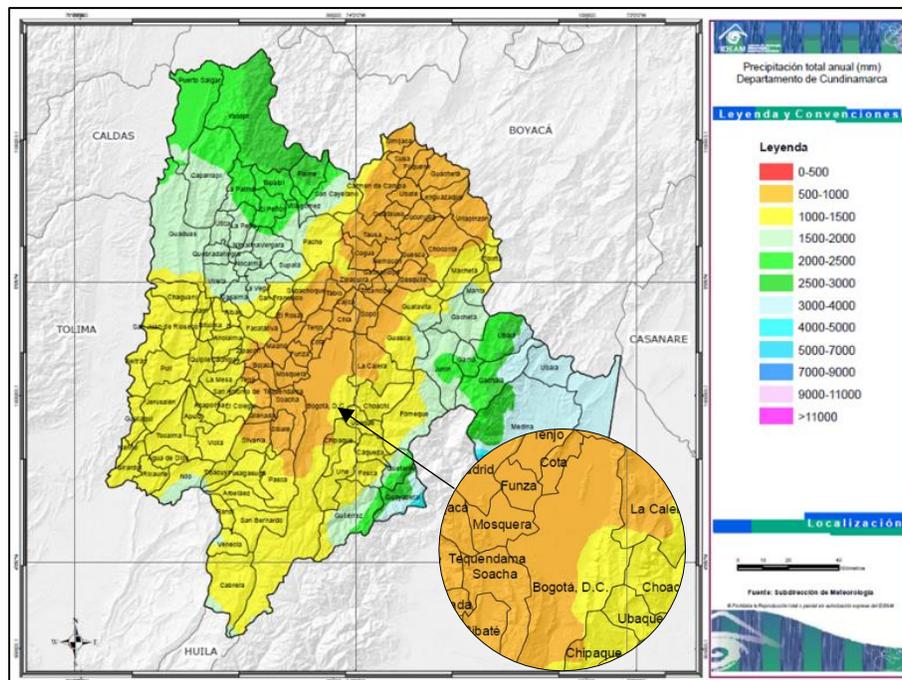


Figura 24. Precipitación media anual para el departamento Cundinamarca.

Fuente: IDEAM, 2014.

Para la zona norte de Bogotá, la precipitación presenta un rango bajo respecto a los valores nacionales establecidos por el IDEAM, arrojando valores promedio entre 500 a 1000 mm, que aumentan hacia los cerros orientales de la ciudad.

11.1.2 TEMPERATURA MEDIA ANUAL

La temperatura media anual del departamento es ampliamente variada (ver Ilustración 9-3), cambiando de zonas donde no se superan los 8°C hasta llegar por encima de los 28 °C. La zona más fría del departamento se encuentra en el centro y de allí aumenta a los extremos, especialmente hacia el este donde se concentran temperaturas medias del orden de los 20 °C, y la franja este del departamento que colinda con Caldas y Tolima con temperaturas de 28° C.

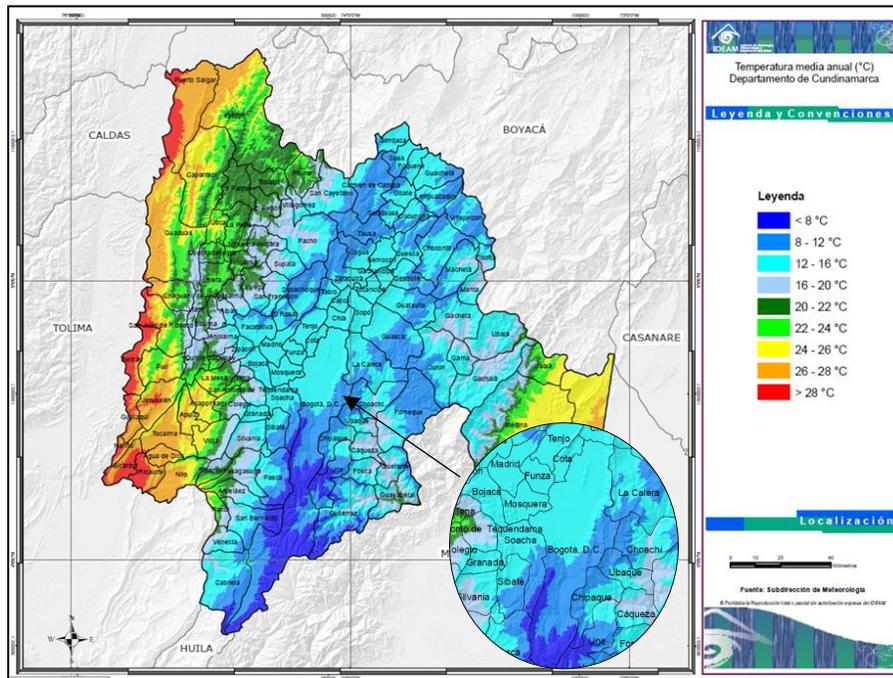


Figura 25. Temperatura media anual (°C) en el departamento de Cundinamarca.

Fuente: IDEAM, 2014.

La zona objeto de estudio, ubicada al norte de la ciudad de Bogotá, describe rangos invariables de temperatura en condiciones frías y templadas con valores entre los 12°C y 16°C. Al suroriente de la ciudad se presentan temperaturas más frías con valores inferiores a los 8°C.

11.1.3 NÚMERO DE DÍAS CON LLUVIA

El número de días de lluvia al año en la mayoría del departamento de Cundinamarca es superior a 100 días y en una gran extensión con rangos entre los 200 y 250 días. De igual manera, se puede notar que la mayor parte de la zona central del departamento conserva las mismas características diferenciándose en el extremo occidental con un menor número de días con lluvia.

Figura 26. Número de días con lluvia para el departamento de Cundinamarca.

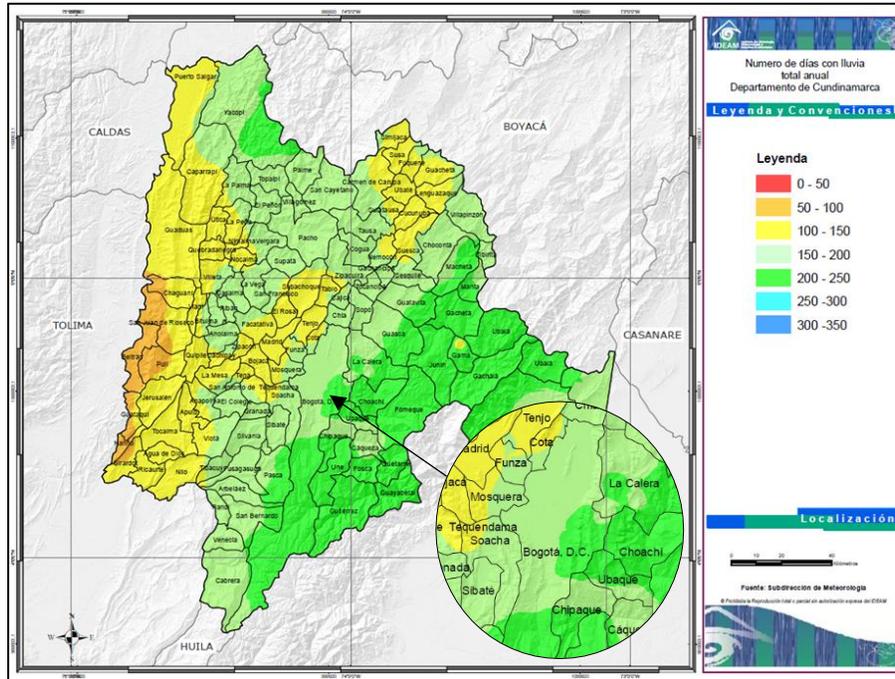


Figura 27. Número de días con lluvia para el departamento de Cundinamarca.

Fuente: IDEAM, 2014.

11.1.4 CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

De acuerdo con el mapa de clasificación climática para el municipio de Cundinamarca, el departamento presenta una gran variedad de climas que se caracterizan principalmente por ser bastante húmedos en la zona central y tendencia cálida semihúmeda en sus extremos nororientales y noroccidentales.

El norte de la ciudad de Bogotá, presenta condiciones frías semiáridas y semihúmedas, esta última presente en el extremo nororiental de la ciudad. A su vez se observa la variación en el incremento a condiciones más frías en el sur de la ciudad.

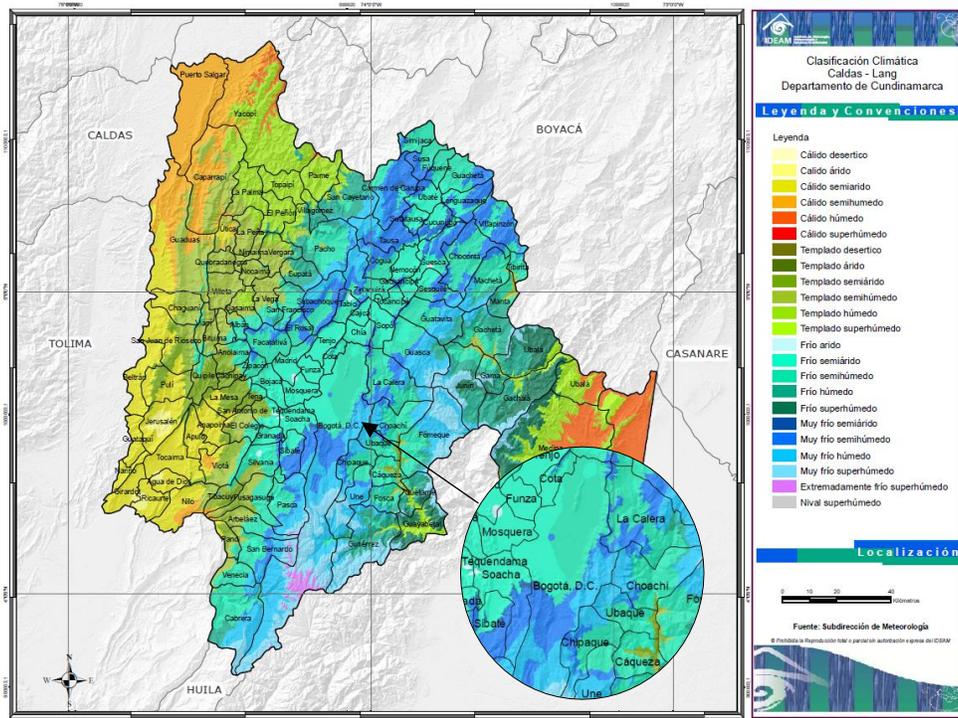


Figura 28. Clasificación Climática del departamento de Cundinamarca.

Fuente: IDEAM, 2014.

A partir de los estudios a nivel distrital realizados por Veloza Franco (2013) y el IDEAM (2007) denominados “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital” y “Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo”, respectivamente, se hace la caracterización climática.

Bogotá presenta un comportamiento de la precipitación y la temperatura marcado fuertemente por la orografía, los cerros orientales y la localidad de Sumapaz, las zonas más altas del distrito, presentan mayores precipitaciones y menor temperatura. En términos generales la mayor parte del territorio presenta precipitaciones entre los 750 y 1000 mm anuales mientras que la temperatura oscila entre los 12 y los 15° C.

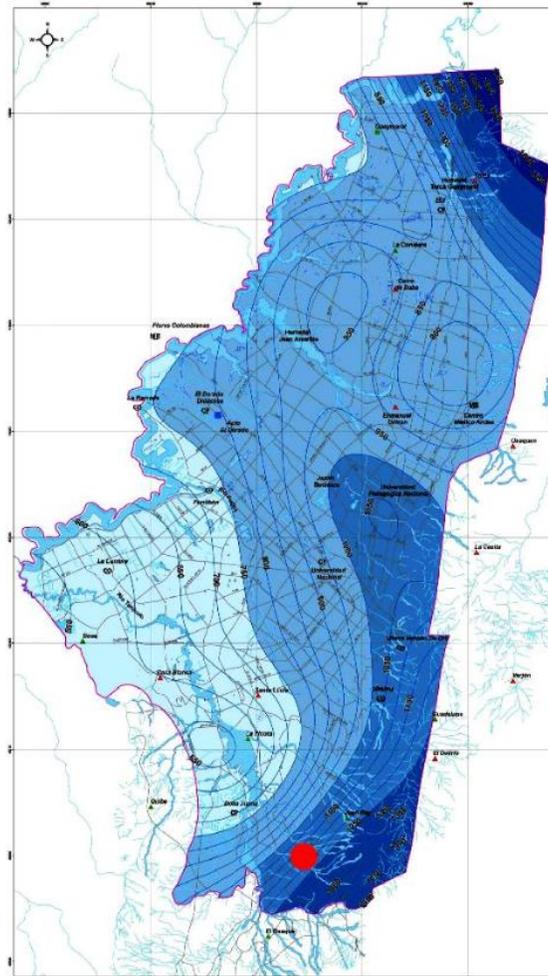


Figura 29. Precipitación total anual en la ciudad de Bogotá D.C.

Fuente: Veloza Franco, 2013.

Para las condiciones particulares de precipitación en el polígono de estudio, se utilizaron las estaciones climatológicas presentadas, con los resultados diarios de cada estación se procede a la estimación de la precipitación media anual (mm) y su espacialización con el uso de isolíneas.

De igual manera, la estimación de la temperatura media anual se apoya en el documento técnico del estudio de la caracterización climática de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelo elaborado por el IDEAM, y el Fondo de Prevención y Atención Emergencias del año 2005.

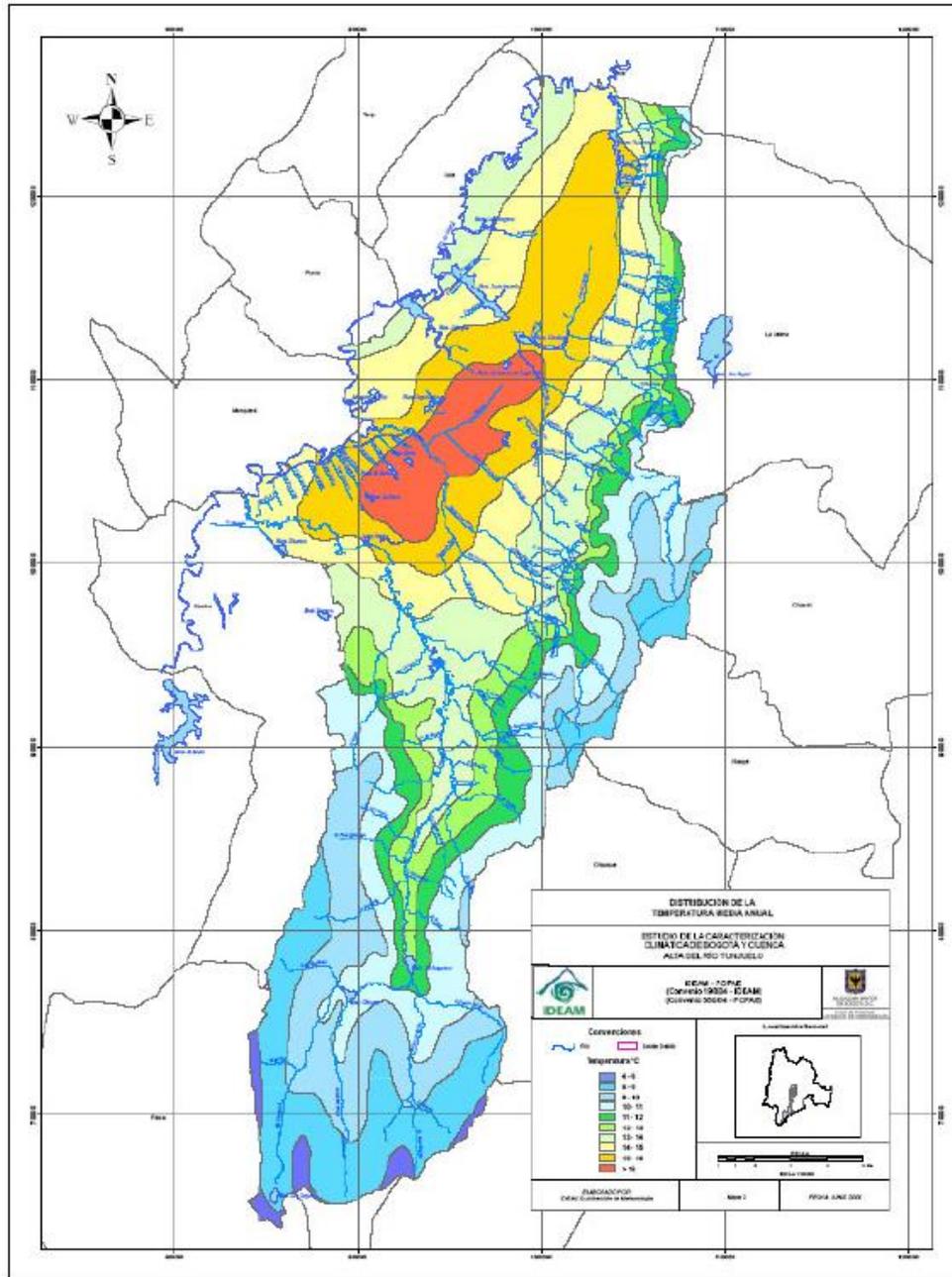


Figura 30. Distribución de la Temperatura media anual.

Por el número de estaciones climatológicas y su cercanía al polígono de estudio, no es posible presentar un análisis preciso de la variación espacial de la temperatura, por lo que

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 0</p>		

la descripción de las condiciones de esta magnitud se desarrolla a nivel de las estaciones COL ABRAHAM LINCOL [21206500] y ESCUELA COL INGENIERIA [21206050].

11.2 CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA

Para realizar la caracterización hidrológica se lleva a cabo de manera preliminar la revisión de información secundaria en especial de estudios de caracterización climática en la ciudad cuya autoría de dichos estudios este dada principalmente por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, quien es la entidad encargada de la generación de información técnico-científica referente a este tema en el país. Asimismo, se elabora una caracterización del comportamiento de parámetros climáticos, en especial de precipitación, en los sitios de interés a partir de los registros de estaciones climatológicas, pluviométricas y pluviograficas, más cercanas a los polígonos a evaluar. Adicionalmente se realiza una caracterización física de la cuenca a la que pertenece cada uno de los cuatro polígonos y se estiman las curvas IDF asociadas a la zona. Dada la proximidad existente entre el polígono 1-Bosque Calderón y 2-Paraíso, y el polígono 3-Villa Juliana y 4-Cajita de los Sochez se elabora el análisis diferenciando estas dos zonas y no necesariamente por polígono como se evidencia en las siguientes secciones.

11.3 REVISIÓN DE ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA EN BOGOTÁ

De acuerdo a la revisión de información secundaria para el tema de caracterización climática de la ciudad de Bogotá se resaltan dos estudios: “*Estudio de la caracterización climática de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelo*” elaborado por el convenio 198/04 IDEAM - IDIGER (antes FOPAE) en el año 2004¹ y los resultados del estudio “*Caracterización climatológica de Bogotá, como un aporte al fortalecimiento de la red hidrometeorológica de Bogotá (RHB)*” hecho por Euscátegui en 2019² como parte del contrato 431 de 2019-IDIGER.

De acuerdo a IDEAM-FOPAE (2004), la precipitación media anual en los sitios 1 y 2 presentan valores entre 1000 y 1100 mm principalmente. Para los sitios 3 y 4 este parámetro varía entre los dos polígonos teniendo precipitaciones menores para el sitio 3 ubicado más al costado occidental de la ciudad, y cuya precipitación está por el orden de los 800 a los 900 mm, y para el sitio 4 entre los 1000 y 1100mm, esto puede observarse en la Figura 31.

¹ IDEAM-FOPAE. (2004). Estudio de la caracterización climática de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelo. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21135/CARACTERIZACION+CLIMATICA+BOGOTA.pdf/d7e42ed8-a6ef-4a62-b38f-f36f58db29aa>

² Euscátegui, C. (2019). Caracterización climatológica de Bogotá, como un aporte al fortalecimiento de la red hidrometeorológica de Bogotá (RHB). Disponible en: <https://www.idiger.gov.co/documents/20182/558631/Caract+Climatol%C3%B3gica+-+Bogot%C3%A1+%281%29.pdf/b5dbcea1-d291-40a0-8ee8-71ca322edcab>

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 67</p>
--	------------------------------------	--------------------

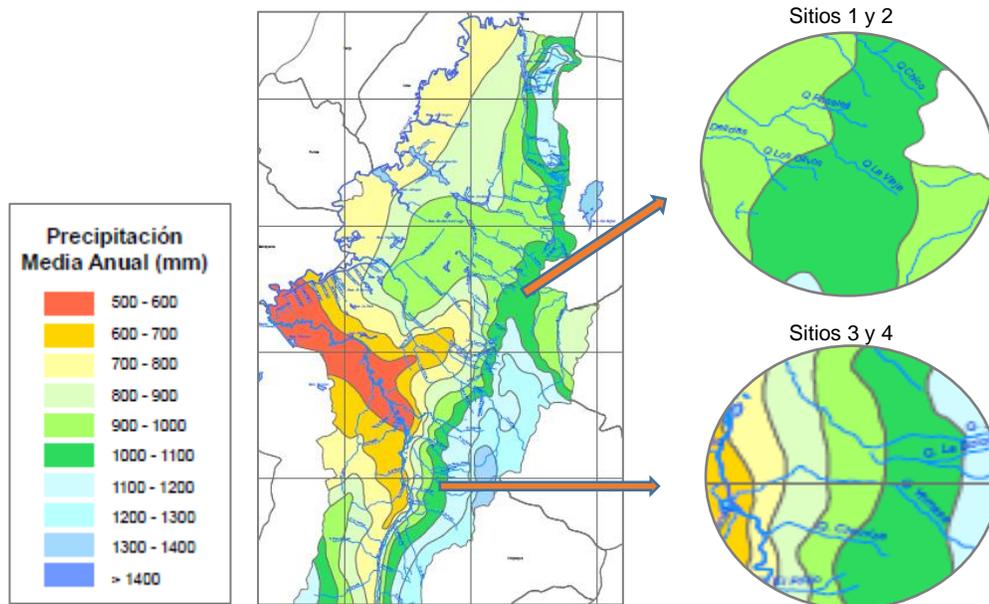


Figura 31. Precipitación media anual estudio IDEAM-FOPAE.
Fuente: Modificado de IDEAM-FOPAE, 2004.

Por otra parte, de acuerdo a Euscátegui (2019), los sitios 1 y 2 localizados en la localidad de Chapinero, tienen una precipitación media anual entre 1100 y 1300 mm, el sitio 3 presenta precipitaciones en el rango de 700 a 800 mm, y por último el sitio 4 tiene valores entre 1000 y 1100 mm aproximadamente. Lo anterior se puede observar en la siguiente figura.

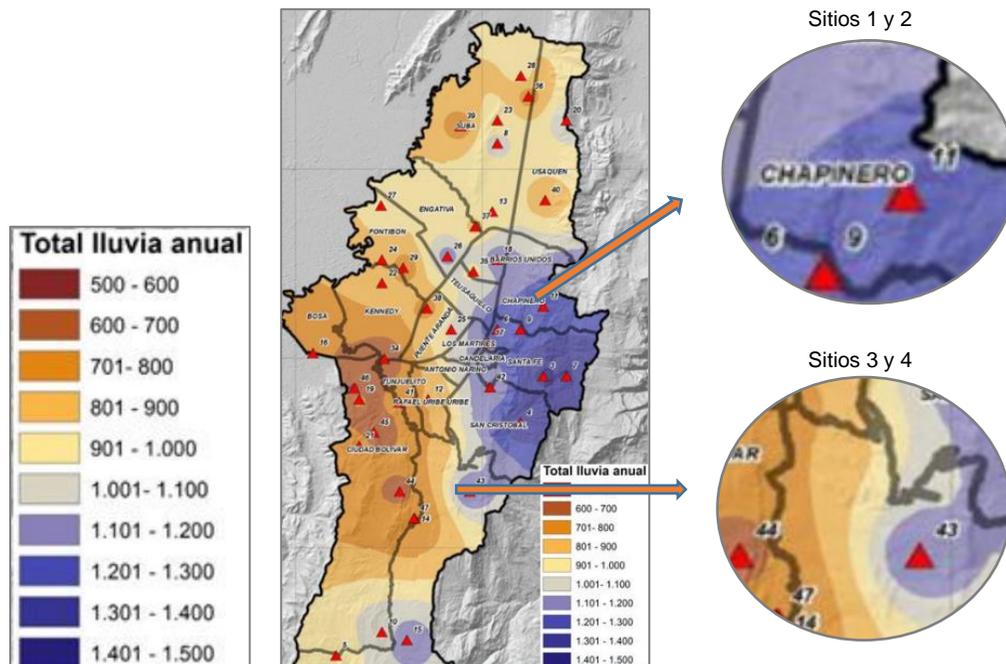


Figura 32. Precipitación media anual estudio Euscátegui-IDIGER.
Fuente: Modificado de Euscátegui-IDIGER, 2019.

En cuanto al parámetro de temperatura media anual IDEAM-FOPAE (2004) estableció que tanto para la zona donde se localiza los polígonos de Bosque Calderón y Paraíso, como Villa Juliana y Cajita de los Sochez la temperatura tiene un rango entre 11 y 14°C, como se puede observar en la Figura 33. Por otra parte, de acuerdo al estudio hecho por Euscátegui (2019) el número de días lluvia anual promedio tiene valores de entre los 220 y 240 días para los polígonos Bosque Calderón y Paraíso, y para Villa Juliana y Cajita de los Sochez el rango esta entre de los 180 y 220 días aproximadamente como se evidencia en la Figura 34.

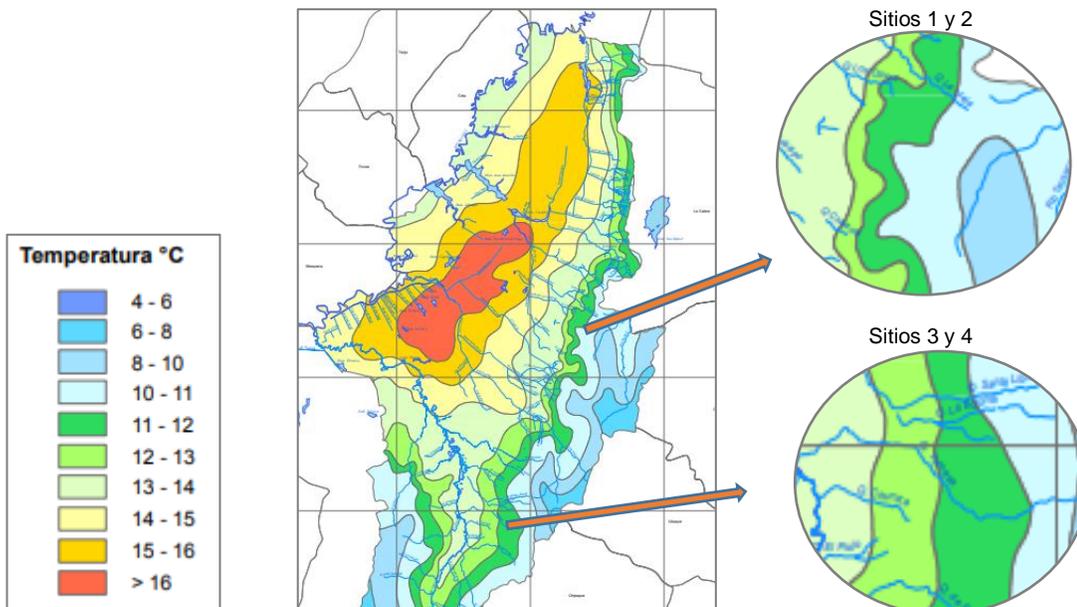


Figura 33. Temperatura media anual estudio IDEAM-FOPAE.
Fuente: Modificado de IDEAM-FOPAE, 2004.

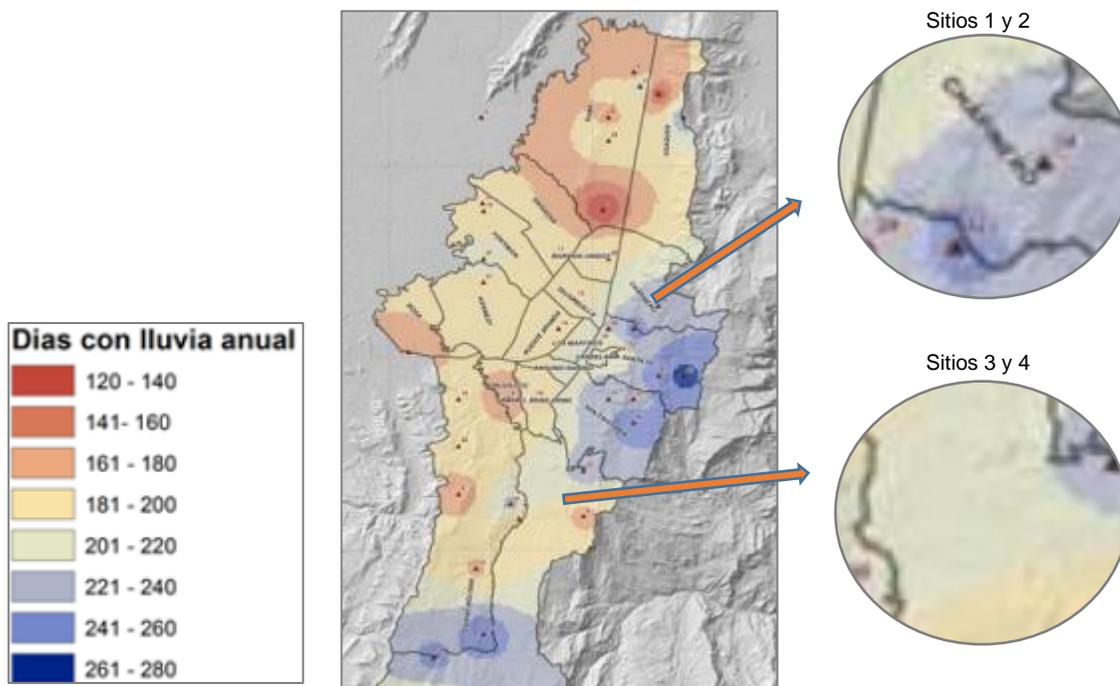


Figura 34. Número de días con lluvia medio anual estudio Euscátegui-IDIGER.
Fuente: Modificado de Euscátegui-IDIGER, 2019.

11.4 SITIO 3 VILLA JULIANA Y SITIO 4 CAJITA DE LOS SOCHEZ

11.4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LA CUENCA

El polígono Villa Juliana se encuentra localizado en la cuenca de la quebrada Piojo, perteneciente a la cuenca hidrográfica del río Tunjuelo, siendo esta quebrada afluente directo de este río. El área de la cuenca es de 73 Ha y su perímetro es de 5,7 km. En cuanto a la quebrada Piojo, ésta tiene una longitud de 1723 m y presenta una pendiente media aproximada de 11,2%. Dicha quebrada limita en la parte sur del polígono, en un tramo de cauce de 250 m.

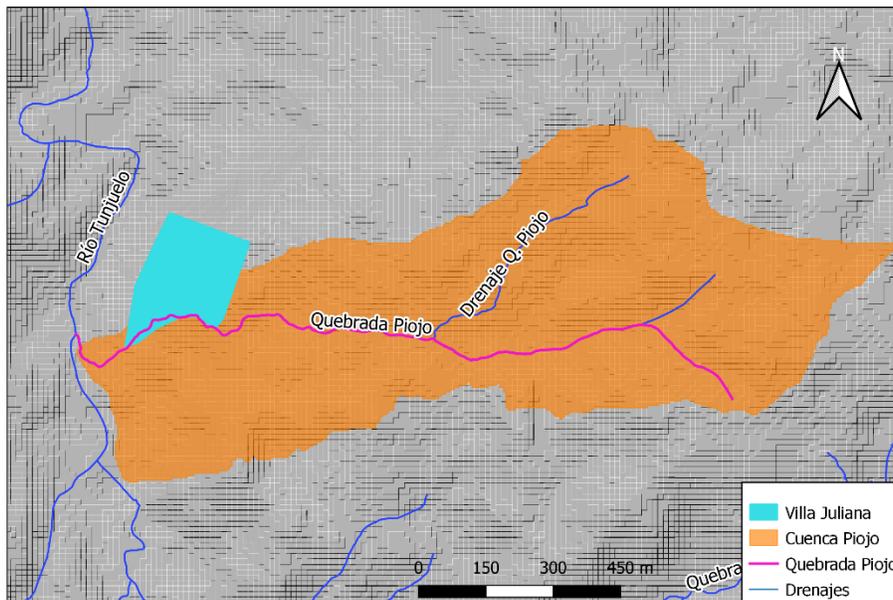


Figura 35. Cuencas hidrográficas y drenaje principal polígono Villa Juliana.

Fuente: Elaboración propia

El polígono Cajita de los Sochez se encuentra localizado en la cuenca San Pedrina, perteneciente a la cuenca hidrográfica del río Tunjuelo. El área de la cuenca es de 51,9 Ha y su perímetro es de 6,4 km. En cuanto a la quebrada San Pedrina, ésta tiene una longitud de 1933 m y presenta una pendiente media aproximada de 17,1%. Esta quebrada se localiza a una distancia de 50 metros del límite sur del polígono analizado, en la cuenca baja del cauce.

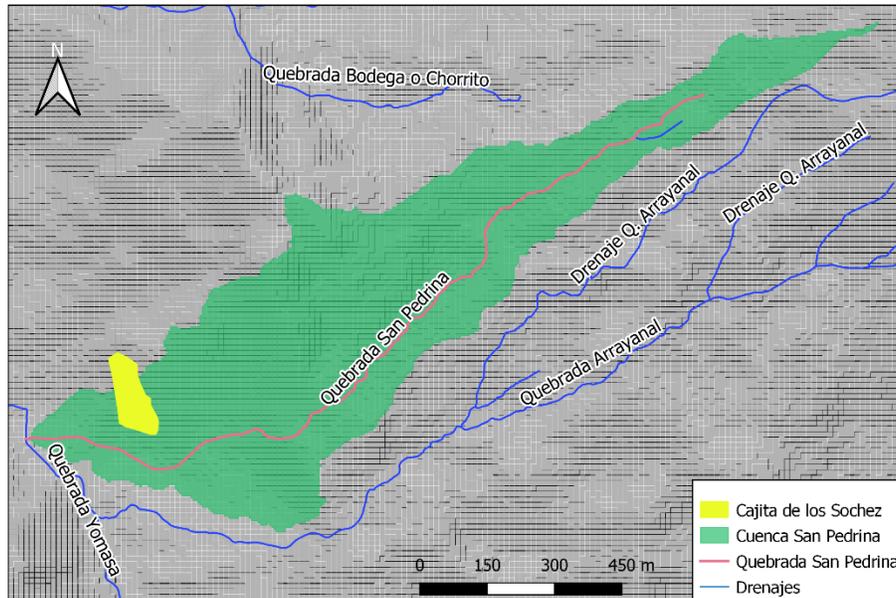


Figura 36. Cuencas hidrográficas y drenaje principal polígono Cajita de los Sochez.
 Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con lo expuesto en el capítulo de caracterización física de la cuenca para los sitios 1 y 2, se procede a determinar de igual forma parámetros morfométricos para los sitios 3 y 4 que pueden caracterizar posibles comportamientos en el escurrimiento en la cuenca. En la Tabla 5 se presentan los resultados de dichos cálculos.

Tabla 5 – Coeficiente de compacidad y factor de forma cuencas sitios 3 y 4.
 Fuente: Elaboración propia.

Sitio	Cuenca	Coeficiente de compacidad - Kc		Factor de forma de Horton - Hf	
3-Villa Juliana	Quebrada Piojo	1,89	Clase III	0,25	Alargada
4-Cajita de los Sochez	Cuenca San Pedrina	2,52	Clase III	0,14	Muy Alargada

11.4.2 ANÁLISIS CLIMÁTICO CON INFORMACIÓN DE ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS

11.4.2.1 INVENTARIO Y SELECCIÓN DE ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS

Al igual que en el análisis del sitio 1 y 2 descrito anteriormente, se realizó un inventario de las estaciones hidrometeorológicas operadas por por el Instituto de Hidrología,

Meteorología y Estudios Ambiental – IDEAM y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB-ESP en la zona a analizar.

Tabla 6 – Inventario estaciones meteorológicas Sitio 3 y 4
Fuente: Elaboración propia

Nº	Entidad	Código	Nombre Estación	Categ.	Elevación (m)	Fecha instalación	Estado
1	EAAB	2120204	Juan Rey	PG	2985	20/08/1990	Activa
2	IDEAM	21206650	Colegio San Cayetano	CO	3100	15/11/2001	Activa
3	IDEAM	21206640	San José	CO	2700	15/11/2001	Suspendida
4	IDEAM	21201240	Santa María de Usme	PM	2800	15/12/1977	Activa
5	IDEAM	35025050	Llano Largo	CO	2985	15/04/1986	Activa

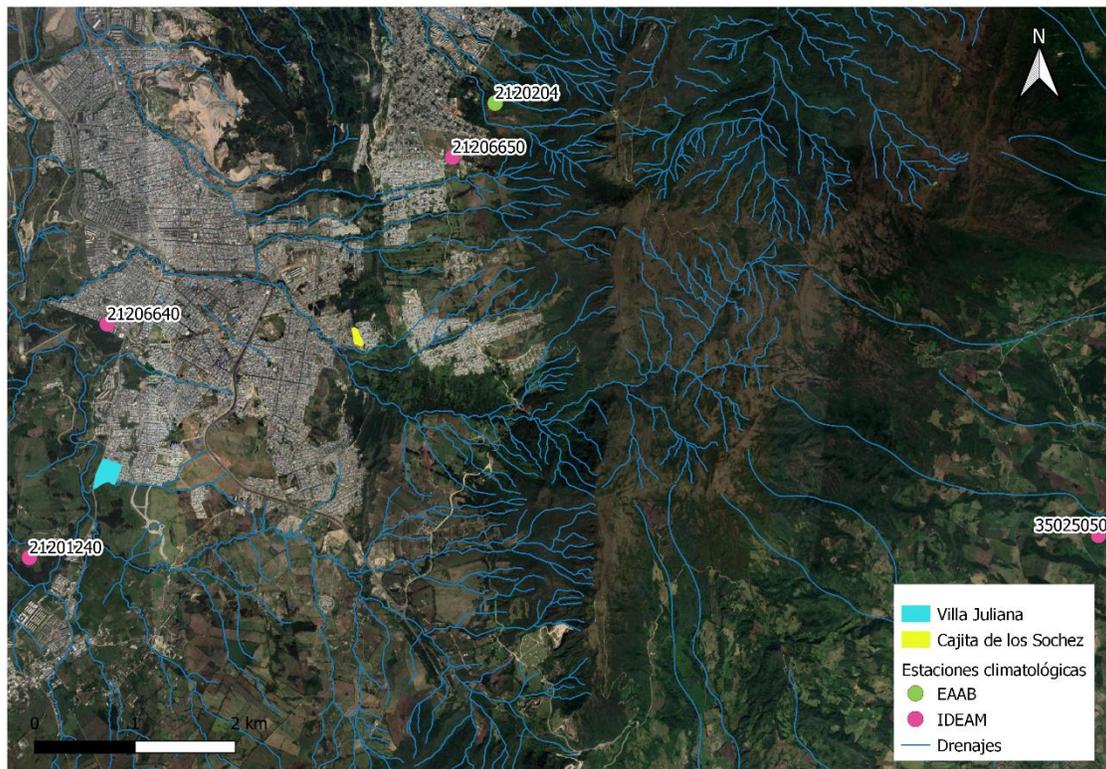


Figura 37. Inventario estaciones meteorológicas Sitio 3 y 4.
Fuente: Elaboración propia.

Aunque para el criterio de selección para el estudio era elegir estaciones cuyo periodo de registro de datos fuera de al menos 30 años, el cual se considera el criterio que debe existir para efectuar un análisis estadísticos tanto temporal como espacial de series de precipitación para que sea concluyente, según lo dispuesto por la Organización

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	 <p>DINAMICA S.A.</p>
<p>VERSIÓN 0</p>		

Meteorológica Mundial – OMM³, se realiza una excepción sólo con el fin de realizar el análisis de la precipitación en la zona, a excepción de los datos de la estación San José dado que sólo tiene 8 años de registros. Es importante aclarar que se establece que los análisis de los datos de la estación más cercana a los polígonos 3 y 4 son los que mejor representan el comportamiento de la precipitación por ser sitios puntuales y de menor extensión dentro de la ciudad de Bogotá. Es relevante mencionar que los drenajes que hacen parte de la cuenca donde se localiza los polígonos analizados no presentan estaciones limnimétricas o limnigráficas que permitan realizar un estimativo de caudal por medio de estos registros.

11.4.2.2 PRECIPITACIÓN

La caracterización de la precipitación se realiza a partir de los datos registrados por las estaciones climatológicas, pluviométricas y pluviográficas de la zona. Lo que se busca en el desarrollo de este numeral es caracterizar temporalmente el comportamiento de la precipitación de la zona y así identificar posibles regímenes de lluvia o comportamientos que sean representativos de las diferentes áreas de análisis. No se realiza específicamente la espacialización e los parámetros de precipitación media anual como los sitios 1 y 2 dado que como se comentó en anterior numeral, las estaciones que permiten realizar una triangulación adecuado dentro del polígono no tiene los registros suficientes y pertenecen algunos a áreas hidrográficas diferentes. Por lo cual, este análisis es más representativo por medio de los estudios climatológicos previamente mencionados como el hecho por Euscátegui en 2019⁴.

De acuerdo a las estaciones seleccionados para evaluar el comportamiento de la precipitación se pudo concluir que los sitios 3 y 4 tienen no tienen un régimen claro bimodal, de hecho en algunos casos tiende a ser monomodal, dado que como lo especifica Euscátegui (2019) en algunas estaciones del sector sur y suroriental del Distrito tiene influencia del régimen de la Orinoquía, presentándose en el mes de junio máximos volúmenes de lluvia, y *“...lo que difiere claramente del patrón bimodal observado en las zonas con tendencia a ciclo bimodal de los departamentos andinos, en donde los picos de lluvia son abril-mayo y octubre-noviembre”*.

Lo anterior se puede evidenciar en las gráficas de la Figura 38, los valores más altos de precipitación mensual se encuentran por el orden de los 140 mm especialmente en el mes de julio para las estaciones localizadas más al sector oriental. Sin embargo para estación Santa María de Usme se alcanza a distinguir patrones de régimen bimodal de lluvias, con menores valores de máximos siendo cercano a los 100 mm en el mes de abril. La estación Llano Largo refleja este régimen bimodal mencionado y aunque es otra área hidrográfica se abalizo con el fin de ver la tendencia de los datos en la zona.

³ Organización Meteorológica Mundial, OMM. 2018. Guía de prácticas meteorológicas.

⁴ Euscátegui, C. (2019). Caracterización climatológica de Bogotá, como un aporte al fortalecimiento de la red hidrometeorológica de Bogotá (RHB). Disponible en: <https://www.idiger.gov.co/documents/20182/558631/Caract+Climato%C3%B3gica+-+Bogot%C3%A1+%281%29.pdf/b5dbcea1-d291-40a0-8ee8-71ca322edcab>

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 74</p>
--	------------------------------------	--------------------

Por otra parte, la temporada de menos lluvias tiene valores cercanos a los 40 mm en la zona oriental y en la zona suroccidental de 20 mm. La estación que mejor representa el comportamiento de la precipitación en el sitios 3 es Santa Maria de Usme que tiene menores precipitaciones al inicio del año con valores por el orden de los 20 mm, y en el sitio 4 es la estación Colegio San Cayetano, en donde se tiene menores precipitaciones en el mes de septiembre con valores cercanos a los 40 mm.

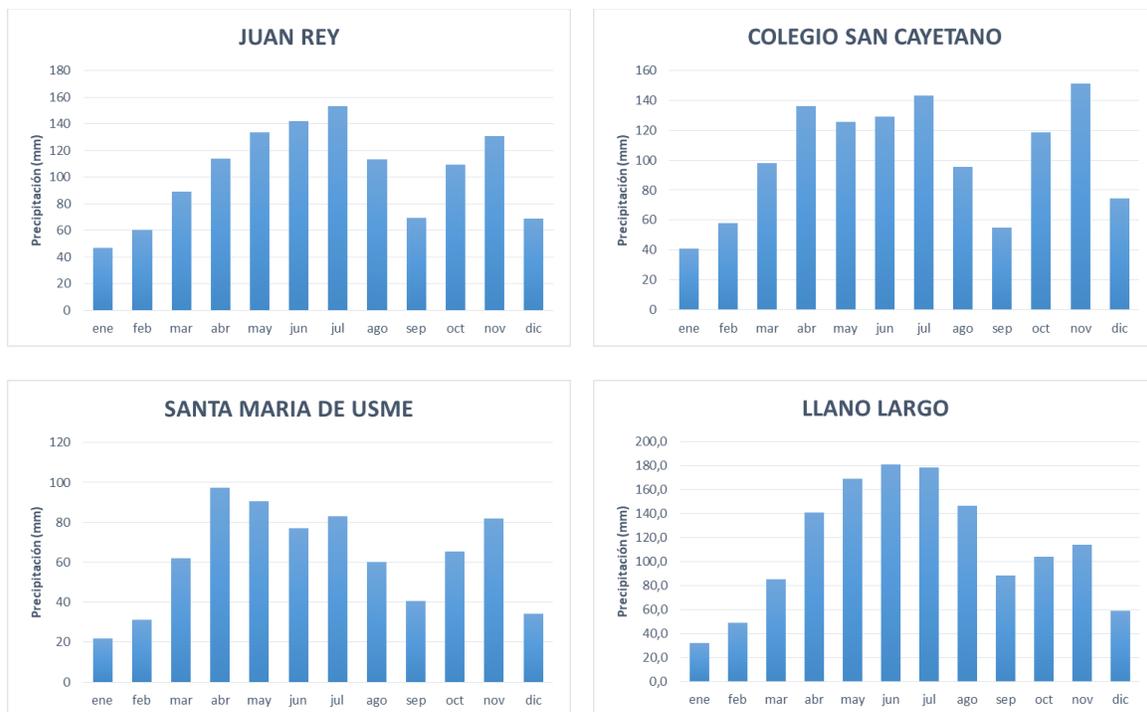


Figura 38. Promedio mensual anual de la precipitación sitios 3 y 4.
 Fuente: Elaboración propia.

La precipitación media anual varía para el sitio 3 tiene un valor aproximado de 750 mm/año y para el sitio 4 es de 1200 mm/año, teniendo precipitaciones con valores más altos en la oriental de la zona analizada.

11.4.2.3 TEMPERATURA

La estación climatológica más cercana a los sitios 1 y 2, con registros de temperatura no menor a 10 años para poder realizar análisis estadísticos según lo recomendado por la OMS es la estación Colegio San Cayetano (Código: 21206650) operada por el IDEAM. Del análisis de los datos aportados por la estación se pudo establecer que los valores promedios de temperatura máxima y mínima son de 16°C y 7°C respectivamente, cuyo comportamiento mensual se expone en la Figura 39.

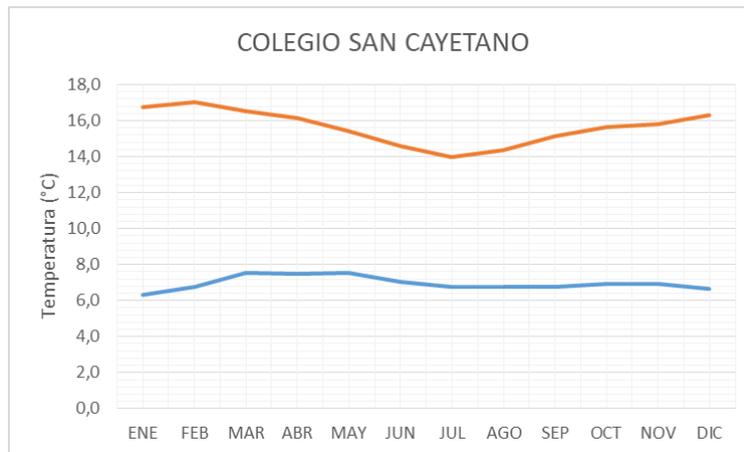


Figura 39. Temperatura máxima y mínima mensual promedio para sitios 3 y 4.

Fuente: Elaboración propia.

11.4.3 CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA (IDF)

Como se mencionó en el capítulo de curvas de Intensidad, Duración-Frecuencia, las curvas IDF para los polígonos analizados se establecieron de acuerdo al estudio de tormentas elaborado por INGETEC (2015)⁵, que estableció los parámetros de ajustes de las curvas para las estaciones de la EAAB-ESP.

En la Tabla 7 se resume los parámetros de ajuste para la ecuación de la curva IDF para la estación seleccionada dentro del análisis, además en la Figura 40 se presenta la Curva IDF para la estación Juan Rey aplicable para los sitios 3 y 4, y en la Tabla 8 los correspondientes valores de la misma.

Tabla 7 – Parámetros de ajuste para la ecuación de la curva IDF estación Juan Rey.

Fuente: INGETEC, 2015.

NOMBRE DE ESTACIÓN	CÓDIGO	c	e	f	m
JUAN REY	2120204	4877,9	1,20	81,5	0,230

⁵ INGETEC-EAAB. (2015). Estudio y revisión de las curvas IDF y del análisis espacial de las tormentas curvas PADF para la Sabana de Bogotá.

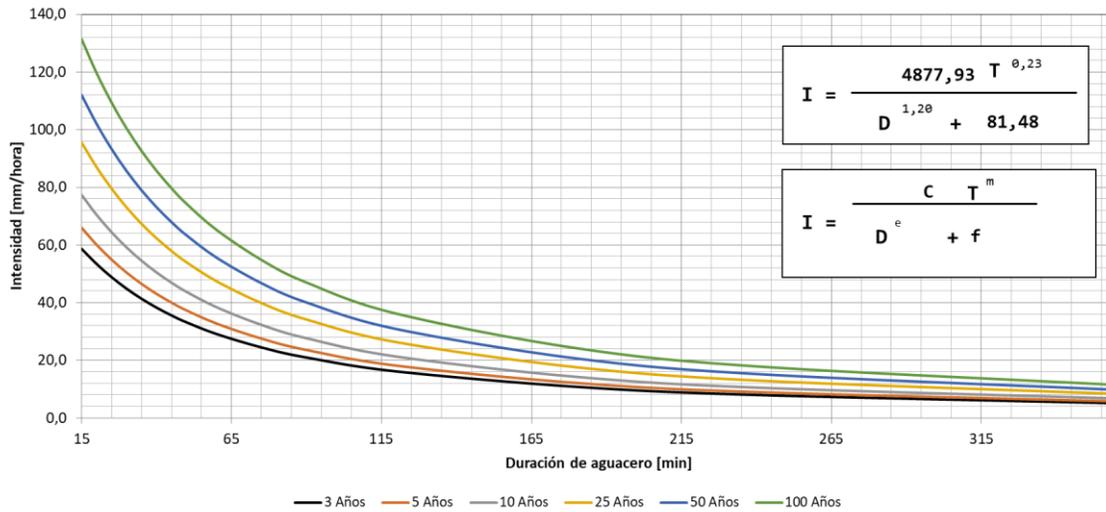


Figura 40. Curva IDF estación Juan Rey para sitios 3 y 4.
 Fuente: Modificado de INGETEC, 2015.

Tabla 8 – Valores curva IDF estación Juan Rey.
 Fuente: Modificado de INGETEC, 2015.

		Duración (min)																
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	90	120	180	240	360
Período de Retorno	3	71,1	64,6	58,7	53,4	48,9	44,9	41,4	38,3	35,6	33,2	29,1	24,5	21,0	16,2	10,8	8,0	5,1
	5	79,9	72,7	66,0	60,1	54,9	50,4	46,5	43,1	40,0	37,3	32,8	27,5	23,6	18,2	12,2	9,0	5,8
	10	93,7	85,2	77,4	70,5	64,4	59,2	54,5	50,5	46,9	43,8	38,4	32,3	27,7	21,3	14,3	10,5	6,8
	25	115,7	105,2	95,5	87,0	79,6	73,0	67,3	62,3	57,9	54,0	47,4	39,8	34,2	26,3	17,6	13,0	8,3
	50	135,7	123,4	112,0	102,0	93,3	85,7	79,0	73,1	67,9	63,3	55,6	46,7	40,1	30,8	20,7	15,3	9,8
	100	159,2	144,7	131,4	119,7	109,4	100,4	92,6	85,7	79,7	74,3	65,2	54,8	47,0	36,2	24,2	17,9	11,5



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
AMBIENTE
Instituto Distrital de Gestión de Riesgos
y Cambio Climático

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN
SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES
CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE
AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA
CONTRATO No 507 DE 2020



VERSIÓN 0

11.5 RED DE DRENAJE VILLA JULIANA

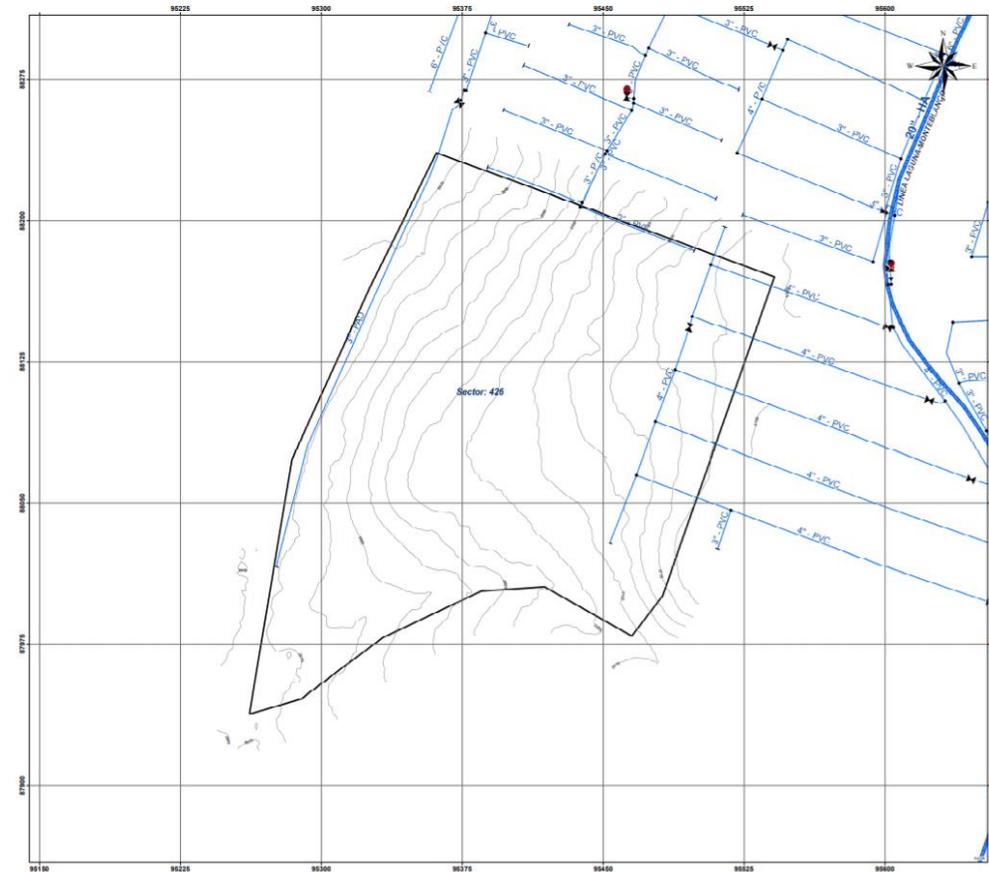


Figura 41. Red de acueducto y polígono.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
AMBIENTE
Instituto Distrital de Gestión de Riesgos
y Cambio Climático

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN
SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES
CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE
AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA
CONTRATO No 507 DE 2020



VERSIÓN 0

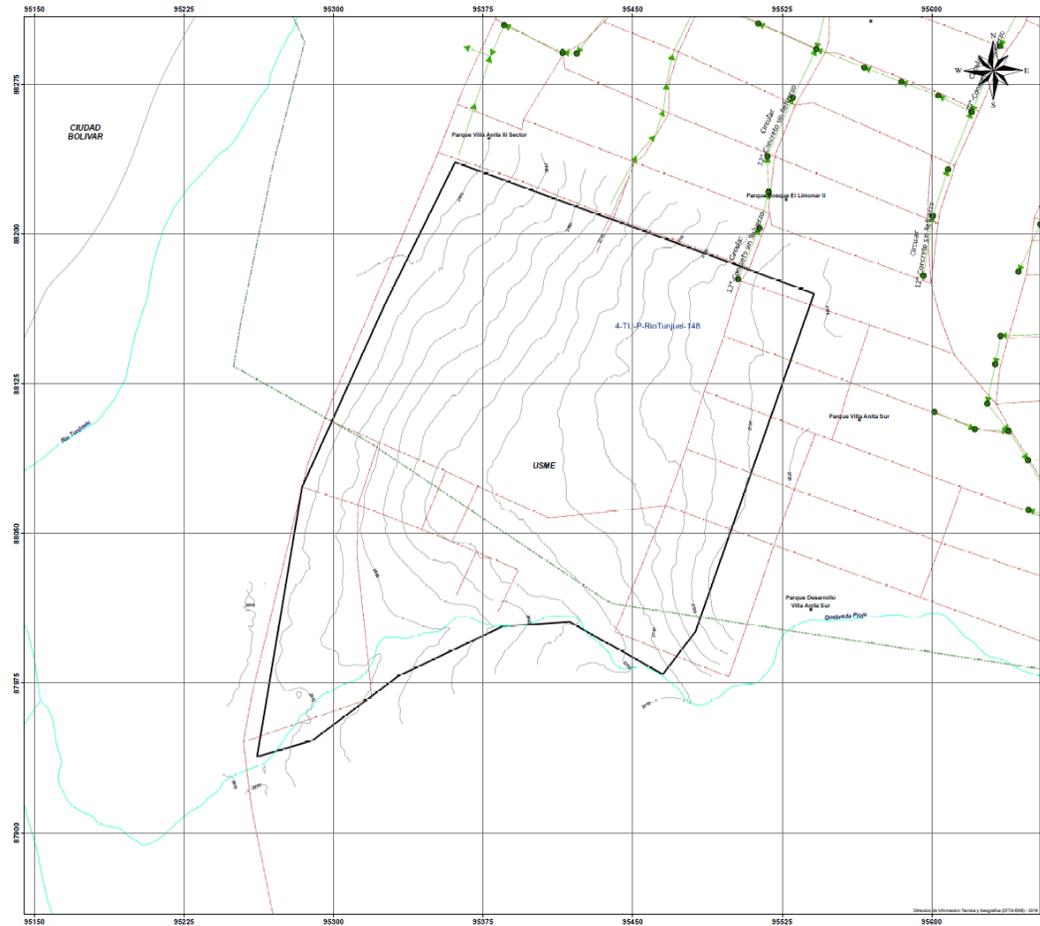


Figura 42. Red de alcantarillado pluvial y polígono.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
AMBIENTE
Instituto Distrital de Gestión de Riesgos
y Cambio Climático

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN
SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES
CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE
AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA
CONTRATO No 507 DE 2020



VERSIÓN 0

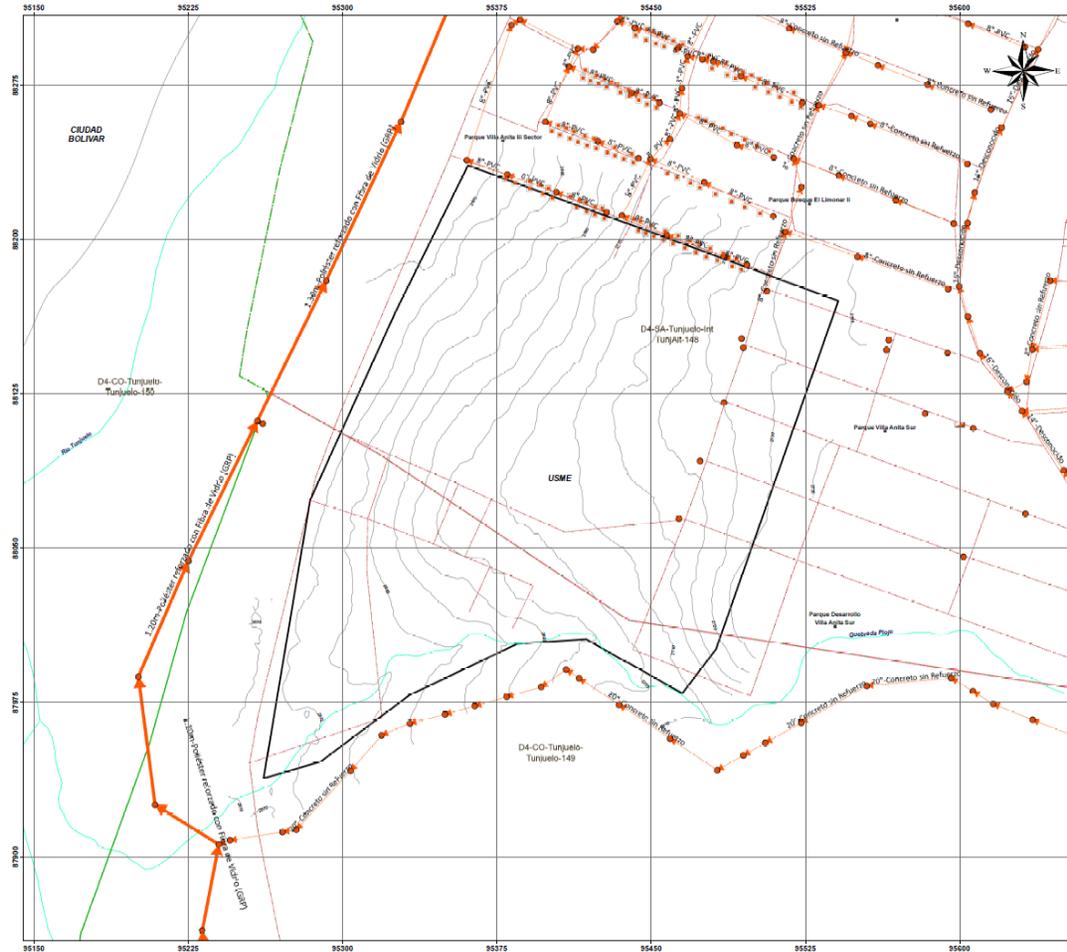


Figura 43. Red de alcantarillado sanitario y polígono.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
AMBIENTE
Instituto Distrital de Gestión de Riesgos
y Cambio Climático

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN
SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES
CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE
AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA
CONTRATO No 507 DE 2020



VERSIÓN 0

11.6 RED DE DRENAJE VILLA JULIANA

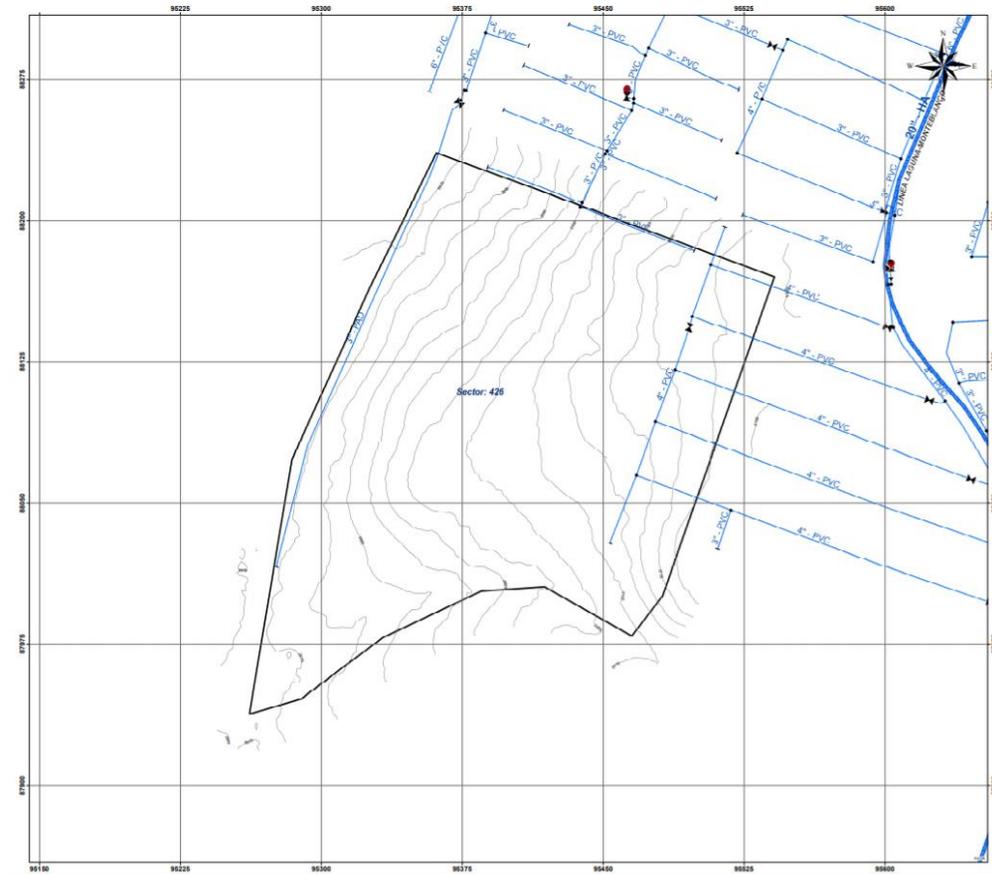


Figura 44. Red de acueducto y polígono.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
AMBIENTE
Instituto Distrital de Gestión de Riesgos
y Cambio Climático

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN
SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES
CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE
AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA
CONTRATO No 507 DE 2020



VERSIÓN 0

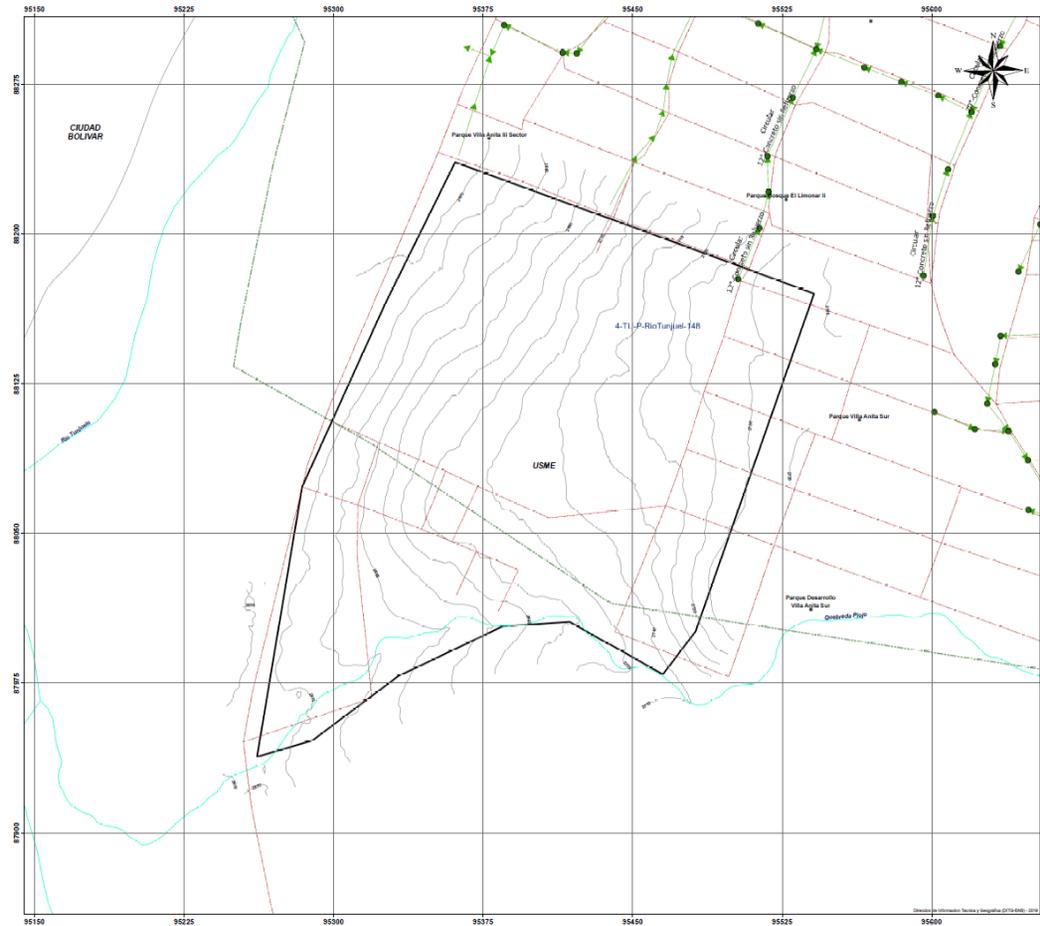


Figura 45. Red de alcantarillado pluvial y polígono.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
AMBIENTE
Instituto Distrital de Gestión de Riesgos
y Cambio Climático

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN
SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES
CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE
AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA
CONTRATO No 507 DE 2020



VERSIÓN 0

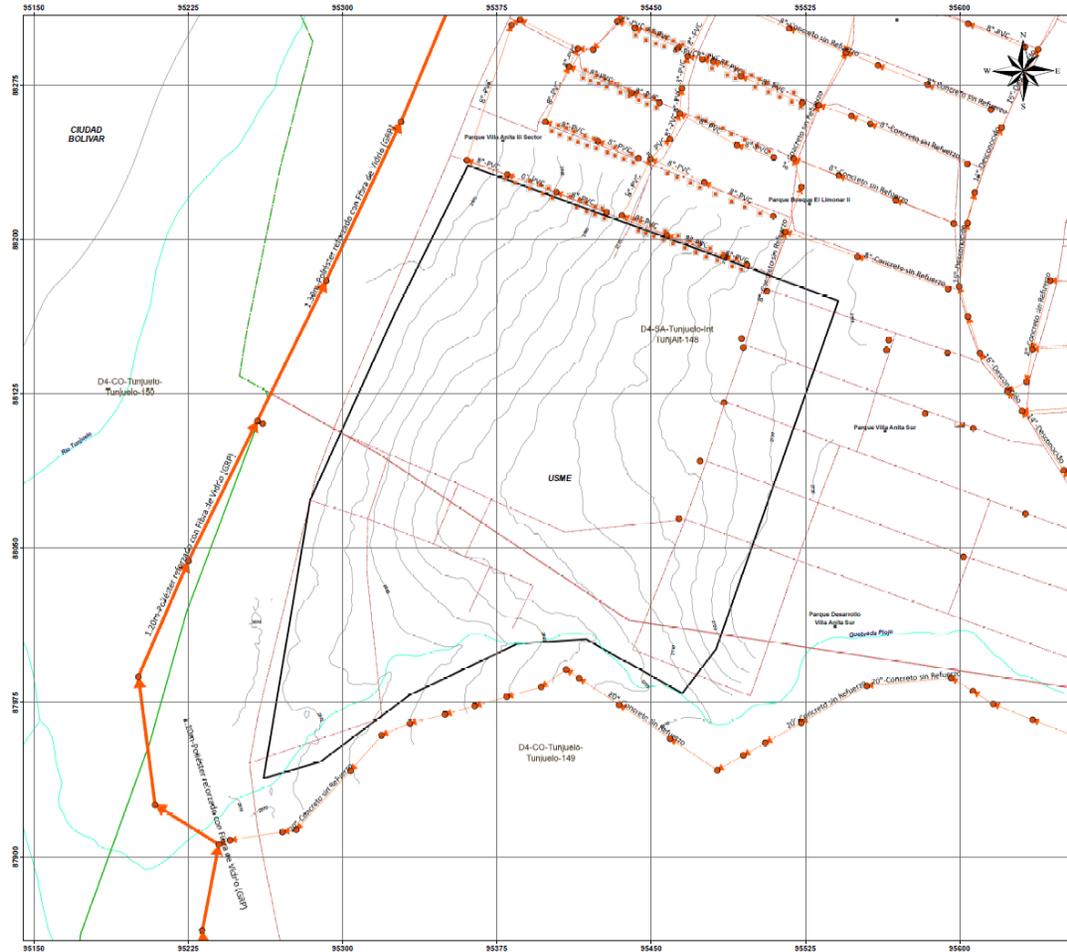


Figura 46. Red de alcantarillado sanitario y polígono.

11.7 EVALUACIÓN DEL DRENAJE SUPERFICIAL, ANÁLISIS MULTITEMPORAL VILLA JULIANA

Para realizar el análisis multitemporal se combinaron un juego de fotografías aéreas, una imagen de satélite y una ortofoto; las fotografías corresponden al vuelo C-1728, en escala 1:29.000 de enero de 1977, fotos 252 y 253; Una imagen de satélite del año 2015 y una ortofoto del año 2021, tomada para el desarrollo del presente trabajo.

Las fotografías aéreas en formato digital se interpretaron individualmente y luego se llevaron a una escala cercana con el objeto de establecer los cambios que se presentaron en el sector cercano al predio en relación con los procesos morfodinámicos.

En las fotografías aéreas del año 1977 se observa una red de drenaje poco densa, bien integrada, de forma subangular a subparalela, se observa que la zona estaba relativamente aislada, el sector estaba destinado para uso pecuario, se observa en las fotos que el predio está cubierto por pastos, es notoria la ausencia de árboles, solamente se observa una escasa vegetación arbustiva en la ronda de la quebrada El piojo y cerca al cauce del río Tunjuelo.

Tabla 9 – Planchas del IGAC, en la zona de estudio.

Plancha	Año
F – 14	1977
F – 14	2015
F – 4	2021

* Escala 1:2.000



Figura 47. Fotografía aérea IGAC año 1955. Esc. 1:4000 con drenaje en azul.

Las condiciones se mantienen para la imagen de 2015, la fuerte urbanización inicia hacia 2019 sin embargo no se interviene más allá de la quebrada el piojo



Figura 48. Orthofoto 2021 con drenaje en azul.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	 <p>DINAMICA S.A.</p>
<p>VERSIÓN 1</p>		

11.8 CONDICIONES DE AGUA SUPERFICIAL Y SUB SUB-SUPERFICIAL (HIDROGEOLOGIA) VILLA JULIANA Y CAJITA DE LOS SOCHES

11.8.1 CONDICIONES TOPOGRÁFICAS

El Predio denominado Villa Juliana se ubica en el sector Sureste de Bogotá en una ladera, en la localidad de Usme, la totalidad de la zona estudiada está recubierta por un depósito reciente de origen fluvio-torrencial, perteneciente a la Formación Marichuela, que reposa discordantemente sobre la Formación Usme, en el sector occidental del predio en la parte baja se observa un depósito de aluvión reciente

El Predio Cajita de Soches se ubica en el sector Sureste de Bogotá en una ladera, en la localidad de Usme, en la mayor parte del polígono evaluado aflora la Formación Usme, reposando en forma discordante sobre esta unidad se presentan un depósito de coluvión de edad reciente, y un depósito antrópico

11.8.2 CONDICIONES DE USO ACTUAL

El polígono evaluado está destinado fundamentalmente a la vivienda urbana, la mayor parte se encuentra urbanizado desde hace poco tiempo.

11.8.3 CONSIDERACIONES HIDROGEOLÓGICAS DE LA TEXTURA DE LOS MATERIALES

Uno de los objetivos primordiales de un estudio hidrogeológico es determinar y cuantificar en lo posible la capacidad de las unidades geológicas presentes en un área para almacenar y transmitir agua subterránea; para la caracterización de las unidades hidrogeológicas se recurrió a información litológica de cada una de las unidades geológicas presentes en el predio evaluado y los resultados de las sondeos exploratorios realizados.

En general se identifican como acuíferos, a las unidades geológicas que permiten el almacenamiento y la transmisión de agua subterránea; acuitados a las unidades geológicas que pueden almacenar agua, pero que la transmiten muy lentamente en comparación con los acuíferos, y acuíclados a las unidades geológicas que no permiten el almacenamiento, ni la transmisión de agua subterránea y se consideran impermeables

11.8.4 EVALUACIÓN HIDROGEOLÓGICA

Para la realización de las consideraciones hidrogeológicas se tuvo en cuenta la geología, la exploración del subsuelo, hidrología y comportamiento climático del sector. El área de estudio se ubica en una ladera, que se encuentra inclinada hacia el NW, el agua lluvia que cae en el predio es evacuada fácilmente debido a las condiciones morfológicas presentes,

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 87</p>
--	------------------------------------	--------------------

fluye pendiente abajo, se encauza por el sistema de drenaje que evacua fácilmente el agua y la lleva hacia el occidente

El predio evaluado presenta un clima frío, con temperatura promedio de 12.6 °C, la precipitación media anual es de 1093 mm, en relación con la infiltración de agua lluvia se puede afirmar que corresponde a un valor bajo, dado que gran parte del área se encuentra ocupada por construcciones y vías de acceso, que conforman zonas impermeables, donde se presentará escorrentía del agua lluvia.

La Formación Arenisca de labor Tierna y Marichuela presente en el subsuelo, integrada por una secuencia de areniscas cuarzosas de grano fino a medio, se comporta en el subsuelo como un acuífero, adicionalmente a la permeabilidad primaria hay que adicionarle una permeabilidad secundaria por fracturamiento.

El suelo residual arcilloso se comporta como un acuitardo, debido a su composición arcillosa. El depósito de pendiente, integrado por fragmentos a bloques de arenisca en matriz areno arcillosa y niveles de arenas y limos, se comporta como un acuífero pobre.

El depósito antrópico integrado por materiales arcillosos mezclados con desechos de construcción se comporta como un acuitardo.

11.8.5 POSICIONES DE NIVELES DE AGUA O FACTORES RU (PRESIÓN DE POROS) EN CONDICIONES NORMALES.

En las exploraciones realizadas se encontró la presencia de nivel freático, que indique la presencia de saturación de agua subterránea en alguna de las unidades presentes en el subsuelo.

Dado que se encontró nivel freático por definición el parámetro de presión de poros en condiciones normales es igual a 0.5.

Tabla 10 – Villa Juliana.

SONDEO	NIVEL FREÁTICO.
1	26-02-2021 17:00 NIVEL FREÁTICO 6,3 m 27-02-2021 14:00 NIVEL FREÁTICO 7,3 m
2	01-03-2021 17:00 NIVEL FREÁTICO 2,80 m 02-03-2021 17:00 NIVEL FREÁTICO 5,40 m
3	28-02-2021 17:00 NIVEL FREÁTICO 3,50 m 01-03-2021 17:00 NIVEL FREÁTICO 4,40 m
4	NO SE ENCONTRÓ NIVEL FREÁTICO.
5	03-03-2021 17:00 NIVEL FREÁTICO 3,00 m 04-03-2021 7:00 NIVEL FREÁTICO 3,10 m
6	NO SE ENCONTRÓ NIVEL FREÁTICO.

7	NO SE ENCONTRÓ NIVEL FREÁTICO.
---	--------------------------------

11.8.6 POSICIONES DE NIVELES DE AGUA O FACTORES RU (PRESIÓN DE POROS) EN CONDICIONES EXTREMAS.

En condiciones de lluvias críticas, la lluvia será fácilmente evacuada debido a las condiciones morfológicas de la ladera y no podrá acumularse en las unidades presentes en el subsuelo debido a su condición impermeable.

Dado que no se encontró nivel freático, por definición el parámetro de presión de poros es cero o menor de cero si se tienen presiones de poros negativas. Sin embargo, en los depósitos superficiales de hasta 0.9 m de espesor se observó una humedad alta, lo que implica lluvias extremas en muchos años, por lo cual se consideraron como saturados y se obtuvo un parámetro de presión de poros de 0.65. (9.8KN/m²/15KN/2).

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	 <p>DINAMICA S.A.</p>
<p>VERSIÓN 1</p>		

12 ESTUDIO GEOTÉCNICO SITIO 3 VILLA JULIANA

12.1 ANTECEDENTES

12.1.1 ESTUDIOS TÉCNICOS Y DISEÑO PARA OBRAS DE MITIGACIÓN IDENTIFICADAS EN PUNTOS CRÍTICOS CON PROBLEMAS DE INUNDACIÓN, DESLIZAMIENTO Y REMOCIÓN EN MASA EN LA LOCALIDAD DE USME. CONTRATO No. 279 – FDLU – 2017. CYDG- 881. ABRIL 2018. INGENIERÍA C&D S.A.S.

El estudio es realizado en el marco del Contrato No. 279 suscrito entre EL FONDO DE DESARROLLO LOCAL DE USME E INGENIERÍA CONSTRUCCIONES Y DISEÑOS S.A.S, con el objeto de Realizar la Consultoría, estudios técnicos, diseño de obras de mitigación identificadas en los puntos críticos con problemas de inundación, deslizamiento y remoción en masa que mejoren el entorno de los barrios y la calidad de vida de los habitantes de la localidad. De esta manera dentro de los sitios en estudio se encuentra el barrio Villa Anita de la localidad de Usme.

La zona de estudio se encuentra localizada en el barrio Villa Anita en el parque el Bolsillo entre carrera 9ª y carrera 10 y calle 114 bis sur y calle 114 sur.

De acuerdo con el estudio se mencionan como antecedentes de procesos de remoción en masa lo siguiente “...se encontraron evidencias de pendientes altas de ladera, sistemas de contención existentes, movimientos de masa tipo flujo de los materiales depositados en zonas bajas de la laderas a causa de inestabilidad de las mismas, filtraciones de agua en estructuras cercanas, amenazas de riesgo alta a causa de estructuras construidas sobre terrenos con riesgo de remoción en masa, desprendimientos de fragmentos rocosos que afloran en algunas zonas y en general un manejo inadecuado de aguas en las diferentes obras contención observadas.”.

Para el sector de Villa Anita el estudio indica como factores contribuyentes a la inestabilidad del terreno lo siguiente:

- Desmonte de la vegetación, (para ganado y urbanismo)
- Cortes verticales sobre la ladera para construcción de viviendas
- Disposición inadecuada de material residual de las construcciones y explanaciones de las viviendas (estos materiales son denominado rellenos).
- Composición de los materiales in situ (conglomerados poco litificados –baja resistencia inicial)
- Pendiente de ladera, Villa Anita III sector se ubica en una ladera larga de pendiente fuerte lo que favorece un movimiento en mas
- Inadecuado manejo de las aguas de escorrentía y negras

“En el sector de Villa Anita, los movimientos en masa se han dado en temporadas invernales (aumento de la precipitación) fuertes, la lluvia se filtra por los sectores desprovistos de

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 90</p>
--	------------------------------------	--------------------

vegetación, saturando los rellenos y el horizonte superficial de la unidad estratigráfica (Strc1), cambiando las condiciones y generando una superficie de falla. La masa se desplazó cuando alcanzó la tensión tangencial máxima y se movilizó ladera abajo debido al alta pendiente de la misma.”

De igual manera menciona “Los deslizamientos presentes han afectado directamente viviendas, algunas ya fueron evacuadas, sin verse comprometidas vidas humanas. Otras presentan alta humedad en sus taludes de corte causada por la filtración las aguas en vertimientos.”

En las zonas aledañas al talud actual, se encuentran varias viviendas que pueden verse afectadas por los deslizamientos de fragmentos de roca o del suelo en general. Adicional a que en el área de estudio se encuentra el “Parque de Bolsillo” convirtiéndose en una zona peatonal de alto tránsito, por lo cual se debe garantizar la estabilidad adecuada que genere seguridad en la comunidad y las obras civiles aledañas. Las medidas de contingencia se determinarán una vez se avance en los estudios y se identifiquen las amenazas definitivas de la zona.



Figura 49. Parque de bolsillo con evidencias de erosión por escorrentía y la presencia de un bloque de roca expuesto a caída en caso del avance en la erosión en la base del talud.

Fuente: INGENIERÍA C&D S.A.S. (2018).

El estudio de INGENIERÍA C&D S.A.S. (2018) ejecutó nueve (9) perforaciones de 15 m de profundidad cada una, y cinco (5) apiques de 1.5 m de profundidad.

Tabla 11 – Localización de perforaciones.

Perforación	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
P1	4°29'20.73" N	74°7'5.54" W
P2	4°29'21.24" N	74°7'7.11" W
P3	4°29'22.21" N	74°7'8.01" W
P4	4°29'20.06" N	74°7'6.65" W
P5	4°29'20.24" N	74°7'8.13" W
P6	4°29'21.26" N	74°7'9.17" W
P7	4°29'16.87" N	74°7'4.38" W

Fuente: INGENIERÍA C&D S.A.S. (2018)

Tabla 12 – Localización de apiques.

Apique	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
AP1	4°29'20.00" N	74°7'5.70" W
AP2	4°29'21.35" N	74°7'7.21" W
AP3	4°29'21.06" N	74°7'5.49" W
AP4	4°29'19.80" N	74°7'6.60" W
AP5	4°29'19.60" N	74°7'7.90" W

Fuente: INGENIERÍA C&D S.A.S. (2018)

Tabla 13 – Localización de trincheras.

Trinchera	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
Inicial	4°29'20.83" N	74°7'5.42" W
Final	4°29'20.90" N	74°7'5.58" W

Fuente: INGENIERÍA C&D S.A.S. (2018)

Tabla 14 – Localización de líneas de refracción sísmica.

Línea de refracción sísmica	Punto	Coordenadas	
		Latitud	Longitud
1	Inicio	4°29'21.03" N	74°7'5.81" W
	Fin	4°29'21.64" N	74°7'7.34" W
2	Inicio	4°29'20.41" N	74°7'7.56" W
	Fin	4°29'21.03" N	74°7'9.09" W
3	Inicio	4°29'21.16" N	74°7'5.00" W

	Fin	4°29'19.43" N	74°7'5.58" W
--	-----	---------------	--------------

Fuente: INGENIERÍA C&D S.A.S. (2018).

Resultados de exploración del subsuelo

De acuerdo con el estudio realizado por INGENIERÍA C&D S.A.S. (2018) los perfiles estratigráficos que se obtuvieron de la exploración del subsuelo se resumen a continuación:

Tabla 15 – Perforación P1.

Profundidad (m)	Descripción
0.0 – 1.50	Relleno de tierra varias
1.50 – 3.50	Grava arcillosa con arena color gris de densidad muy compacta
3.50 – 5.50	Arcillolita color amarillo
5.50 – 6.00	Grava limo arcillosa con arena color amarillo de densidad muy compacta
6.00 – 11.50	Grava arcillosa color amarillo de densidad muy compacta
11.50 – 11.80	Arenisca color amarillo
11.80 – 13.50	Grava arcillosa color amarillo
13.50 -15.15	Arenisca color gris

Tabla 16 – Perforación P2.

Profundidad (m)	Descripción
0.0 – 0.50	Relleno con arcilla y grava
0.50 – 1.00	Capa vegetal
1.00 – 1.50	Grava arcillosa con arena color café de densidad media
1.50 – 6.50	Arcillolita color gris
6.50 – 7.00	Arenisca color amarillo
7.00 – 10.50	Arcillolita color amarillo
10.50 – 12.00	Limolita color rojo
12.00 -15.00	Arenisca color gris

Tabla 17 – Perforación P3.

Profundidad (m)	Descripción
0.0 – 0.50	Capa vegetal
0.50 – 1.00	Arena arcillosa color café de densidad media
1.00 – 1.50	Arena arcillosa con grava color café de densidad media
1.50 – 10.50	Arcillolita color café
10.50 – 15.00	Arcillolita color amarillo

Tabla 18 – Perforación P4.

Profundidad (m)	Descripción
0.0 – 1.50	Relleno con arcilla arenosa y grava
1.50 – 2.00	arena color amarillo de consistencia muy dura
2.00 – 5.00	Arenisca color gris

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	 <p>DINAMICA S.A.</p>
<p>VERSIÓN 1</p>		

5.00 – 7.00	Arcillolita color amarillo, fragmentos de roca en matriz areno arcillosa color gris
7.00 – 7.50	Grava arcillosa con arena color gris de densidad media
7.50 – 11.50	Arcillolita color rojo
11.50 – 15.00	Fragmentos de roca en matriz arcillo arenosa color amarillo

Tabla 19 – Perforación P5.

Profundidad (m)	Descripción
0.0 – 0.50	Relleno
0.50 – 1.50	Arcilla color café de consistencia dura
1.50 – 3.50	Grava con arena color café de densidad muy compacta
3.50 – 5.00	Fragmentos de roca en matriz arcillosa con grava color
5.00 – 7.50	Grava arcillosa con arena color café de densidad muy compacta
7.50 – 11.50	Arenisca color café
11.50 – 15.00	Fragmentos de roca en matriz arcillosa color café

Tabla 20 – Perforación P6.

Profundidad (m)	Descripción
0.0 – 1.00	Capa vegetal con grava
1.00 – 3.00	Arcillolita color amarillo
3.00 – 3.50	Arcillolita color café
3.50 – 5.50	Arenisca color gris
5.50 – 7.00	Arcillolita color café
7.50 – 11.50	Arcillolita variando su color de amarillo a gris
11.50 – 14.50	Limolita color café
14.50 – 15.00	Limolita color rojo

Tabla 21 – Perforación P7.

Profundidad (m)	Descripción
0.0 – 1.00	Relleno
1.00 – 1.50	Arcilla con arena color café de consistencia muy dura
1.50 – 5.50	Arcillolita color café
5.50 – 7.50	Arcillolita color gris
7.50 – 9.50	Arcillolita color café
9.50 – 11.00	Fragmentos de roca en matriz arcillosa color café
11.00 – 15.00	Grava arcillosa con arena color café de densidad muy compacta

Nivel freático

El informe indica que en las perforaciones P1 a P4 se detectó el nivel freático entre 4.5 a 15 m de profundidad, mientras que en los sondeos P5 a P7 no se encontró el nivel de agua.

AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A	CONTRATO 507 DE 2020	Página 94
-----------------------------------	-----------------------------	-------------

Tabla 22 – Resultados de ensayos de laboratorio.

Perforación	No. de Muestra	Profundidad (m)	Humedad (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	U.C.S.C
P1	3	1.50-2.00	10.82	NA	NA	NA	GC
P1	5	3.50-4.00	20.09	40	16	24	CL
P1	6	5.50-6.00	9.32	19	13	6	GC-GM
P1	7	6.00-7.50	17.65	58	20	38	GC
P1	9	8.00-9.50	12.47	84	19	65	CH
P1	10	9.50-10.00	15.17	61	14	47	CH
P1	11	11.50-11.80	12.09	NL	NP	NA	SC
P1	12	11.80-13.50	9.52	NA	NA	NA	GC
P1	13	13.50-14.00	11.74	27	12	15	SC
P1	14	15.00-15.15	14.49	NA	NA	NA	SC
P2	3	1.00-1.50	13.89	NA	NA	NA	GC
P2	4	1.50-2.00	25.50	68	22	46	CH
P2	8	4.50-5.00	23.26	37	14	23	CL
P2	10	6.50-7.00	13.24	32	13	19	SC
P2	11	7.00-8.50	20.21	46	15	31	CL
P2	12	8.50-9.00	19.08	58	18	40	CH
P2	14	10.50-10.65	12.67	NL	NP	NA	ML
P2	16	14.50-15.00	14.90	29	13	16	SC
P3	2	0.50-1.00	11.89	49	20	29	SC
P3	3	1.00-1.50	10.74	NL	NP	NA	SC
P3	4	1.50-2.00	16.93	34	16	18	CL
P3	6	2.50-3.00	8.44	29	13	16	CL
P3	8	4.50-5.00	16.31	30	15	15	CL
P3	10	6.50-7.00	17.50	41	18	23	CL
P3	13	9.00-10.50	18.91	62	19	43	CH
P3	14	10.50-11.00	15.76	52	15	37	CH

P3	15	12.50-13.00	25.49	44	19	25	CL
P3	17	14.50-15.00	20.62	49	17	32	CL
P4	1	0.00-0.50	12.22	52	17	35	CH
P4	3	1.00-1.50	18.82	35	18	17	CL
P4	4	1.50-2.00	20.13	77	24	53	CH
P4	6	3.50-5.00	12.63	33	14	19	SC
P4	7	5.00-5.50	18.83	62	12	50	CH
P4	8	5.50-7.00	3.16	NA	NA	NA	
P4	9	7.00-7.50	18.38	68	19	49	GC
P4	10	7.50-9.00	22.88	75	20	55	CH
P4	11	9.50-11.00	13.18	25	11	14	CL
P4	12	11.00-11.50	13.50	53	15	38	CH
P4	13	11.50-13.00	5.49	NA	NA	NA	
P4	14	13.00-13.30	12.31	NA	NA	NA	SC
P4	15	13.30-15.00	1.08	NA	NA	NA	
P5	1	0.00-0.50	12.14	37	17	20	SC
P5	3	1.00-1.50	19.82	73	28	45	CH
P5	4	1.50-3.00	8.12	NA	NA	NA	GW
P5	5	3.00-3.50	6.02	NA	NA	NA	GW
P5	6	3.50-5.00	3.03	NA	NA	NA	
P5	7	5.00-5.50	10.37	NA	NA	NA	GC
P5	8	7.00-7.50	10.53	NL	NP	NA	GC
P5	9	7.50-9.00	13.26	NL	NP	NA	SC
P5	10	9.00-9.15	11.20	NL	NP	NA	GW-GC
P5	11	9.15-11.00	11.84	NL	NP	NA	SC
P6	3	1.00-1.50	16.50	64	21	43	CH
P6	5	3.00-3.50	21.51	54	18	36	CH
P6	7	5.00-5.50	16.48	49	17	32	SC
P6	10	7.50-9.00	29.23	68	18	50	CH
P6	12	9.50-11.00	28.96	66	18	48	CH
P6	13	11.00-11.50	27.52	68	20	48	CH
P6	15	14.50-15.00	19.65	NL	NP	NA	ML

P7	3	1.00-1.50	14.62	40	16	24	CL
P7	5	3.50-5.00	17.36	41	14	27	CL
P7	8	7.00-7.50	17.60	48	15	33	CL
P7	11	9.50-11.00	6.07	NA	NA	NA	
P7	14	13.00-13.50	15.22	58	18	40	GC
P7	16	15.00-15.50	15.60	NA	NA	NA	GC

LL: Límite líquido (%)

LP: Límite plástico (%)

IP: Índice de plasticidad (%)

USCS: Clasificación unificada de suelos

Fuente: INGENIERÍA C&D S.A.S. (2018).

Tabla 23 – Resultados de ensayos de peso unitario húmedo y seco.

Perforación	No. de Muestra	Profundidad (m)	Humedad (%)	Peso unitario húmedo (ton/m ³)	Peso unitario seco (ton/m ³)
P1	10	9.50-10.00	15.2	1.991	1.729
P2	12	8.50-9.00	19.1	2.133	1.792
P3	6	2.50-3.00	8.4	2.030	1.872
P4	7	5.00-5.50	18.8	1.939	1.632
P5	3	1.00-1.50	19.8	1.967	1.641
P6	5	3.00-3.50	21.5	2.005	1.650
P7	3	1.00-1.50	14.6	2.090	1.824

Tabla 24 – Resultado de ensayo de carga puntual.

Perforación	No. de Muestra	Profundidad (m)	Is (kg/cm ²)
P4	5	2.0-3.50	72.15

Tabla 25 – Resultado de ensayo de corte directo.

Perforación	No. de Muestra	Profundidad (m)	Cohesión (ton/m ²)	Angulo de fricción
Trinchera	2	3.00-4.50	9.6	15.98

Tabla 26 – Resultados de ensayo de consolidación.

Perforación	No. de Muestra	Profundidad (m)	Cc	Cr	e0
Trinchera	1	0.00-1.50	0.12	0.02	0.47
Trinchera	2	3.00-4.50	0.13	0.02	0.42

Resultados de líneas de refracción sísmica

Línea de refracción sísmica 1

Para esta línea se obtuvieron tres capas la primera con velocidad de onda longitudinal de 220 m/s, la segunda con V_p de 552 m/s, y la tercera con V_p de 796 m/s. En cuanto a la velocidad de onda de corte V_s se presenta variación entre 206 a 525 m/s, siendo el valor de V_s promedio para los primeros 30 m de profundidad igual a 398 m/s, lo cual clasifica el perfil de suelo como tipo C de acuerdo con la NSR-10.

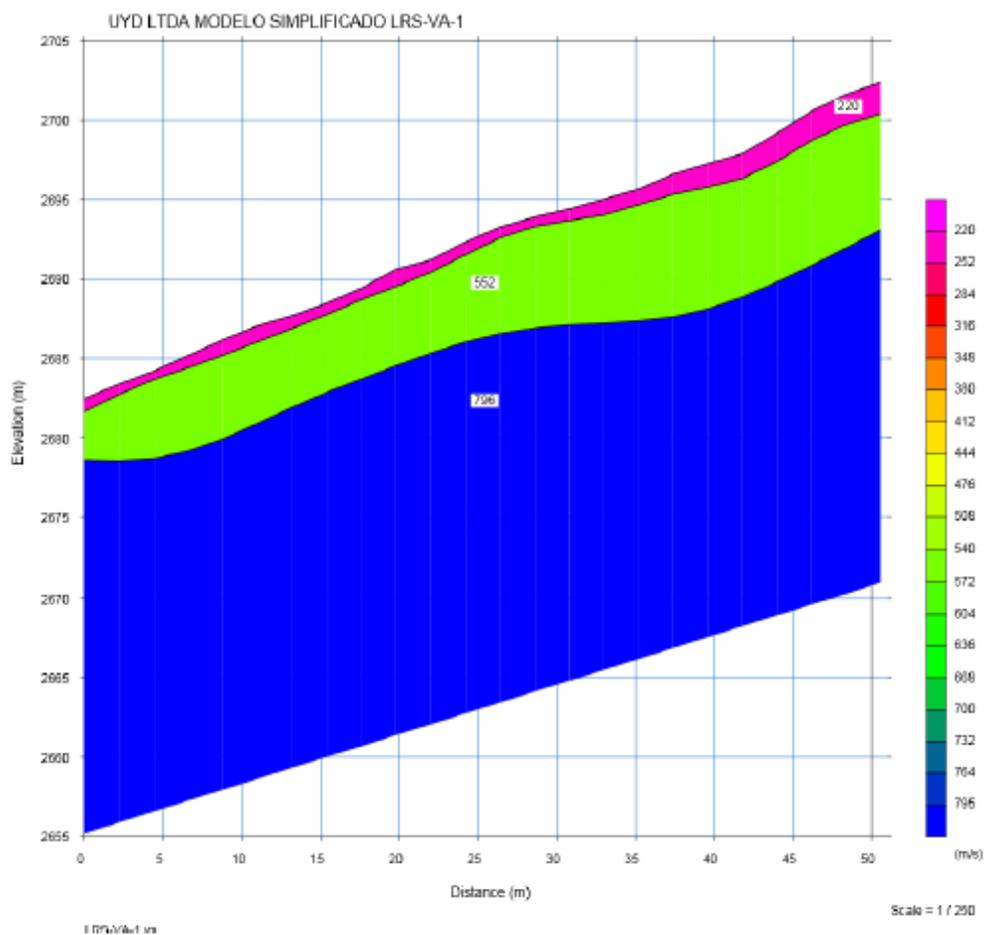


Figura 50. Velocidad de onda P Línea de refracción sísmica 1.

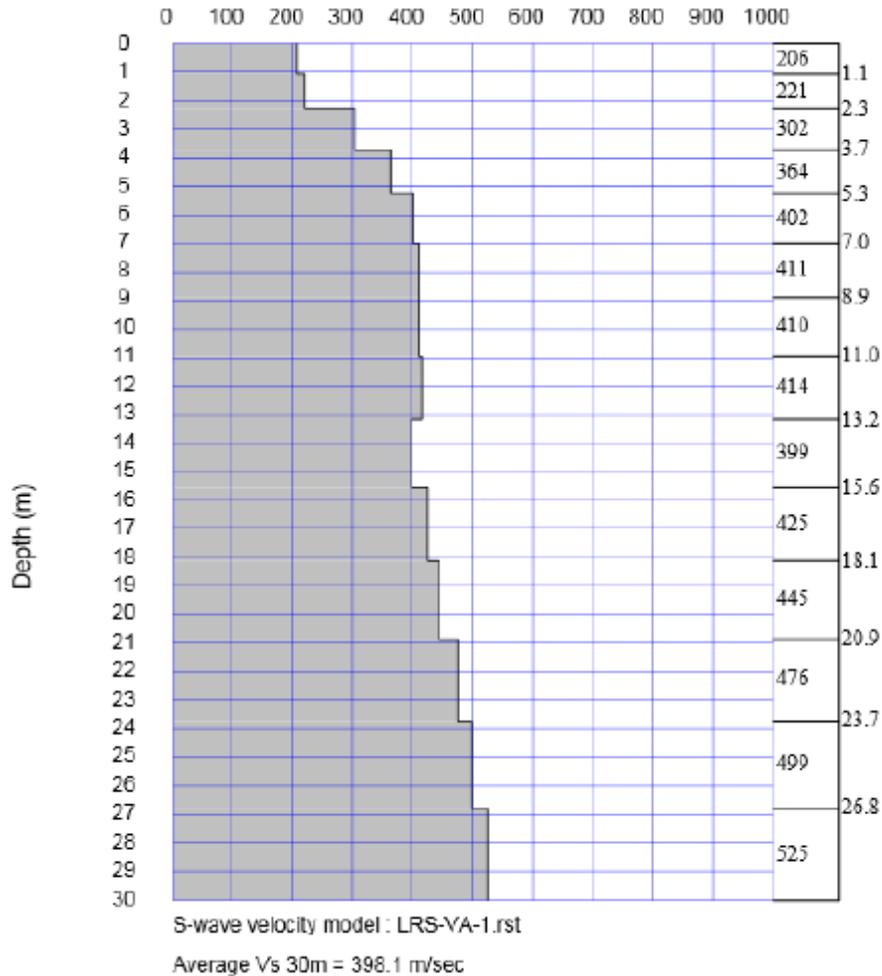


Figura 51. Velocidad de onda S Línea de refracción sísmica 1.

Línea de refracción sísmica 2

Para esta línea se obtuvieron tres capas la primera con velocidad de onda longitudinal de 241 m/s, la segunda con V_p de 639 m/s, y la tercera con V_p de 1057 m/s. En cuanto a la velocidad de onda de corte V_s se presenta variación entre 195 a 579 m/s, siendo el valor de V_s promedio para los primeros 30 m de profundidad igual a 410 m/s, lo cual clasifica el perfil de suelo como tipo C de acuerdo con la NSR-10.

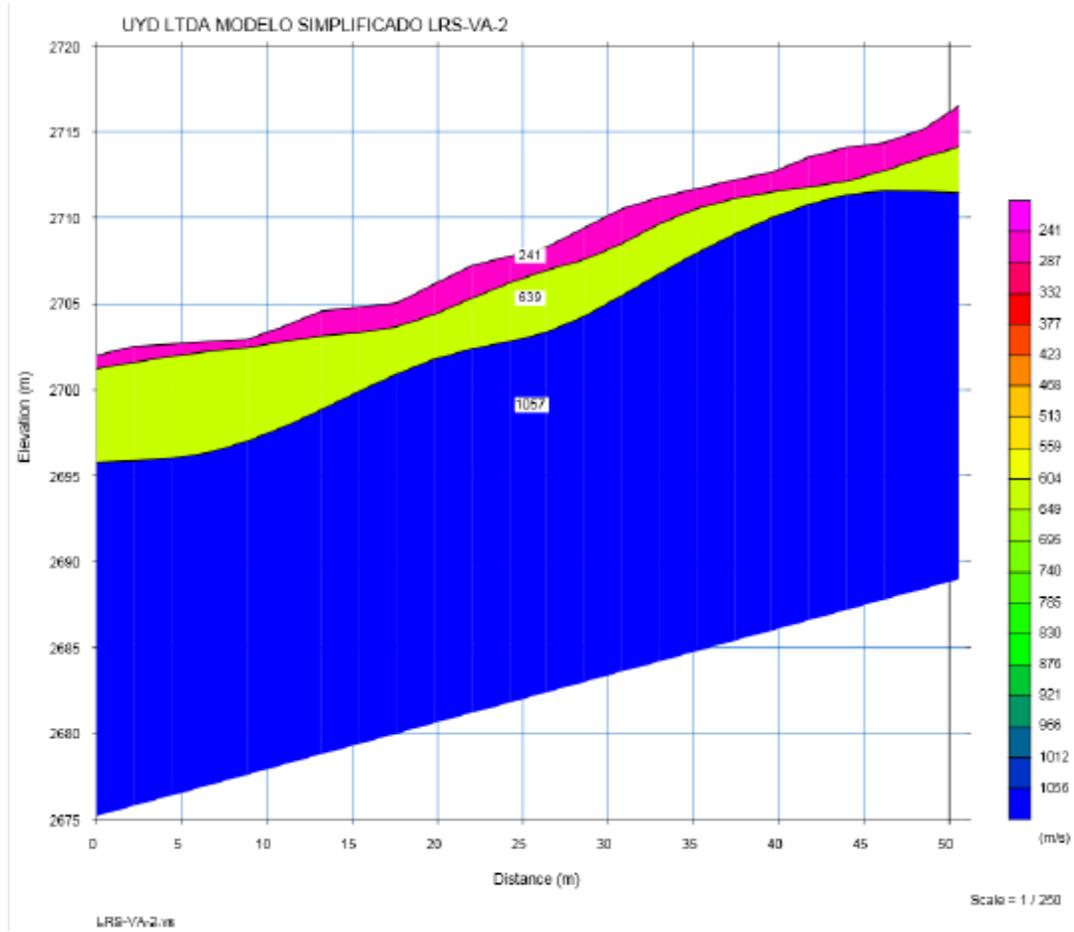


Figura 52. Velocidad de onda P Línea de refracción sísmica 2.

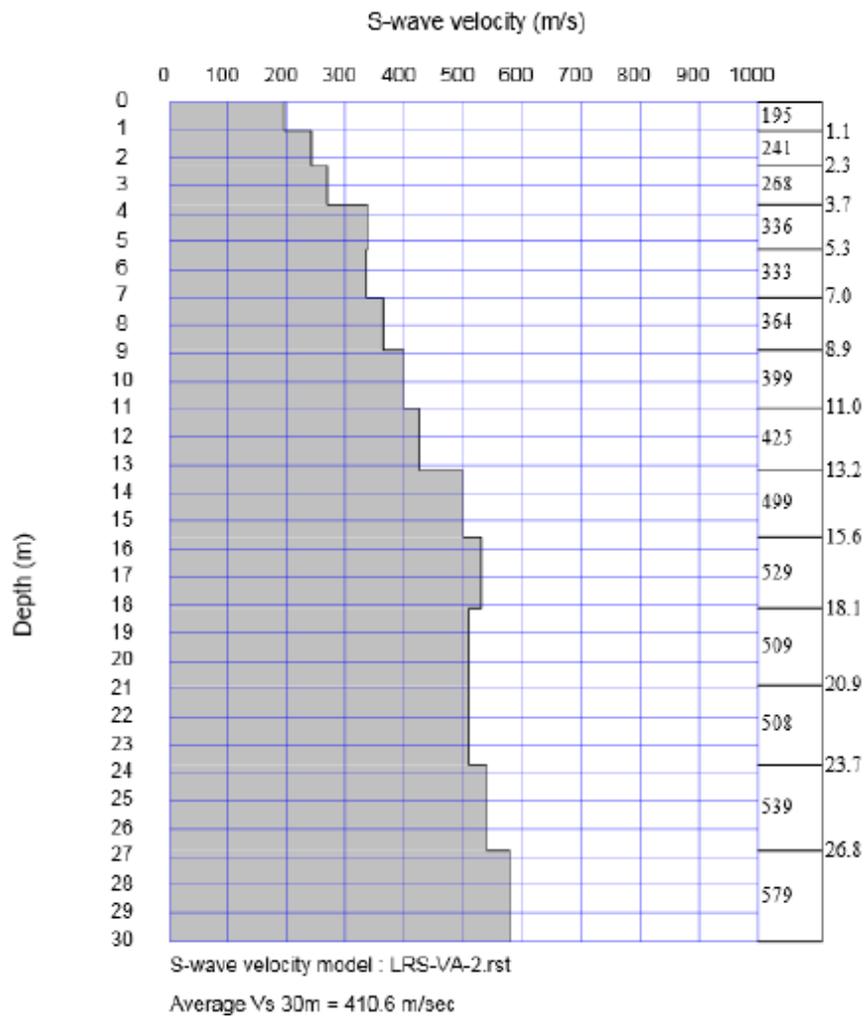


Figura 53. Velocidad de onda S Línea de refracción sísmica 2.

Línea de refracción sísmica 3

Para esta línea se obtuvieron tres capas la primera con velocidad de onda longitudinal de 365 m/s, la segunda con V_p de 915 m/s, y la tercera con V_p de 1909 m/s. En cuanto a la velocidad de onda de corte V_s se presenta variación entre 203 a 823 m/s, siendo el valor de V_s promedio para los primeros 30 m de profundidad igual a 480 m/s, lo cual clasifica el perfil de suelo como tipo C de acuerdo con la NSR-10.

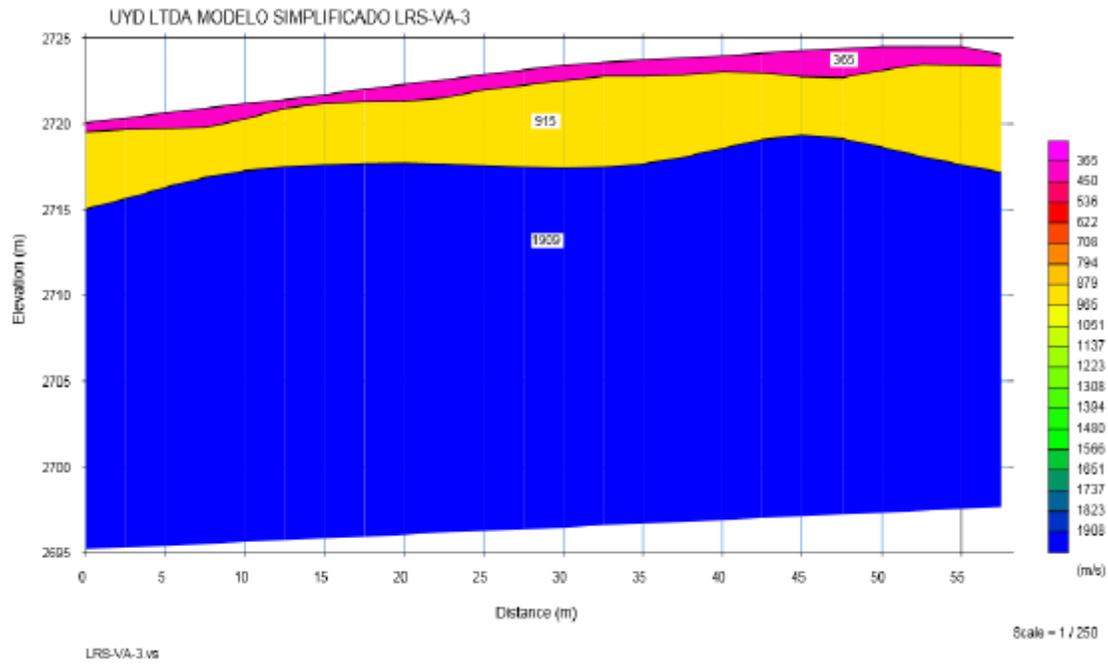


Figura 54. Velocidad de onda P Línea de refracción sísmica 3.

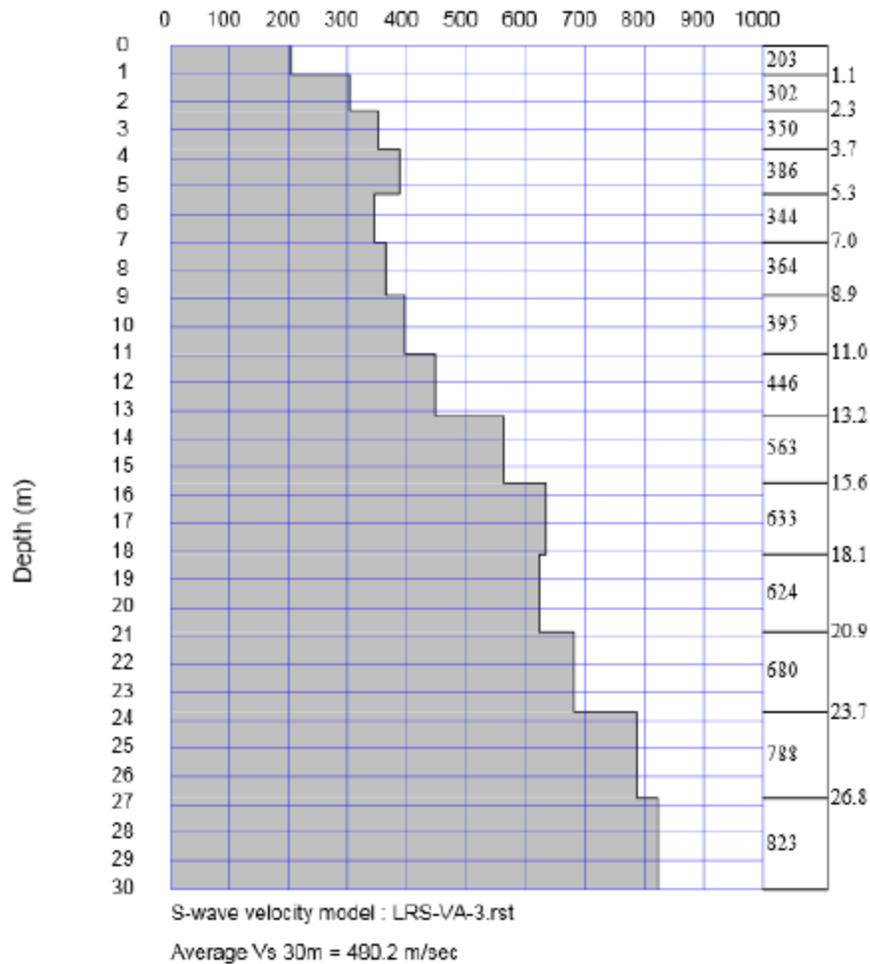


Figura 55. Velocidad de onda S Línea de refracción sísmica 3.

Perfil Geológico – Geotécnico

El estudio de INGENIERÍA C&D S.A.S. (2018) indica a partir de los resultados de campo, pruebas geofísicas y ensayos de laboratorio el perfil geológico geotécnico que se muestra a continuación:

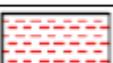
Convención	Descripción	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	PU (kN/m3)	Is (kg/cm2)
1	 Capa vegetal con gravas y relleno en tierras varias	35.0-52.0	35.0-52.0	17.0-18.0	17.0-35.0	16.0	-
2	 Arcilla arenosa de baja plasticidad con susceptibilidad de media a baja al cambio de estado (IP= 14 - 27) e indice de liquidez (IL= (-0,28) -- (0,40)).	8.4-25.5	25.0-53.0	11.0-19.0	14.0-38.0	20.6	-
3	 Arcilla arenosa de alta plasticidad con susceptibilidad alta al cambio de estado (IP= 35 - 65) e indice de liquidez (IL= (-0,18) -- (0,23)).	12.1-29.2	54.0-84.0	12.0-28.0	36.0-65.0	20.0	-
4	 Arcilla de baja plasticidad con susceptibilidad alta al cambio de estado (IP= 32) e indice de liquidez (IL= (0,08) -- (0,17)).	17.6-21.2	46.0-48.0	15.0	31.3-33.0	20.	-
5	 Arena arcillosa color gris , café o amarillo de densidad media a muy compacta.	10.74-16.48	27.0-49.0	12.0-20.0	15.0-32.0	16.2	-
6	 Grava arcillosa color amarillo, gris o café de densidad media a muy compacta.	6.0-18.4	19.0-68.0	13.0-20.0	6.0-49.0	17.0	-
7	 Fragmentos de roca con humedades entre 1.08 % y 6.07 %	3.0-6.1	-	-	-	20.0	-
8	 Arenisca con fragmentos de 0.5 cm de soliametro angular en baja proporcion (<10%	12.6	33.0	14.0	19.0	-20.0	72.50

Figura 56. Perfil geológico geotécnico INGENIERÍA C&D S.A.S.

El informe concluye lo siguiente “De acuerdo a las modelaciones iniciales realizadas a lo largo de este informe se demuestra claramente que los factores de seguridad no cumplen con los establecidos en el Reglamento Colombiano Sismo Resistente (NSR-10), por lo tanto, se puede concluir que es necesario tratar la zona afectada realizando obras de contención y así evitar que se pierdan elementos materiales y la vida de algún ser humano”.

12.1.2 ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DETALLADOS DE AMENAZA Y RIESGO POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA - FASE II, PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN UNO TRES QUEBRADAS - ETAPA I, II Y III, EN LA LOCALIDAD DE USME. CONSORCIO GEO-GIA 2014

El estudio presenta el análisis de amenaza y riesgo para un predio localizado al sur de la Quebrada el Piojo en la Localidad de Usme, sector el Uval, vereda el Pedregal.

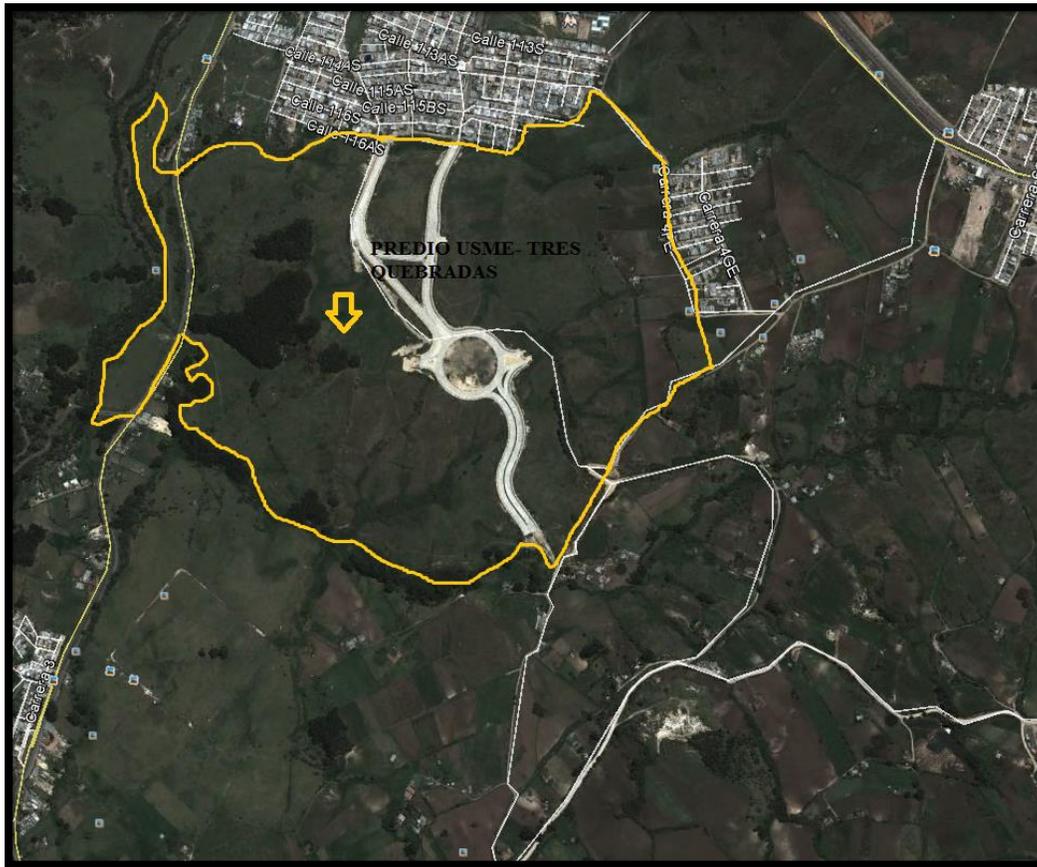


Figura 57. Localización del área de estudio proyecto Tres Quebradas - Etapa I, II y III, en la Localidad de Usme. Consorcio Geo-Gia 2014.

Niveles de agua

De acuerdo con el estudio “En el predio evaluado no se observó la presencia de manantiales, ni aljibes que evidencien el aprovechamiento de agua subterránea por la población y por consiguiente el almacenamiento de agua subterránea en el subsuelo. En los sondeos exploratorios realizados para el diseño del proyecto, no se observó la presencia de agua subterránea, en ninguno de los sondeos se reportó nivel freático.”

Perfil estratigráfico

Está compuesto por un depósito glacial hasta 18.0 m (S1), 9.5 m (S4), 11.0 m de profundidad (S5), hasta 15.0 m (S6 y S41) y 5.00 m de profundidad (S9), compuesto por:

- Depósito 1: Arcilla arenosa de color habana y café con presencias de gravas de grano fino a medio y humedad media 2.1 m (S4), hasta 11.0 m (S5), 15.0 m (S6), 5.0 m (S9) y hasta 1.6 m de profundidad (S41). En el sondeo 1 se encontró arena arcillosa de grano fino con gravas de arenisca de color café y habano hasta 6.5 m de profundidad.
- Depósito 2: Arena arcillosa de grano fino con gravas de arenisca de color café y habano hasta 6.6 m (S4) y hasta los 15.0 m de profundidad (S41). En la zona del sondeo 41 la matriz areno arcillosa pasa a color gris en los últimos 3 m. En el sondeo 1 se encontró arcilla arenosa de color habana y café con presencias de gravas de grano fino a medio y humedad hasta 15.6 m de profundidad.
- Depósito 3: Arena arcillosa de grano fino con gravas de arenisca de color gris y habano hasta los 18.0 m de profundidad (S1).

Se encontró roca blanda compuesta por arcillolita de color gris consolidada de consistencia firme a partir de los 18.0 m (S1), 9.5 m (S4), 11.0 m de profundidad (S5), 15.0 m (S6 y S41) y 5.00 m de profundidad (S9).

12.2 ASPECTOS SÍSMICOS

De acuerdo con el Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá (Decreto 523 de 2010), para el sitio 3 Villa Juliana se observa que el área de estudio la cubre la unidad definida como Cerros. Los parámetros de diseño sísmico para un período de retorno de 475 años se muestran adelante. Desde el punto de vista de efectos locales de acuerdo con la microzonificación sísmica la unidad de Depósitos de ladera puede presentar amplificación de onda sísmica por efecto topográfico.

Tabla 27 – Parámetros sísmicos del espectro de respuesta para el sitio 3 Villa Juliana.

Parámetro sísmico	Depósito de ladera
Periodo Corto, T _c , (s)	0.66
Periodo Largo (TL)	3.00
Aceleración horizontal pico efectiva del terreno en superficie (A ₀)	0.22
Coefficiente de Amplificación en Periodos Cortos (F _a)	1.65
Coefficiente de Amplificación en Periodos Largos (F _v)	1.70

Fuente: Decreto 523 de 2010, Microzonificación sísmica de Bogotá.

Para los análisis de estabilidad en condición pseudoestática se utilizará un valor de 0.8 de la aceleración horizontal pico en superficie, dando cumplimiento a lo estipulado en el numeral 3.4.1 de la resolución 227 de 2006 y a la Tabla H.5.2.-1 de la NSR-10.

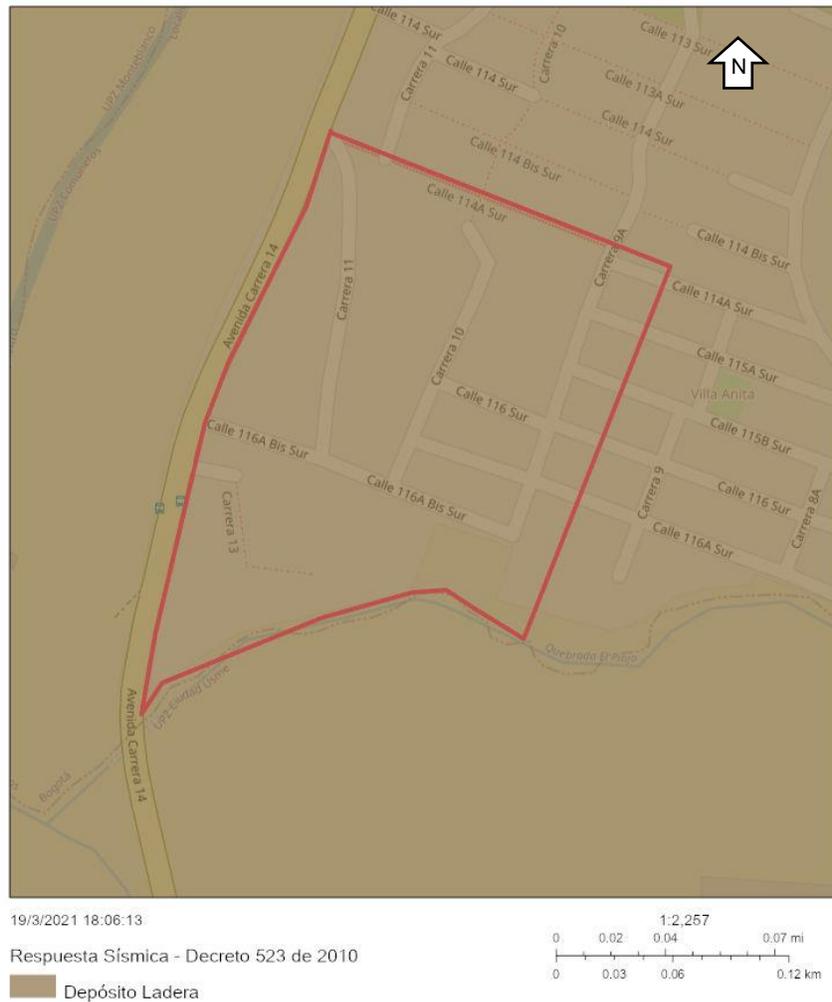


Figura 58. Zonificación por respuesta sísmica para el sitio 3 Villa Juliana.

Fuente: Decreto 523 de 2010.

12.3 GEOLOGÍA LOCAL

El Predio denominado Villa Juliana se ubica en el sector Sureste de Bogotá, en la localidad de Usme, la totalidad de la zona estudiada está recubierta por un depósito reciente de origen fluviotorrencial, perteneciente a la Formación Marichuela, que reposa discordantemente sobre la Formación Usme, en el sector occidental del predio en la parte baja se observa un depósito de aluvión reciente; las unidades presentes se describen a continuación:

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 1</p>		

12.3.1 FORMACIÓN USME (NMU)

En el sector evaluado aflora la secuencia inferior de la Formación, que conforma la parte axial del sinclinal de Usme Tunjuelito; en la margen derecha del río Tunjuelito aflora una secuencia de arcillolitas y arcillolitas arenosas de color gris oscuro en estado fresco y con colores amarillos a rojizos por alteración.

En general corresponde a secuencia de roca blanda, deleznable, en capas muy gruesas, de 5 a 20 m de espesor, presenta intercalaciones de areniscas cuarzosas de color gris claro, de grano muy fino a medio, con matriz arcillosa abundante, en capas de espesor grueso, de 2 a 5 m.; se estima un espesor total de unos 150 m para la secuencia aflorante. (INGEOMINAS, 1997).

La posición estructural de las rocas de la Formación Usme en el subsuelo predio, se asume cercana a la horizontal, con ángulos de buzamiento entre 15° y 5°, puesto que se ubica cerca del eje del Sinclinal de Usme-Tunjuelito.

El contacto inferior con la Formación Regadera es normal y gradacional, el contacto superior no aflora en el área del presente trabajo, su edad se considera Eoceno Superior-Oligoceno inferior; la sección aflorante presenta condiciones de depósito en un ambiente marino de plataforma interna estable, de acuerdo al contenido de foraminíferos presente.

12.3.2 FORMACIÓN MARICHUELA (QMA)

La Formación Marichuela fue definida por Helmens (1990), corresponde a un depósito no relacionado con la topografía actual, se encuentra en superficie cerca del sector norte del valle de Usme y Sopó. La unidad está compuesta por gravas con clastos de diferentes tamaños, cantos, arenas compactas y arcillolitas orgánicas; localmente se observan intercalaciones de capas con fragmentos de rocas subangulares que pueden llegar a ser grandes bloques de arenisca.

Las labores de exploración directa realizadas en el predio permitieron establecer que la unidad se encuentra integrada por una secuencia de gravas medias a gruesas, arenas compactas y arcillas de color café, gris y rojizo; las gravas provienen de areniscas de grano fino redondeadas y subangulares, son frecuentes los bloques de areniscas, los colores rojos y moteados son comunes en los sedimentos, la unidad se encuentra medianamente consolidada. El espesor de la unidad varía entre 20 los 70 m, de acuerdo a los resultados de la refracción sísmica y de los sondeos exploratorios realizados en el predio.

La secuencia sedimentaria que integra la Formación Marichuela ha sido interpretada como depósitos de flujos torrenciales, y localmente como depósitos de flujo gravitacional, que se esparcen dentro de un paisaje de llanuras de inundación y lagos, el aporte de material

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 108</p>
--	------------------------------------	---------------------

grueso en combinación con los sedimentos lacustres, probablemente indique la presencia de cuencas rodeadas por áreas recientemente levantadas; su edad se estima como Mioceno-Plioceno.

12.3.3 DEPÓSITO DE ALUVIÓN RECIENTE (QAL)

Un depósito de aluvión reciente se encuentra cerca al cauce del río Tunjuelo, en el sector occidental del predio, corresponde a un depósito de forma estrecha y alargada que se ubica paralelo al cauce del río; el depósito está integrado por gravas medias a gruesas con cantos redondeados de areniscas en matriz en matriz areno-limosa, con intercalaciones de arenas, localmente se presentan niveles de limos arcillosos en sectores de inundación aledaños al cauce del río.

12.4 GEOMORFOLOGÍA

Las unidades genéticas del relieve identificadas en la geomorfología local son el producto de un modelado agradacional, que generó un relieve suave, ondulado y medianamente abrupto, originado predominantemente por la acumulación de materiales rocosos heterogéneos depositados en un ámbito fluvio torrencial, que dieron origen a una ladera de acumulación colmatando una cuenca estructural pre-existente, que fue posteriormente modelado por procesos erosivos, originando las geformas actuales.

La Tabla 28 describe las características de las unidades geomorfológicas identificadas:

Tabla 28 –Unidades Geomorfológicas

UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SÍMBOLO	MORFOLOGÍA	MORFOGÉNESIS	LITOLOGÍA
Ladera de acumulación	Dlf	ladera	Agradacional	Arcillas, limos, arenas, gravas y bloques de areniscas.
Terraza aluvial disectada	Dtad	Terraza aluvial	Agradacional	Arenas, gravas y limos

Fuente: Autor

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 1</p>		

12.4.1 LADERA DE ACUMULACIÓN (DLF).

Geoforma generada por un proceso orogénico que creó un relieve próximo de donde provinieron materiales, que fueron transportados por sucesivos flujos de lodo y detritos que crearon una superficie continua de tipo agradacional ubicada sobre una extensión importante de terreno; el depósito resultante se caracteriza por presentar una acumulación de materiales heterométricos, de composición heterogénea, pobremente sorteados, que incluyen materiales finos y fragmentos de roca subangulares a redondeados. El depósito presenta distribución caótica, irregular, con niveles de poca continuidad, superpuestos en patrones complejos.

Sobre esta unidad se ubica la mayor parte del polígono Villa Juliana, la morfología original del terreno ha sido modificada por procesos de disección de corrientes, el río Tunjuelo, y la quebrada El Piojo han excavado sus cauces a través del depósito, modificando la superficie original.

12.4.2 TERRAZA ALUVIAL DISECTADA (TAD).

Geoforma generada por un proceso de erosión transporte y sedimentación de sedimentos y fragmentos de roca en un valle aluvial intramontano de origen estructural, que generó a una cuenca estrecha por la que discurre el río Tunjuelo, corresponde a una terraza estrecha algo irregular, con un escarpe de poca altura, al fondo del cual se encuentra el plano inundable del río. Esta terraza corresponde a un remanente de un anterior nivel de sedimentación, que ha sido incisado por la corriente como consecuencia del rejuvenecimiento del paisaje.

Esta unidad se ubica en el sector occidental del predio, cerca del cauce del río Tunjuelo y la vía de acceso a la localidad de Usme, presenta poca extensión; el depósito que integra esta unidad, está compuesto por niveles de gravas, arenas y limos.

12.4.3 PROCESOS MORFODINÁMICOS.

Los procesos morfodinámicos que se identificaron cerca del área evaluada corresponden a procesos erosivos, generados por la ausencia periódica de cobertura vegetal y procesos de

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 110</p>
--	------------------------------------	---------------------

remoción en masa. En la parte media del predio se observa la modificación de las laderas por el proceso de construcción de vías de acceso y desarrollo.

- Procesos de Erosión.

Se definen como el grupo de eventos por medio de los cuales el material rocoso o suelos son desprendidos, disueltos y removidos con influencia de agentes externos a lo largo de un eje lineal, en el predio evaluado se identificó la presencia de erosión laminar, erosión en surcos y socavación lateral-de fondo en la quebrada El Piojo.

En el reconocimiento de campo se identificaron sectores localizados donde se observaron procesos de erosión laminar y erosión en surcos, temporal de carácter local, que fácilmente desaparecen al ser cubiertos por vegetación.

Por la naturaleza del depósito atravesado por las corrientes se presentan procesos de socavación lateral y de fondo en el cauce de la quebrada El Piojo, corresponde a procesos de baja intensidad, acentuados por la presencia de fuertes precipitaciones en épocas invernales.



Figura 59. Zona afectada por erosión laminar, y en surcos, ubicada en el sector central del área evaluada, generada por la falta de cobertura vegetal.



Figura 60. Zona afectada por erosión laminar y en surcos, ocasionada por la intervención de un talud para la construcción de viviendas.

- Procesos antrópicos.

Toda vez que el hombre, mediante la actividad de construcción modifica las laderas, arranca materiales y traza vías, se convierte en el contexto de este estudio en un agente de erosión. En los costados norte y oriental del predio se han desarrollado procesos de construcción de viviendas, inicialmente como emplazamientos informales que paulatinamente se han formalizado mediante la adecuación de vías, alcantarillado y redes de energía.

12.5 INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

Con el fin de conocer la estratigrafía del área de estudio, e identificar las potenciales superficies de falla del terreno, se llevó a cabo un programa de exploración directa con cinco (5) perforaciones mecánicas entre 18 y 21 m de profundidad, sondeos manuales entre 4 y 5 m, trincheras y apiques de 1.5 m de profundidad, así mismo se realizaron cuatro (4) líneas de refracción sísmica con longitud de 69 m.

12.5.1 EXPLORACIÓN DIRECTA

Se realizaron cinco (5) perforaciones mecánicas, dos (2) manuales, cuatro (4) apiques y cuatro (4) trincheras distribuidos en el área de estudio, sobre los cuales se llevó un registro detallado de los materiales encontrados que incluye: descripción del material, color, humedad, plasticidad, consistencia o densidad, presencia de materia orgánica y posición del nivel freático en caso de presentarse.

Cada muestra obtenida fue: clasificada, rotulada, adecuadamente empacada para conservar sus propiedades y enviada al laboratorio. Los registros estratigráficos de campo se presentan en el Anexo 3. La localización y profundidad de cada uno de los sondeos se incluyen más adelante.

Se muestra la localización de sondeos y líneas de refracción sísmica ejecutadas para el proyecto, y en la

A continuación muestran fotografías a manera de ejemplo de las muestras de suelo obtenidas de la exploración.

Tabla 29 – Localización de sondeos sitio 3.

Sondeo	Coordenadas		Profundidad alcanzada (m)	Nivel freático (m)
	Este (m)	Norte (m)		
S-1	995445.720	988031.569	21	0.80 a 2.80
S-2	995364.237	988074.716	20	2.80 a 5.40
S-3	995299.270	988095.217	18	3.50 a 4.40
S-4	995274.534	987945.388	21	No reporta
S-5	995371.943	988181.199	20	3.00 a 3.10
SPT-1	995357.051	988007.979	5	No reporta
SPT-2	995324.671	987979.265	4	No reporta



Figura 61. Localización de exploración del subsuelo – sitio 3.



	
<p>S2 – M5 5.50 – 6.00 m</p>	<p>S2 – M16 18.00 – 18.50 m</p>
	
<p>S3 – M12 7.50 – 8.00 m</p>	<p>S3 – M24 17.0 – 18.00 m</p>
	
<p>S4 – M5 2.50 – 3.00 m</p>	<p>S4 – M15 13.50 – 14.00 m</p>



Figura 62. Registro fotográfico de algunas de las muestras obtenidas de los sondeos.

12.5.2 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

Sondeo S-1

Entre 0.0 y 0.1 m se presenta la capa vegetal, luego entre 0.1 y 1.6 m se tiene una capa de relleno con material de construcción, gravas con limo y arena, de humedad baja y consistencia variable entre media a firme, con valores de N campo entre 6 a 16 golpes/pie. Enseguida entre 1.6 a 2.3 m de profundidad aparece una capa de arcilla con limo y algo de arena de grano fino, algunas gravas mayores a 1/2", de humedad media, plasticidad media y consistencia blanda, con un valor de N campo de 4 golpes/pie, luego entre 2.3 y 3.6 m de profundidad se tiene una capa de limo orgánico con arcilla color negro, con muy poca arena de grano fino, algunas raíces y gravas angulares menores a 3", de humedad media a alta, de plasticidad alta y consistencia media con valores de N campo entre 5 a 6 golpes/pie. A partir de 3.60 m y hasta 11.2 m se presenta un coluvión clastosoportado conformado por bloques de arenisca y gravas angulares en matriz arcillosa, de humedad media y plasticidad muy alta. Luego entre 11.2 y 15.7 m se tiene un coluvión matriz soportado conformado por gravas angulares en matriz arcillo arenosa, de humedad media, plasticidad alta y consistencia dura. Entre 15.7 y 16.3 m se presenta una capa de arena de grano fino con arcilla, de humedad media, densa con valor de N campo de 81 golpes/pie. Posteriormente, entre 16.3 a 20.4 m se tiene una capa de coluvión matriz-soportado conformado por gravas angulares en matriz arcillosa, de humedad media, plasticidad alta y consistencia dura. Por último, entre 20.4 y 21.0 se presenta una capa de arena arcillosa, de humedad media, muy densa con valor de N campo de 76 golpes/pie. El nivel freático se presenta entre 0.8 y 2.8 m de profundidad.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 1</p>		

Sondeo S-2

Entre 0.0 y 0.4 m se presenta una capa de relleno en desechos de construcción y gravas, con limos arcillas y arenas. Luego entre 0.4 y 0.6 m se tiene una capa de limo arcilloso con poca arena y gravas finas, luego entre 0.6 y 1.4 m se obtuvo una capa de arcilla con algo de limo y poca arena, enseguida aparece entre 1.4 y 18.8 m se tiene una capa de coluvión conformado por bloques de arenisca y algunas gravas menores de 2", en matriz arcillosa, de humedad media, plasticidad alta a muy alta, y consistencia variable entre firme a dura, con valores de N campo entre 11 a 86 golpes/pie. Por último, entre 18.8 y 20.0 m se obtuvo una capa de arcilla con muy pocas gravas finas, de humedad media, plasticidad muy alta y consistencia muy firme, con valor de N campo de 26 golpes/pie. El nivel freático se presenta entre 2.8 y 5.4 m de profundidad.

Sondeo S-3

Entre 0.0 y 6.5 m de profundidad se presenta una capa de coluvión conformado por bloques de arenisca, algunas gravas, en matriz de arcilla, de humedad media, plasticidad media y consistencia variable entre media a muy firme, con valores de N campo entre 4 a 36 golpes/pie. Luego entre 6.5 a 9.0 m se tiene una capa de arena de grano fino, con algo de limo, de humedad media, muy densa con valores de N campo entre 76 y 82 golpes/pie. A partir de 9.0 y 18.0 m se presenta una capa de coluvión conformado por bloques de arenisca en matriz de arcillo arenosa, de humedad media, plasticidad alta y consistencia dura con N campo mayores a 30 golpes/pie. El nivel freático se presenta entre 3.5 y 4.4 m de profundidad.

Sondeo S-4

Entre 0.0 y 0.8 m se presenta una capa de relleno compuesto por arena, grava y arcillas y algo de materia orgánica, luego entre 0.8 y 2.3 m de profundidad se tiene una capa de limo con algo de arena y gravas, de humedad media, de consistencia variable en profundidad entre media a dura con valores de N campo entre 9 a 40 golpes/pie. Luego entre 2.3 y 3.2 se obtuvo una capa de arcilla con algo de arena, de humedad media, y consistencia dura con valores de N campo entre 34 a 47 golpes/pie. A partir de 3.2 m y hasta 10.4 m se encontró un coluvión clastosportado conformado por bloques de arenisca de hasta 12" (0.30 m) en matriz de arcilla con algo de limo, de humedad media, plasticidad media a alta, consistencia firme a dura. Por último, entre 10.4 y 21.0 m de profundidad se encontró una capa de coluvión matriz soportado conformado por gravas angulares en matriz de arcilla con algo de arena de grano fino, de humedad media, plasticidad alta y consistencia dura. El nivel freático no se encontró en el sondeo.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 117</p>
--	------------------------------------	---------------------

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 1</p>		

Sondeo S-5

Entre 0.0 y 5.5 m de profundidad se presenta una capa de coluvión conformado por gravas y fragmentos de arenisca de hasta 3" (0.10 m), en matriz arcillo arenosa, de humedad baja, de consistencia variable entre firme a dura, con valores de N campo entre 15 a 62 golpes/pie. Luego entre 5.5 y 16.5 m de profundidad se tiene una capa de arcilla con presencia de gravas finas, de humedad media, plasticidad media, consistencia muy firme, con pequeños lentes de arena. Por último, entre 16.5 y 20.0 m se obtuvo una capa de coluvión conformado por bloques de arcillolita en matriz arcillosa de consistencia dura. El nivel freático se presenta entre 3.0 y 3.1 m de profundidad.

Sondeo SPT-1

Entre 0.0 y 0.40 m de profundidad se presenta un relleno antrópico de limo y arena con escombros de construcción, luego entre 0.70 y 0.7 m aparece una capa limo orgánico con algo de arcilla color negro con pequeñas raíces, de humedad media y plasticidad media, de consistencia media, el valor de N campo es de 8 golpes/pie. Enseguida se presenta entre 0.70 y 1.20 m de profundidad una capa de arcilla con algo de limo, de humedad media y plasticidad entre media a alta, de consistencia firme, el valor de N campo es de 9 golpes/pie. Luego entre 1.2 y 3.1 m se tiene un estrato de arena grano fino con arcilla y poco limo, de humedad media a alta, de densidad media, el valor de N campo es de 17 golpes/pie. Por último, entre 3.1 y 5.0 m se obtuvo la capa de coluvión conformado por bloques de arenisca y gravas en matriz de arena arcillosa, de humedad media, muy compacta, con valores de N campo entre 35 a 75 golpes/pie. El nivel freático no se encontró en el sondeo

Sondeo SPT-2

Entre 0.0 y 0.15 m de profundidad se presenta la capa vegetal, luego entre 0.15 a 0.60 m se tiene una capa de limo orgánico con muy poca arena y gravas, con algunas raíces, de consistencia firme, con un valor de N campo de 18 golpes/pie, luego entre 0.6 y 1.4 m se tiene una arena con algo de limo, de humedad muy baja, densa, con un valor de N campo de 30 golpes/pie. A partir de 1.4 m y hasta los 4.0 m se reporta una capa de coluvión conformado por bloques en matriz arcillosa con algo de arena, de humedad baja a media, plasticidad media y consistencia variable entre muy firme a dura, con valores de N campo entre 22 a 100 golpes/pie. El nivel freático no se encontró en el sondeo.

En el Anexo 3 se presentan los registros de perforación de los sondeos realizados en el sitio 3 Villa Juliana, y en el Anexo 4 se muestran los registros fotográficos de las muestras obtenidas de cada uno de los sondeos efectuados.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 118</p>
--	------------------------------------	---------------------

12.5.3 NIVEL FREÁTICO

En el área de estudio del polígono 3 se observa que el nivel freático varía entre 3.0 a 3.1 m en el costado norte del área (S-5), mientras que en la parte central la variación es entre 0.8 y 4.4 m de profundidad (Sondeos S-1, S-2 y S-3). Hacia el costado sur no se encontró el nivel freático.

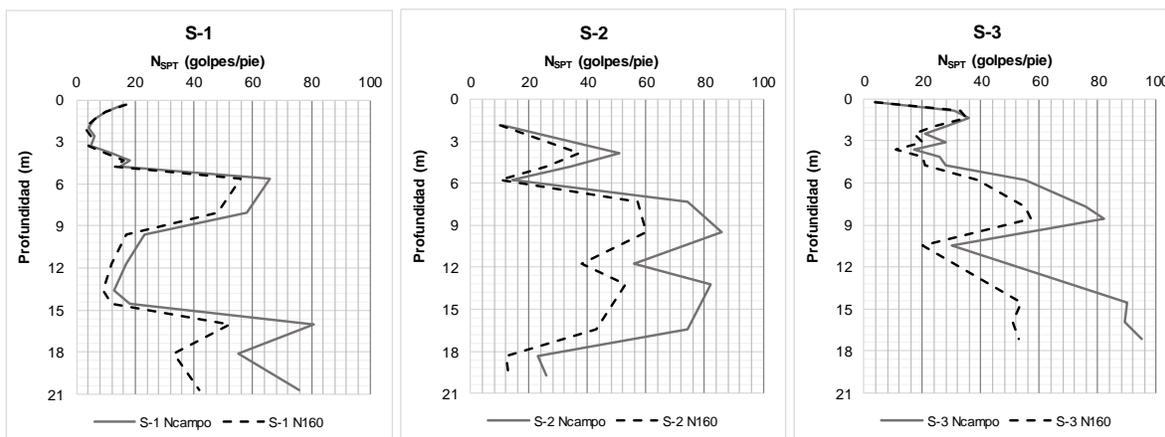
A manera de resumen se muestra la profundidad del nivel freático obtenida en los sondeos realizados en el sitio 1.

Tabla 30 – Profundidad del nivel freático en los sondeos realizados en el sitio 3.

Sondeo	Nivel freático (m)
S-1	0.80 a 2.80
S-2	2.80 a 5.40
S-3	3.50 a 4.40
S-4	No reporta
S-5	3.00 a 3.10
SPT-1	No reporta
SPT-2	No reporta

12.5.4 RESULTADOS DE ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

Durante la ejecución de los sondeos se llevó a cabo el ensayo de penetración estándar SPT del cual se obtuvo valores de N (golpes/pie) que permiten correlacionar con la consistencia de los materiales arcillosos y la densidad de los materiales granulares.



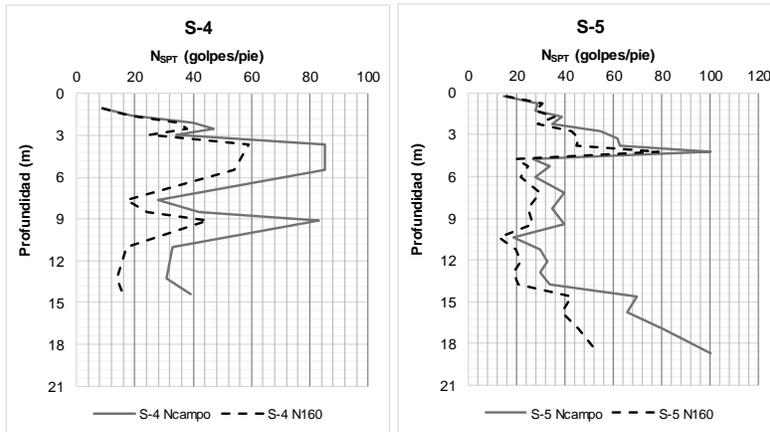


Figura 63. Variación del valor de N del ensayo de SPT con la profundidad

Fuente Geodinámica (2021)

12.5.5 ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS DE RESISTENCIA A PARTIR DEL ENSAYO DE SPT

Con la metodología propuesta por González, A. J. (1999), se estimaron los parámetros c' y ϕ' de manera aproximada por tipo de material. Este método consiste en graficar puntos (σ_v' , τ) en planos Mohr – Coulomb, donde los coeficientes de la regresión lineal corresponden a los parámetros geomecánicos efectivos buscados. El esfuerzo efectivo vertical se calcula como la diferencia entre el esfuerzo geostático total y la presión de poros y , el esfuerzo cortante a la profundidad del ensayo, se obtiene como el producto del esfuerzo efectivo vertical por la tangente del ángulo de fricción equivalente estimado como se describió anteriormente.

A continuación, se muestra en la Figura 64 los resultados de la regresión lineal y el ángulo de fricción obtenido para los materiales de la Formación Marichuela.

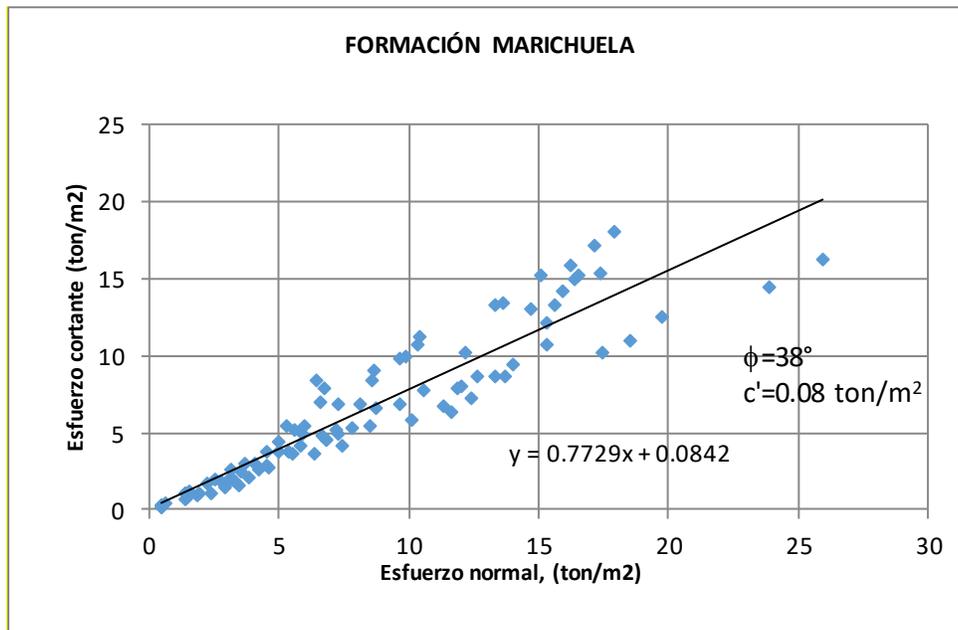


Figura 64. Estimación de parámetros de resistencia para la Formación Marichuela
Fuente Geodinámica (2021)

12.5.6 EXPLORACIÓN INDIRECTA

Para el proyecto se ejecutaron cuatro (4) líneas de geofísica con la realización de los ensayos de MASW y refracción sísmica, tendientes a obtener el perfil de velocidades de ondas de corte (V_s) y ondas longitudinales (V_p). A continuación, se presentan las coordenadas de inicio y fin de cada una de las líneas, se muestra la localización en planta de cada una de las cuatro (4) líneas geofísicas. Los resultados de la interpretación del ensayo que se representan por medio de perfiles de velocidad de ondas P y S, junto con el análisis de los resultados y al final se incluye la correlación con cada uno de los sondeos realizados, con el fin de identificar los contactos entre materiales. El informe de geofísica se incluye en el Anexo 3.

Tabla 31 – Localización de líneas de refracción sísmica Villa Juliana.

Descripción	Punto	Coordenadas		Longitud (m)
		Este (m)	Norte (m)	
LRS-1	Inicio	995360.237	988133.838	69
	Fin	995365.684	988221.855	

LRS-2	Inicio	995445.469	988047.578	69
	Fin	995382.206	988070.364	
LRS-3	Inicio	995485.427	988133.498	69
	Fin	995455.34	988062.5	
LRS-4	Inicio	995312.519	988179.286	69
	Fin	995285.66	988115.036	

Fuente Geodinámica (2021)



Figura 65. Localización de líneas de refracción sísmica– sitio 3.

Línea de refracción sísmica 1

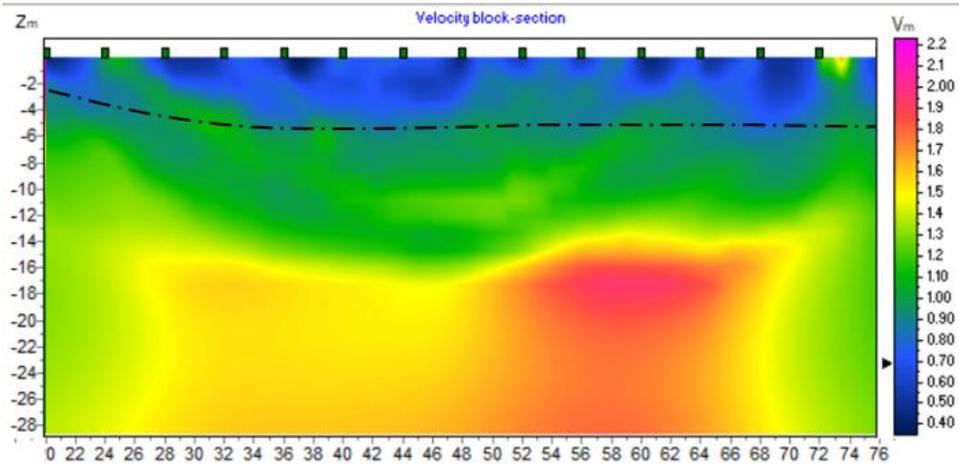


Figura 66. Perfil de modelo de capas. Velocidades de onda P obtenidas para la línea L-1 (Velocidad en km/s).

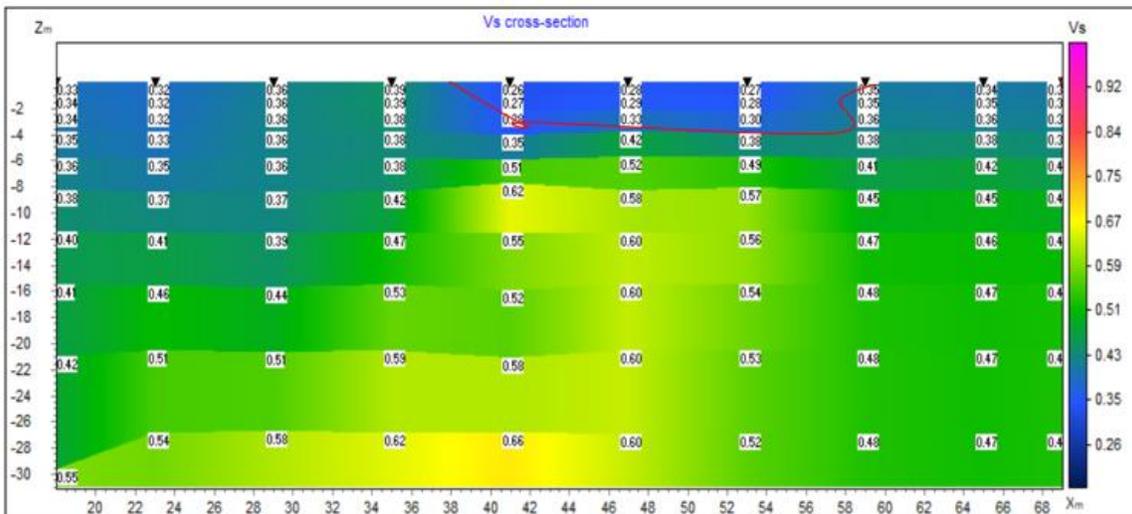


Figura 67. Perfil de modelo 2D de velocidades de onda s Vs obtenidas para la línea L-1.

Tabla 32 – Determinación de módulos de elasticidad y cortante a partir de la línea de refracción sísmica L-1.

Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Prof. Media (m)	V _s (m/s)	γ _t (kN/m ³)	ρ (K-kg/m ³)	V _p (m/s)	μ (-)	G _o (MPa)	E _o (MPa)
0.0	1.0	0.5	390	22.0	2.25	700	0.27	341.8	871.4
1.0	2.3	1.7	390	21.2	2.16	700	0.27	328.8	838.4
2.3	3.8	3.1	380	20.7	2.11	700	0.29	304.5	786.2
3.8	5.9	4.9	380	20.4	2.08	1300	0.45	299.7	871.1
5.9	8.4	7.2	380	20.1	2.05	1300	0.45	295.7	859.5
8.4	11.6	10.0	420	20.2	2.06	1300	0.44	363.5	1048.2
11.6	15.5	13.6	470	20.4	2.08	1300	0.42	459.6	1309.6
15.5	20.6	18.1	530	20.6	2.10	1500	0.43	591.1	1689.0
20.6	26.9	23.8	590	20.8	2.12	1500	0.41	739.4	2083.0
26.9	30.0	28.5	620	20.9	2.13	1500	0.40	818.6	2287.2

Línea de refracción sísmica 2

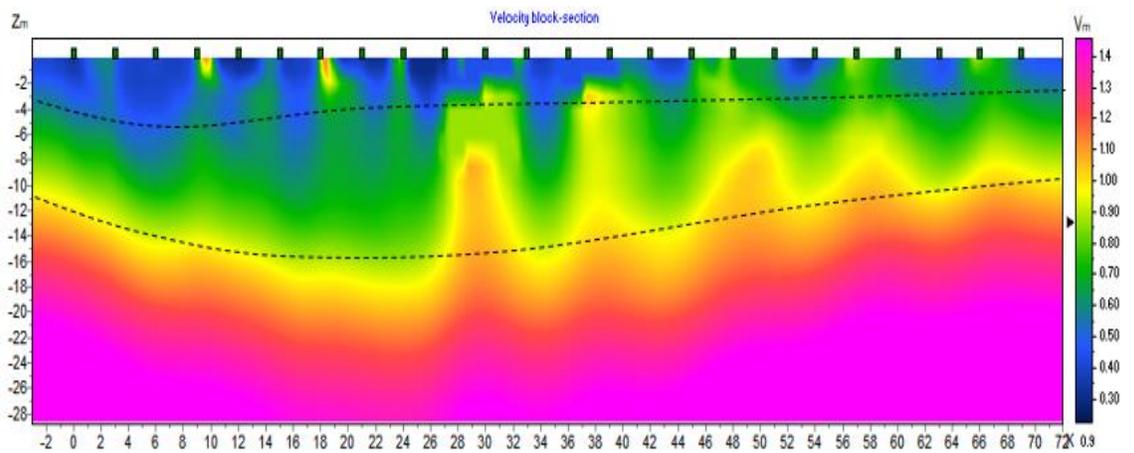


Figura 68. Perfil de modelo de capas. Velocidades de onda P obtenidas para la línea L-2 (Velocidad en km/s).

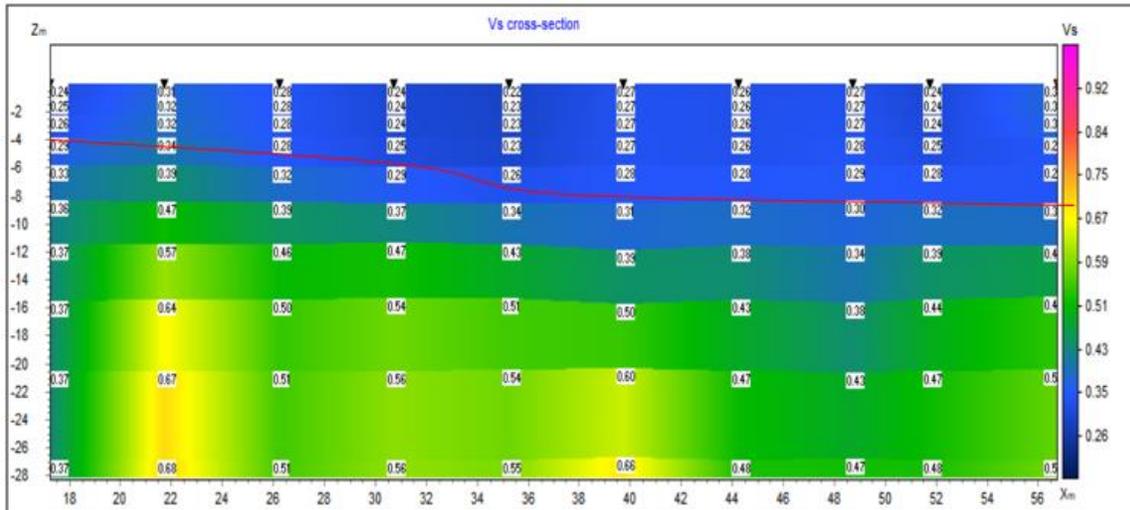


Figura 69. Perfil de modelo 2D de velocidades de onda s Vs obtenidas para la línea L-2.

Tabla 33 – Determinación de módulos de elasticidad y cortante a partir de la línea de refracción sísmica L-2.

Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Prof. Media (m)	Vs (m/s)	γ_t (kN/m ³)	ρ (K-kg/m ³)	Vp (m/s)	μ (-)	G _o (MPa)	E _o (MPa)
0.0	1.0	0.5	220	20.0	2.04	500	0.38	98.5	272.0
1.0	2.3	1.7	230	19.3	1.97	500	0.37	104.1	284.3
2.3	3.9	3.1	230	18.9	1.92	500	0.37	101.7	277.8
3.9	5.9	4.9	230	18.5	1.89	800	0.45	100.0	290.9
5.9	8.6	7.3	260	18.7	1.91	800	0.44	128.9	371.5
8.6	11.5	10.1	340	19.4	1.98	800	0.39	229.2	637.0
11.5	15.3	13.4	430	20.1	2.05	1500	0.46	378.8	1102.4
15.3	20.5	17.9	510	20.5	2.09	1500	0.43	543.8	1560.3
20.5	26.9	23.7	540	20.5	2.09	1500	0.43	610.0	1739.1
26.9	30.0	28.5	550	20.5	2.09	1500	0.42	630.9	1794.6

Línea de refracción sísmica 3

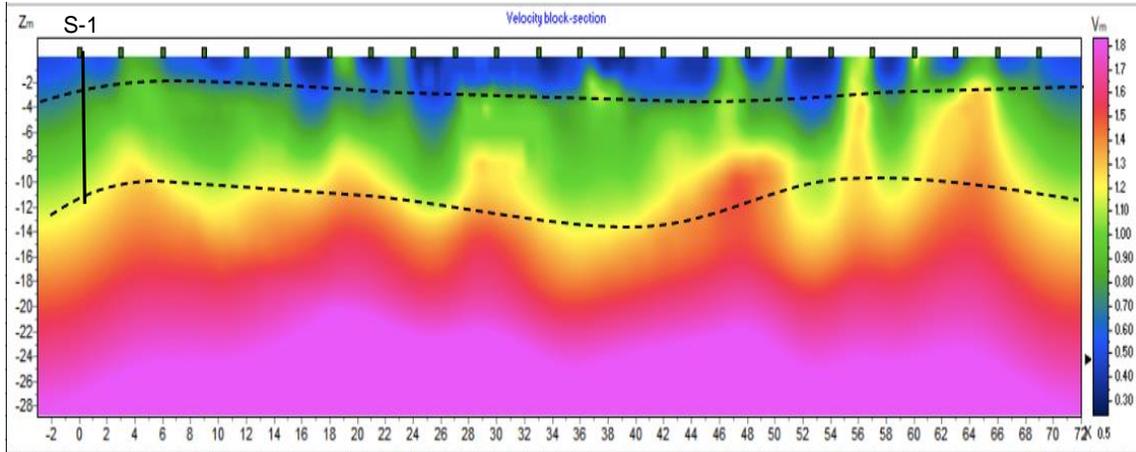


Figura 70. Perfil de modelo de capas. Velocidades de onda P obtenidas para la línea L-3 (Velocidad en km/s).

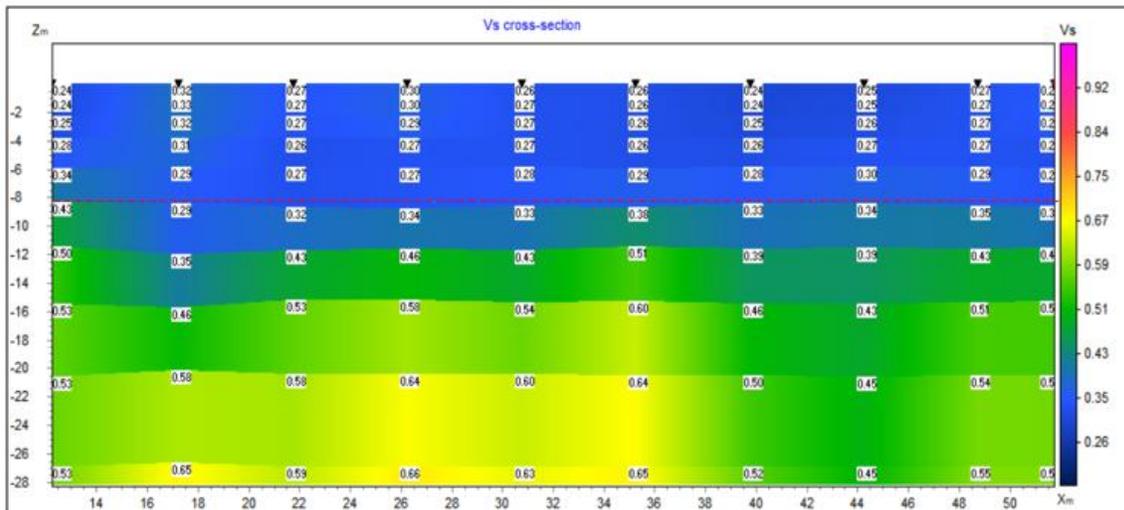


Figura 71. Perfil de modelo 2D de velocidades de onda s Vs obtenidas para la línea L-3.

Tabla 34 – Determinación de módulos de elasticidad y cortante a partir de la línea de refracción sísmica L-3.

Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Prof. Media (m)	V _s (m/s)	γ _t (kN/m ³)	ρ (K-kg/m ³)	V _p (m/s)	μ (-)	G _o (MPa)	E _o (MPa)
0.0	1.0	0.5	260	20.6	2.10	400	0.13	141.8	321.7
1.0	2.3	1.7	270	19.9	2.03	1100	0.47	147.7	433.7
2.3	3.8	3.1	270	19.4	1.98	1100	0.47	144.5	424.3
3.8	5.9	4.9	270	19.1	1.95	1100	0.47	142.1	417.3
5.9	8.6	7.3	280	19.0	1.93	1100	0.47	151.6	444.4
8.6	11.7	10.2	330	19.3	1.97	1100	0.45	214.6	622.6
11.7	15.3	13.5	430	20.1	2.05	1800	0.47	378.7	1113.1
15.3	20.4	17.9	540	20.7	2.11	1800	0.45	615.8	1786.6
20.4	26.9	23.7	600	20.9	2.13	1800	0.44	767.1	2205.3
26.9	30.0	28.5	630	20.9	2.14	1800	0.43	847.6	2424.4

Línea de refracción sísmica 4

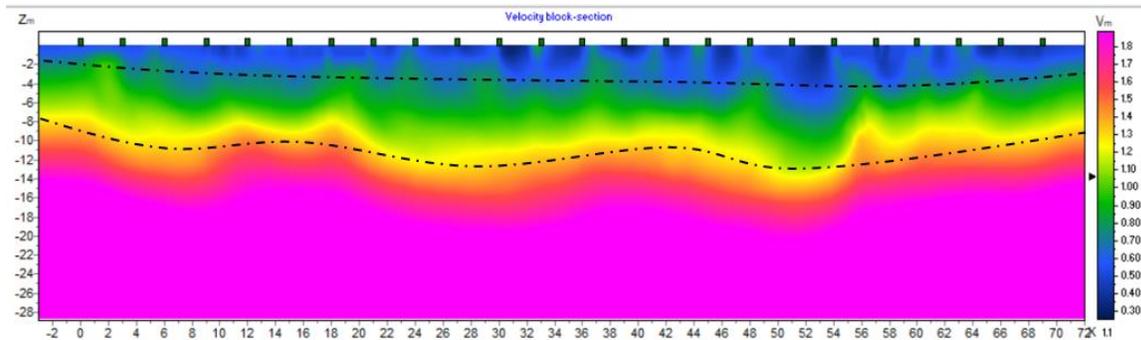


Figura 72. Perfil de modelo de capas. Velocidades de onda P obtenidas para la línea L-4 (Velocidad en km/s).

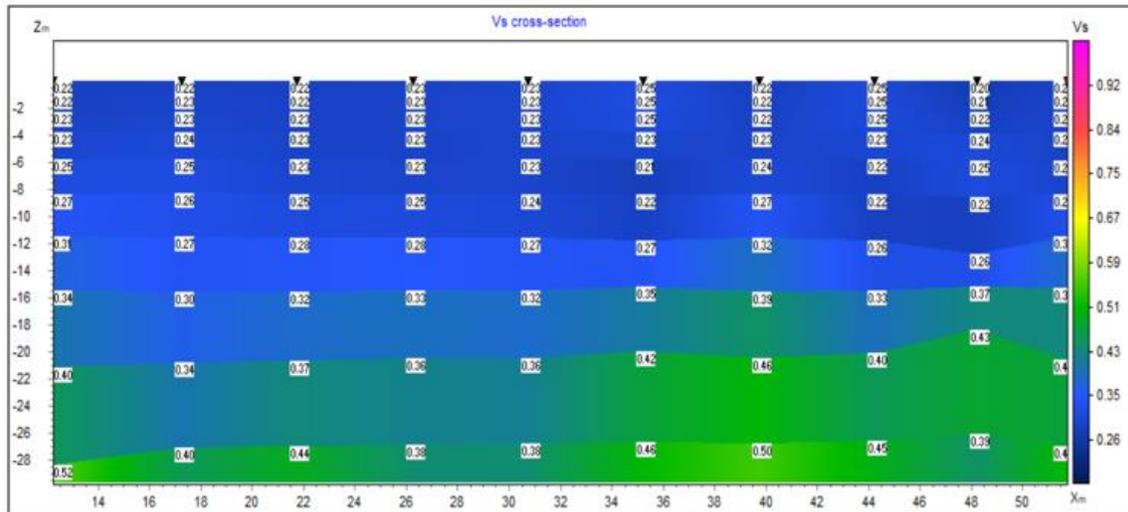


Figura 73. Perfil de modelo 2D de velocidades de onda s Vs obtenidas para la línea L-4.

Tabla 35 – Determinación de módulos de elasticidad y cortante a partir de la línea de refracción sísmica L-4.

Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Prof. Media (m)	Vs (m/s)	γ_t (kN/m ³)	ρ (K-kg/m ³)	Vp (m/s)	μ (-)	G _o (MPa)	E _o (MPa)
0.0	1.0	0.5	230	20.1	2.05	400	0.25	108.6	272.1
1.0	2.3	1.7	230	19.3	1.97	400	0.25	104.1	260.8
2.3	3.8	3.1	230	18.9	1.92	1100	0.48	101.8	300.6
3.8	5.9	4.9	230	18.5	1.89	1100	0.48	100.0	295.4
5.9	8.4	7.2	230	18.3	1.86	1100	0.48	98.5	291.1
8.4	11.6	10.0	204	17.6	1.79	1800	0.49	74.7	223.1
11.6	15.6	13.6	270	18.4	1.88	1800	0.49	136.8	407.1
15.6	20.5	18.1	320	18.8	1.92	1800	0.48	196.4	582.9
20.5	26.9	23.7	360	19.1	1.94	1800	0.48	251.7	744.7
26.9	30.0	28.5	380	19.1	1.95	1800	0.48	281.5	831.3

12.5.7 ENSAYOS DE LABORATORIO

Todas las muestras obtenidas durante la fase de exploración del subsuelo fueron identificadas visualmente, rotuladas y empacadas de tal forma para que no se alteraran sus propiedades, una vez en el laboratorio sobre un número representativo de los diferentes materiales se ejecutaron ensayos tendientes a conocer su comportamiento geomecánico. La cantidad de ensayos de laboratorio realizados

Se realizó una tabla resumen de los resultados la cual se presenta en el Anexo 3, esta tabla debido a sus dimensiones no se presenta en el informe pero contiene la información de: número de muestra, profundidad, tipo de ensayo o ensayos y resultado o resultados.

Tabla 36 – Resumen de ensayos de laboratorio ejecutados.

Ensayo	Norma	Cantidad
Humedad natural	NTC-4630-99 / INV. E-125-122	36
Límites de Atterberg	NTC-4630-99 / INV. E-125-126	33
Peso unitario	INV.-E-162	12
Peso específico	INV. E-128	3
Granulometría	NTC-1522 / INV.-E-123	8
Pasa tamiz 200	INV E - 214 - 13	28
Ensayo de compresión inconfiada	ASTM T208-70	6
Corte directo	INV.-E-154	5
Carga puntual	ASTM D 5731	7
Compresión Uniaxial	NORMA ASTM D 2938	4

12.5.7.1 HUMEDAD NATURAL Y LÍMITES DE ATTERBERG

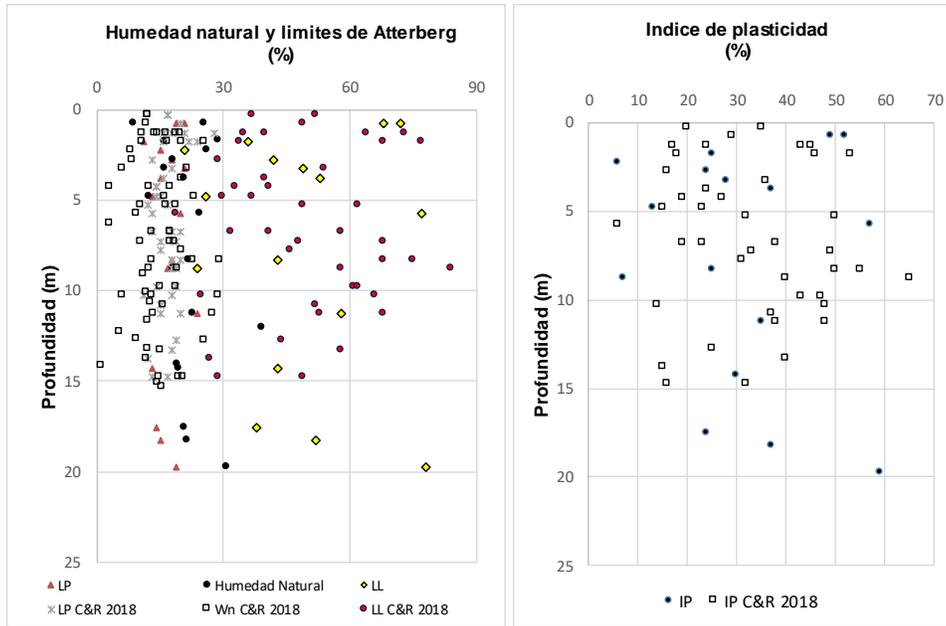


Figura 74. Variación de la humedad y los límites de Atterberg con la profundidad.

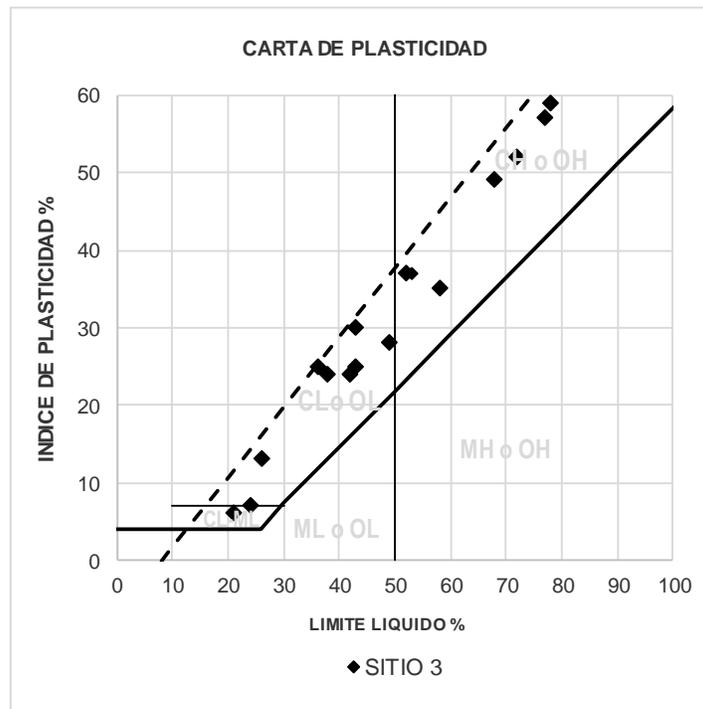


Figura 75. Carta de plasticidad para los materiales cohesivos presentes en el sitio 3

12.5.7.2 PESO UNITARIO

El peso unitario varía entre 17.3 a 21.7 kN/m³, con un valor promedio de 19.5 kN/m³, estos resultados coinciden con los obtenidos en el estudio de C&D (Abril, 2018) que presentan un valor promedio de 20.2 kN/m³.

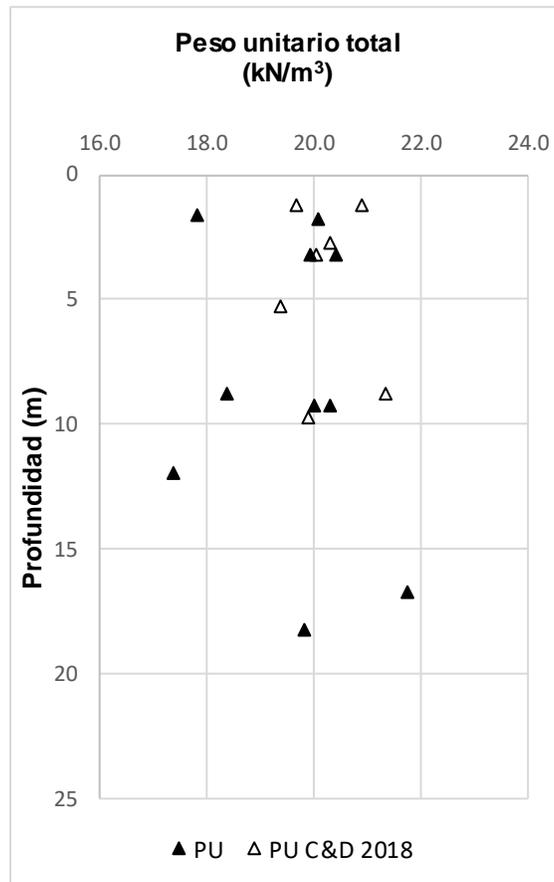


Figura 76. Variación del peso unitario con la profundidad.

12.5.7.4 CORTE DIRECTO

De los ensayos de corte directo se obtuvo un valor de cohesión entre 2 a 28 kPa, y un ángulo de fricción 9.2 a 31.7°, estos resultados se compararon en primer lugar con un ensayo de corte realizado por C&D (Abril 2018) en el que se obtuvo una cohesión de 96 kPa y un ángulo de fricción de 15.9° para una muestra a 3.75 m de profundidad, y en segundo lugar con los resultados de fricción obtenidos por correlación con el valor de N del ensayo de SPT, estos datos muestran valores sobre estimados del ángulo de fricción para la mayor parte del perfil, a excepción de una profundidad de 8.75 m en donde los valores de coinciden con el resultado del ensayo de corte para la muestra S-3 M-13.

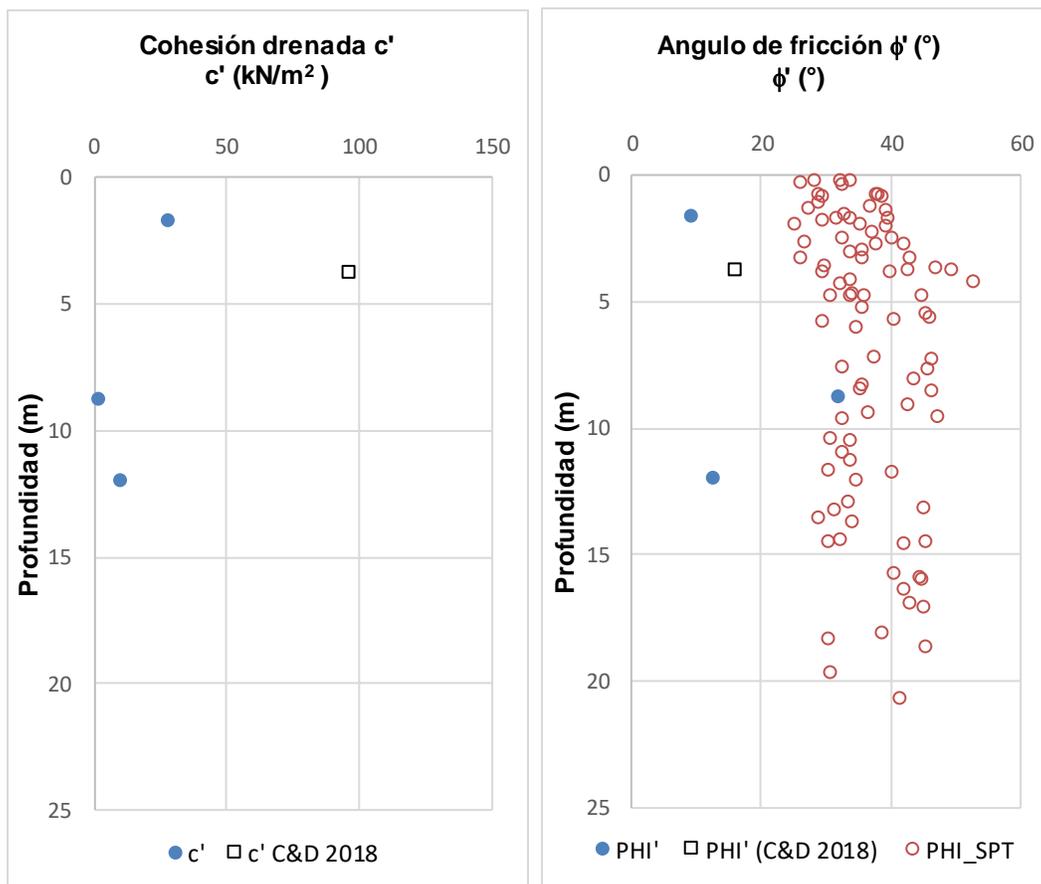


Figura 78. Resumen de parámetros corte directo.

12.5.7.5 RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADO

La resistencia al corte no drenado obtenida sobre muestras en laboratorio varía entre 84 a 496 kPa, lo cual indica una consistencia entre firme a dura. Dichos resultados correlacionan con los obtenidos a partir del penetrómetro de bolsillo y del ensayo de SPT.

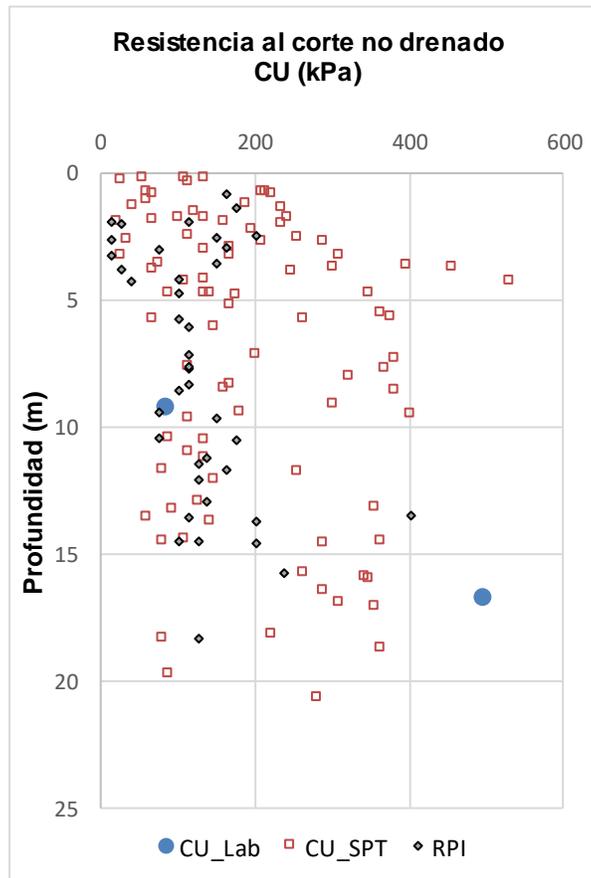


Figura 79. Variación de la resistencia al corte no drenado con la profundidad

12.6 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

Los materiales que se presentan en el área de estudio y que fueron determinados a partir de la exploración del subsuelo, los ensayos de laboratorio, las pruebas geofísicas y la evaluación geológica del área se describen en la siguiente tabla.

Tabla 37 – Materiales geológicos encontrados en el sitio 3

Material	Símbolo	Descripción
Formación Usme	Nmu	En el sector evaluado aflora la secuencia inferior de la Formación, que conforma la parte axial del sinclinal de Usme Tunjuelito; en la margen derecha del río Tunjuelito aflora una secuencia de arcillolitas y arcillolitas arenosas de color gris oscuro en estado fresco y con colores amarillos a rojizos por alteración.
Formación Marichuela	Qma	<p>Las labores de exploración directa realizadas en el predio permitieron establecer que la unidad se encuentra integrada por una secuencia de gravas medias a gruesas, arenas compactas y arcillas de color café, gris y rojizo; las gravas provienen de areniscas de grano fino redondeadas y subangulares, son frecuentes los bloques de areniscas, los colores rojos y moteados son comunes en los sedimentos, la unidad se encuentra medianamente consolidada. El espesor de la unidad varía entre 20 los 70 m, de acuerdo a los resultados de la refracción sísmica y de los sondeos exploratorios realizados en el predio.</p> <p>Es importante mencionar que esta unidad se encuentra medianamente consolidada, dado que corresponde a depósitos de origen fluvio torrencial aun no litificados.</p>

Tabla 38 – Parámetros geotécnicos para materiales en el sitio 3

Material	Símbolo	Espesor (m)	Peso unitario, γ_t (kN/m ³)	Cohesión, c' (kN/m ²)	Angulo de fricción, ϕ (°)
Formación Marichuela	Qma	>300	19	9	31
Formación Usme	Nmu	120	24	68	15

12.7 MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO.

El modelo geológico – geotécnico propuesto para el sitio 3 Villa Juliana se muestra en la Figura 80 y la sección transversal A-A' en sentido SE-NW en la Figura 81.

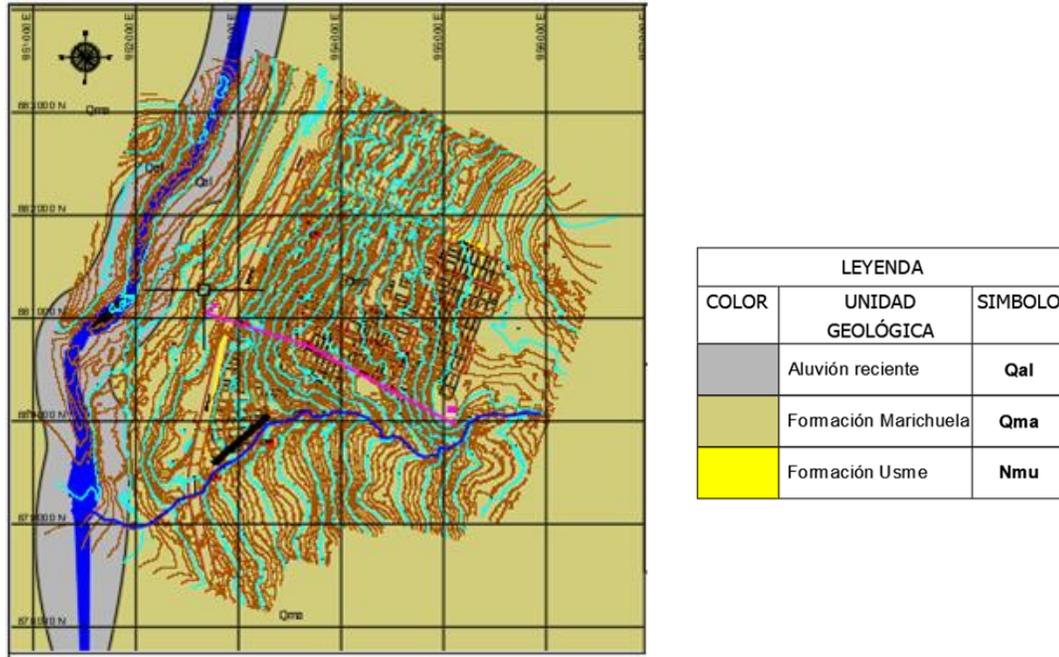


Figura 80 – Mapa de geología y sección de análisis A-A' (sentido SE-NW)

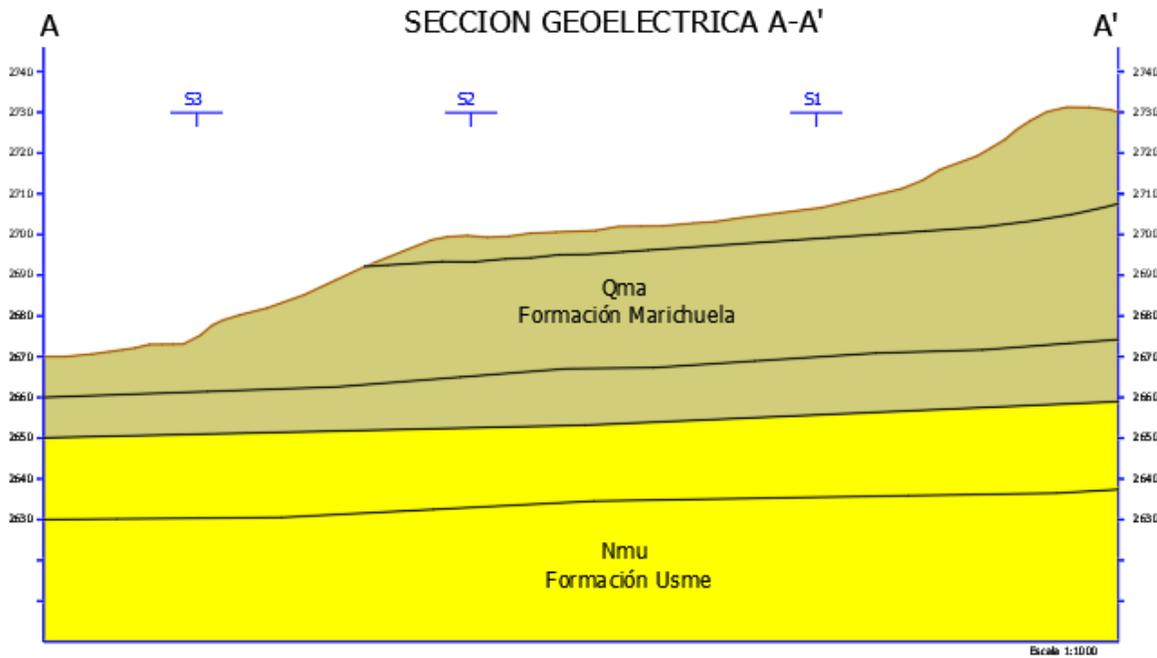


Figura 81. Sección A-A' (Sentido SE-NW)

Nota: Es importante mencionar que la Formación Marichuela (Qma) se encuentra medianamente consolidada, dado que corresponde a depósitos de origen fluvio torrencial muy antiguos aún no litificados.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 1</p>		

12.8 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

12.8.1 ANÁLISIS CONCEPTUAL DE ESTABILIDAD

El área de estudio del Sitio 3 Villa Juliana conformada por una ladera de origen agradacional con pendientes entre 10 y 25°, en la cual se presentan materiales asociados a la Formación Marichuela (Qma) compuestos por gravas medias a gruesas, arenas compactas y arcillas de color café, gris y rojizo; las gravas provienen de areniscas de grano fino redondeadas y subangulares, son frecuentes los bloques de areniscas. El espesor de la capa varía entre 20 a 70 m. Es importante mencionar que esta Formación Marichuela (Qma) se encuentra medianamente consolidada, dado que corresponde a depósitos de origen fluvio torrencial muy antiguos aún no litificados. Se observa pérdida de la cobertura vegetal debido a la erosión por lluvia.

En el área de estudio se identifican procesos de erosión laminar y en surcos, de carácter local principalmente en las vías y senderos peatonales del área de estudio, así como también procesos de socavación lateral y de fondo en la quebrada El Piojo en el costado sur del polígono.

Por lo anterior, se seleccionaron 4 secciones de análisis de estabilidad las cuales fueron distribuidas en el área de estudio teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Sección A-A'

Se localiza en el costado sur del área de estudio, permite el análisis de estabilidad de la ladera con dirección E-W, sobre la cual se observa la construcción de vivienda y desarrollo del barrio Villa Juliana.

Sección 1-1'

Esta sección se localiza en la parte central del polígono de estudio y tiene dirección E-W, permite evaluar la estabilidad del depósito fluvio torrencial que se identificó en este sector.

Sección 2-2'

Esta sección se localiza en el costado norte del polígono de estudio y tiene dirección E-W, permite evaluar la estabilidad del depósito coluvial que se presenta superficialmente en la ladera y sobre el cual se han construido las viviendas.

Sección 3-3'

Esta sección se localiza en el costado sur occidental del área estudio y tiene dirección N-S, permite evaluar la estabilidad del depósito coluvial que se presenta en este sector, el cual limita con la margen derecha de la quebrada El Piojo.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 138</p>
--	------------------------------------	---------------------

12.8.2 CONSIDERACIONES PARA LOS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

- Para el análisis de estabilidad del sitio 3 Villa Juliana se seleccionaron 4 secciones de análisis las cuales fueron distribuidas en el área de estudio con el fin de determinar las condiciones de estabilidad que presentan los taludes que conforman el barrio.
- La topografía de las secciones fue extraída del levantamiento topográfico llevado a cabo con dron para la totalidad del área.
- El nivel freático fue determinado a partir de las perforaciones que se realizaron en el área de estudio.
- En el sector se presentan viviendas de 1 piso, por lo tanto la sobrecarga por viviendas se tomó de 10 kN/m².
- Para las vías internas del barrio se asumió un sobrecarga de 8 kN/m², teniendo en cuenta un bajo nivel de tránsito.
- Para la condición seudoestática se toma un valor de aceleración de 0.18g definido a partir de $A=0.67A_0$ que para el sitio se toma $A_0=0.22$ g para depósitos de ladera de acuerdo con el Decreto 523 de 2010 que presenta la Microzonificación sísmica de Bogotá.
- Para la evaluación de las condiciones de estabilidad y de la amenaza por remoción en masa se tendrán en cuenta los factores de seguridad estipulados en la resolución 227 de 2006, los cuales se relacionan en la Tabla 39.

Tabla 39 – Factores de seguridad para evaluar la amenaza por remoción en masa

Condición	Amenaza	Factor de seguridad
Condición normal	Amenaza baja	> 1.9
	Amenaza media	1.2 - 1.9
	Amenaza alta	< 1.2
Condición extrema (50 años)	Amenaza baja	> 1.3
	Amenaza media	1.0 - 1.3
	Amenaza alta	< 1.0

Fuente: Resolución 227 de 2006

- Los análisis de estabilidad se ejecutan por medio del método de equilibrio límite empleando el programa Slide V7.0 de rocscience, el cual permite la determinación de los factores de seguridad para modelos en los que se tiene en cuenta el perfil topográfico del terreno, la distribución de los estratos, la presencia del nivel de agua y las propiedades de peso unitario, cohesión efectiva y ángulo de fricción de los materiales.

12.8.3 CONDICIÓN NORMAL

Para la condición normal se tendrá en cuenta un escenario de corto plazo, el cual está representado para el caso del agua por el nivel freático encontrado en las perforaciones y no se considera sismo.

12.8.4 CONDICIÓN EXTREMA

Para la condición extrema se tendrá en cuenta un escenario de largo plazo, en el cual se tendrá en cuenta el nivel extremo del nivel de agua, que para el caso del área de estudio se toma en la superficie del terreno, por su parte para la condición de sismo se tendrá en cuenta una aceleración de 0.18 g, tal como se mencionó anteriormente.

12.8.5 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

A continuación, se presentan los resultados de los análisis de estabilidad en las secciones de análisis A-A', 1-1', 2-2' y 3-3'. En la Tabla 40 se muestran los factores de seguridad y en el Anexo 3 los resultados gráficos obtenidos en el programa Slide V 7.0.

Tabla 40 – Resultados de corridas de análisis de estabilidad

Sección	Condición normal (escenario actual)	Condición extrema (agua)	Condición extrema (sismo Kst=0.18g)
A-A'	1.27	0.90	0.86
1-1'	1.22	0.96	0.84
2-2'	1.10	0.93	0.70
3-3'	1.45	1.13	0.92

12.8.6 SECCIONES DE ANÁLISIS SITIO 3 VILLA JULIANA

A continuación se muestran los esquemas usados para el análisis de estabilidad, así como el esquema de la localización en planta de las secciones, en el anexo 10 se presenta el plano en planta y los modelos de SLIDE.

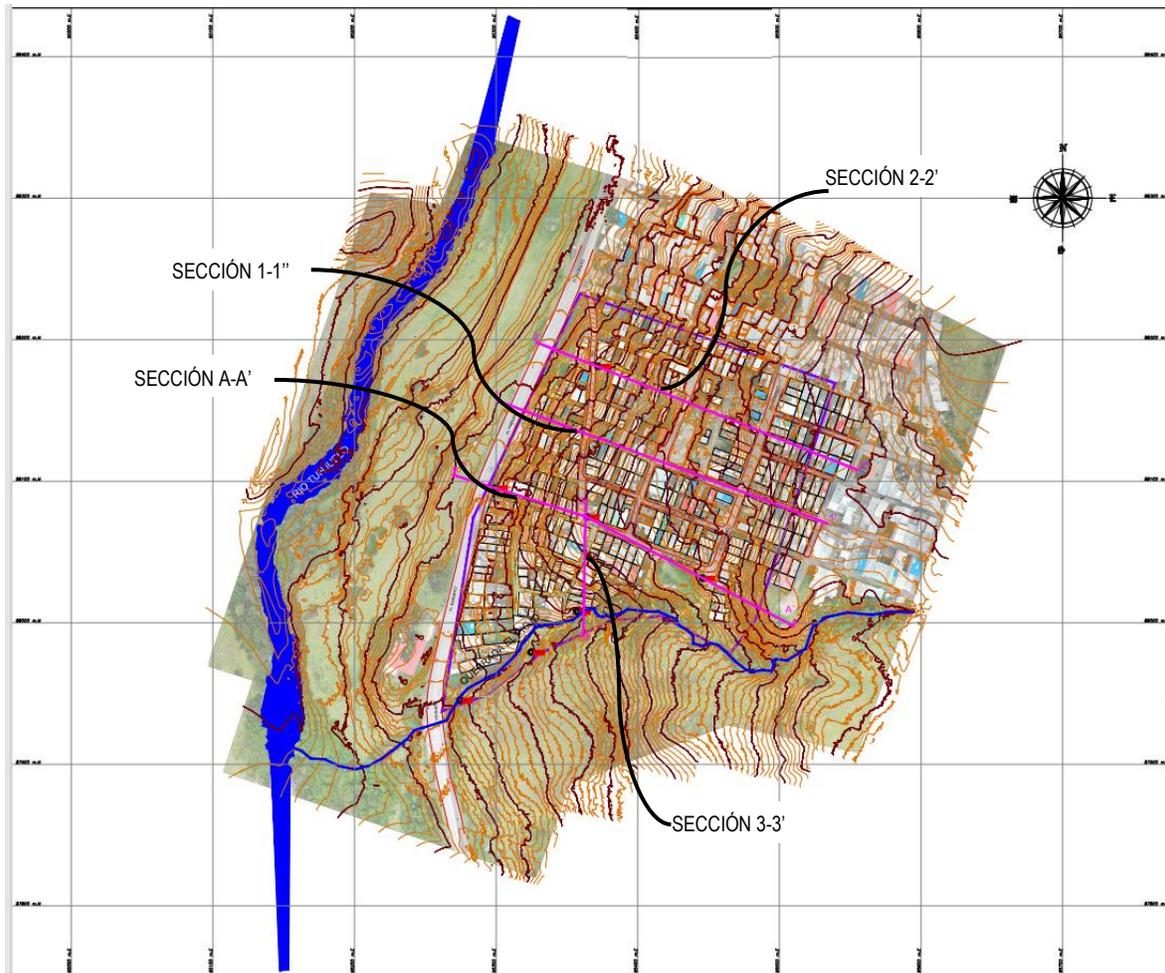
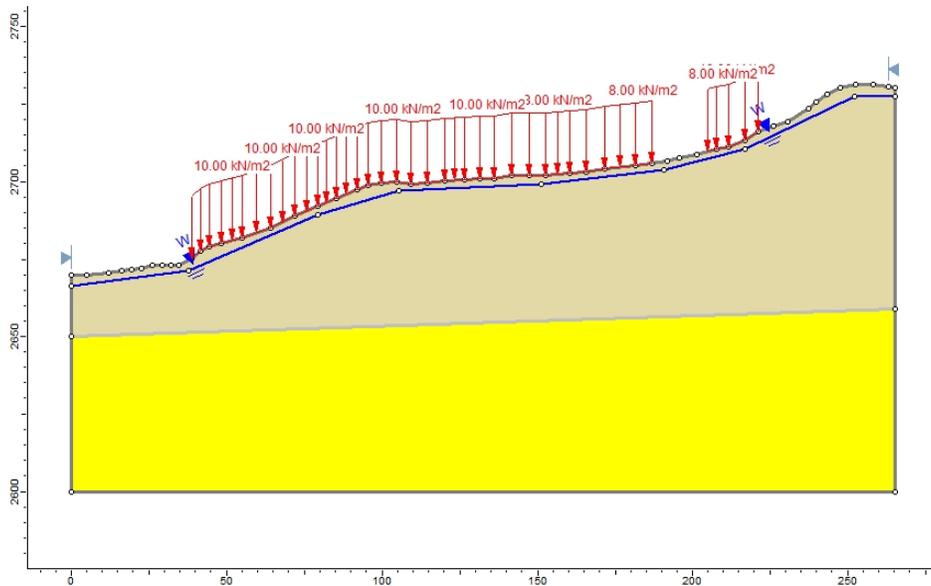


Figura 82. Localización en planta de secciones de análisis.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kN/m ²)	Phi	Water Surface	Hu Type
FORMACION MARICHUELA Qma		19	Mohr-Coulomb	9	31	Water Surface	Constant
FORMACION USME Nmu		24	Mohr-Coulomb	68	15	Water Surface	Constant

Figura 83. Modelo geotécnico sección A-A'.

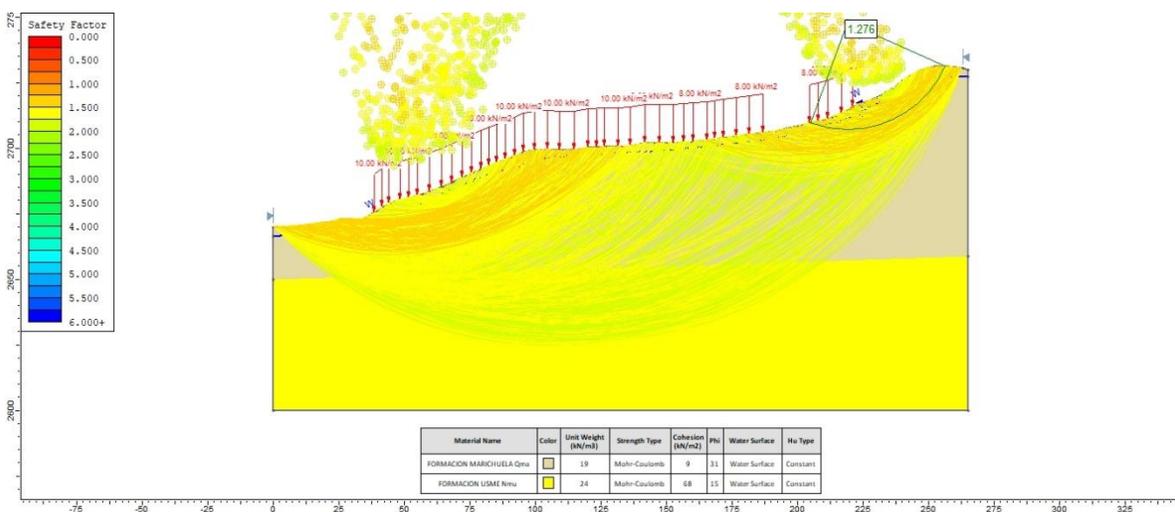


Figura 84. Sección A-A'. Condición normal. FS=1.27

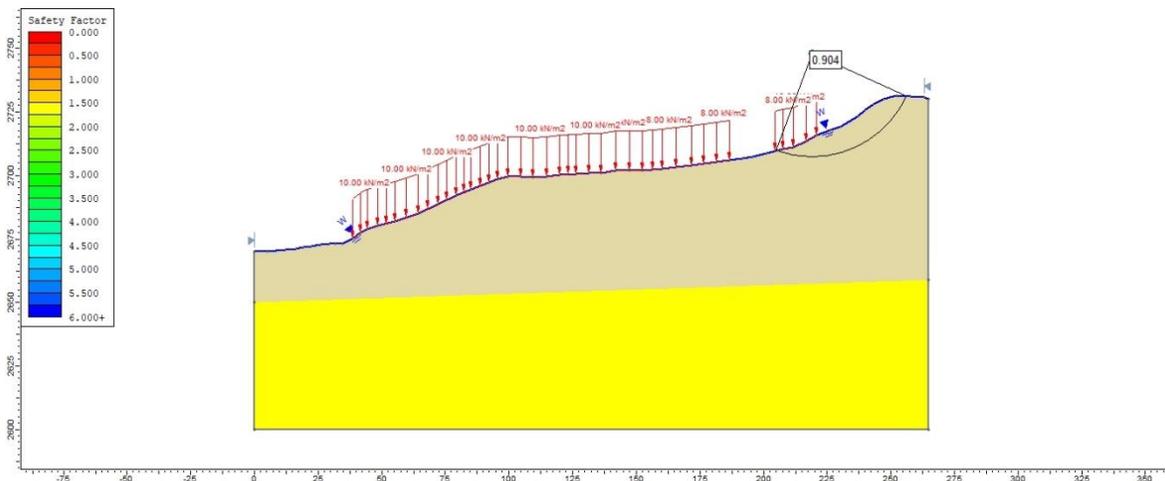


Figura 85. Sección A-A'. Condición extrema con agua. FS=0.90

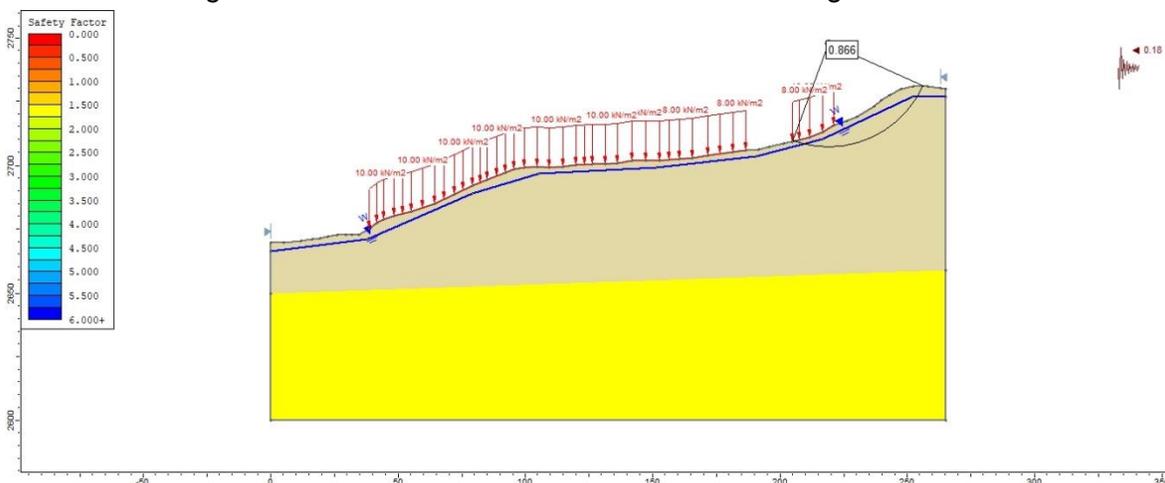


Figura 86. Sección A-A'. Condición extrema con sismo. FS=0.86

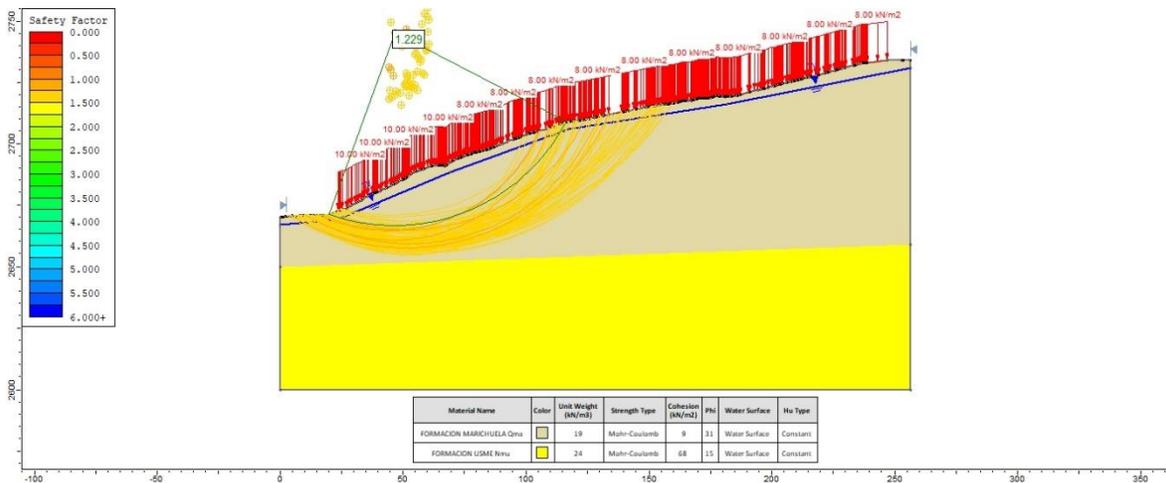


Figura 87. Sección 1-1' Condición normal. FS=1.229

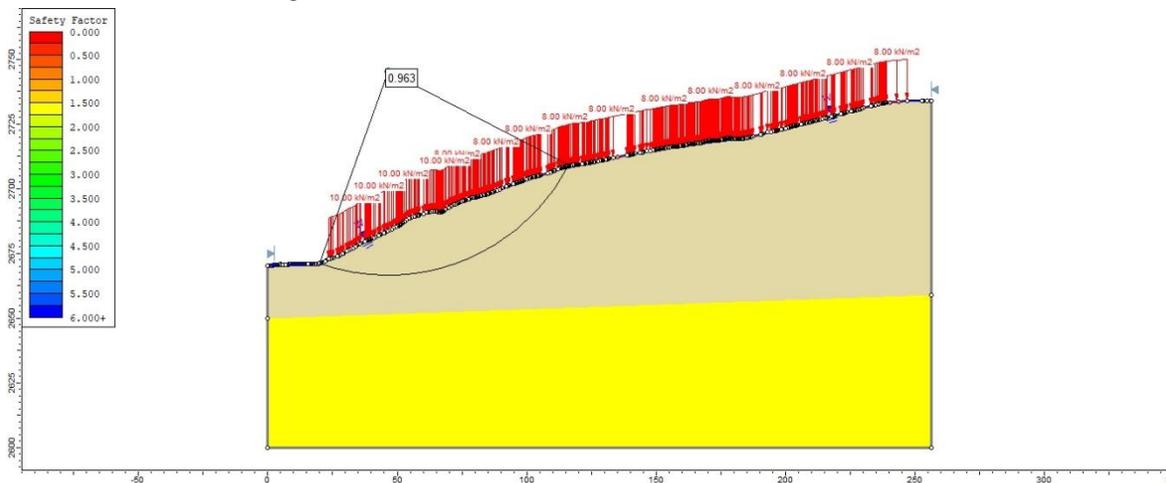


Figura 88. Sección 1-1'. Condición extrema con agua. FS=0.96

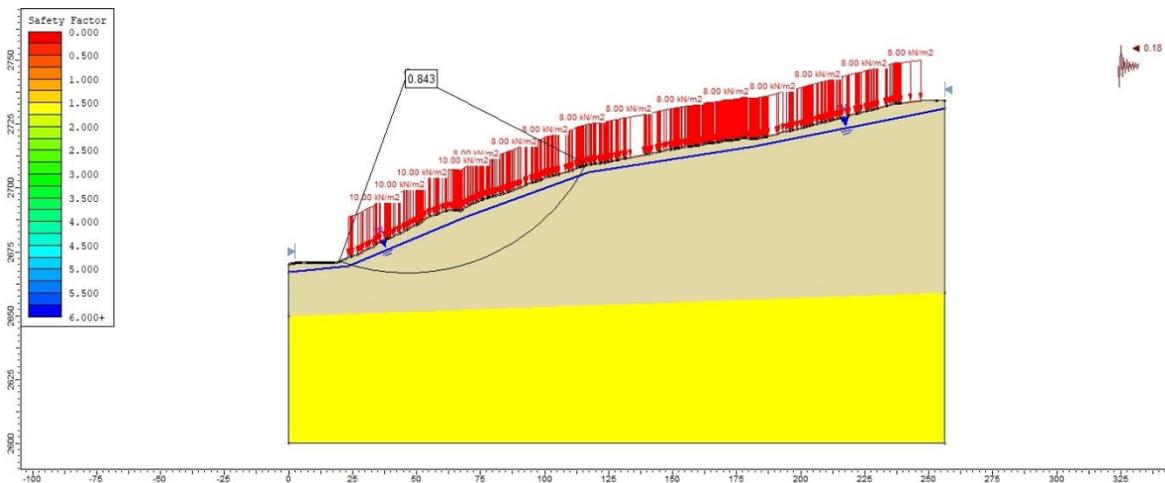


Figura 89. Sección 1-1'. Condición extrema con sismo. FS=0.84

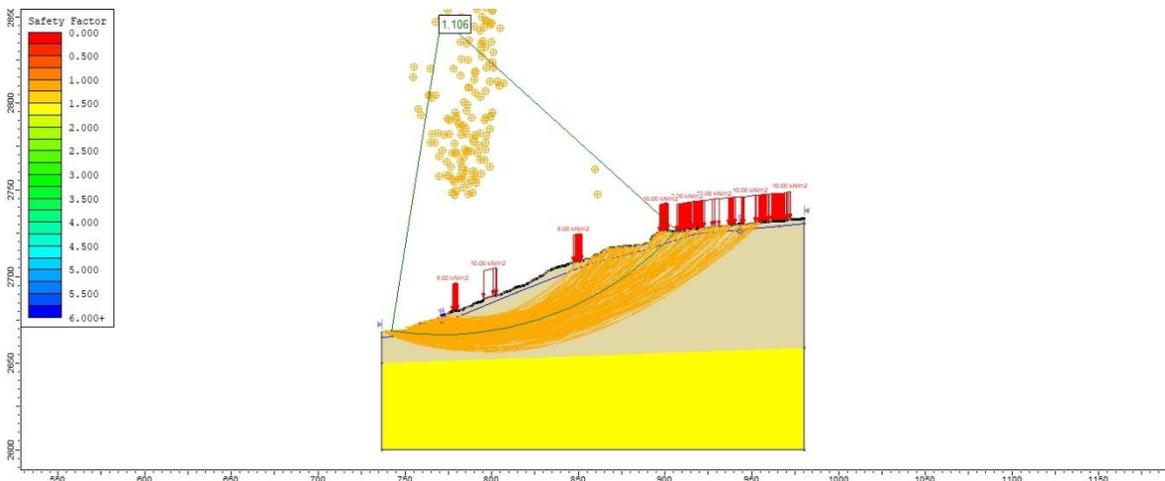


Figura 90. Sección 2-2'. Condición normal. FS=1.10

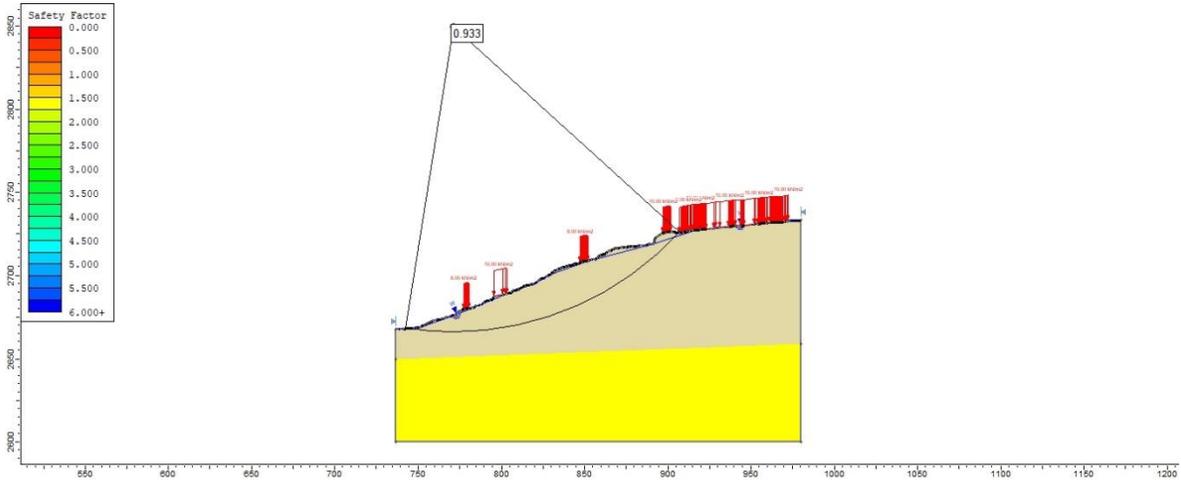


Figura 91. Sección 2-2'. Condición extrema con agua. FS=0.93

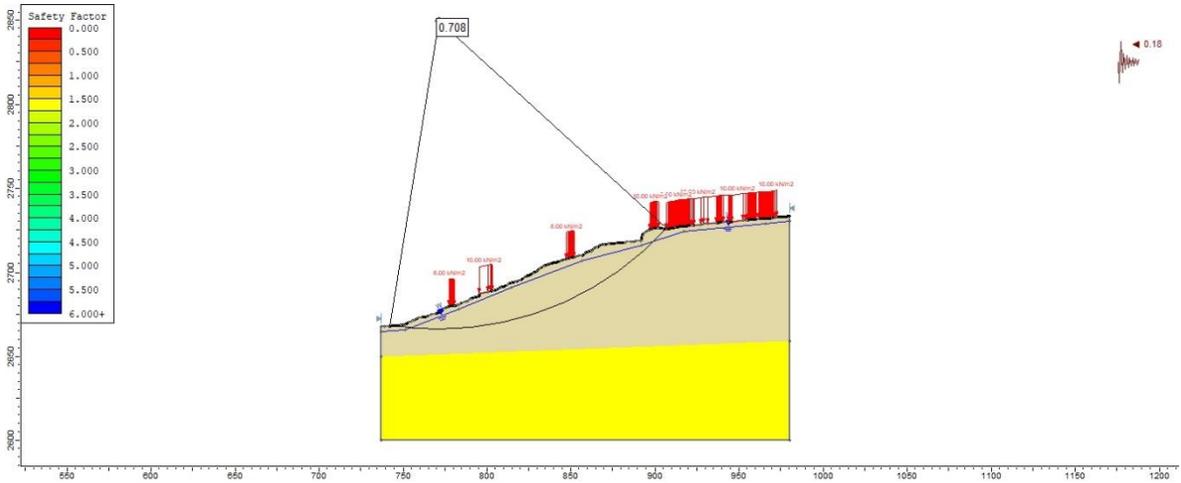


Figura 92. Sección 2-2'. Condición extrema con sismo. FS=0.70

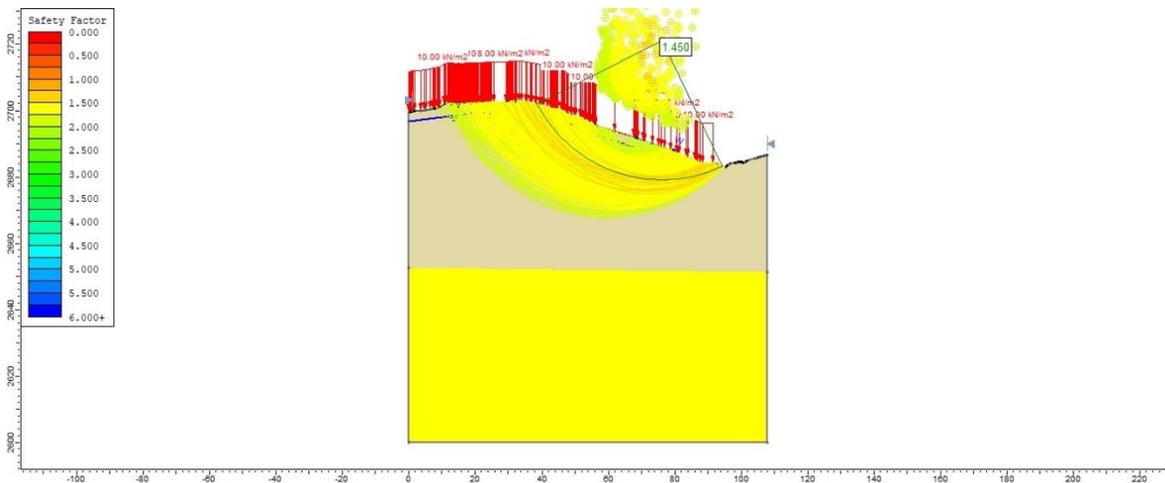


Figura 93. Sección 3-3' Condición normal. FS=1.45

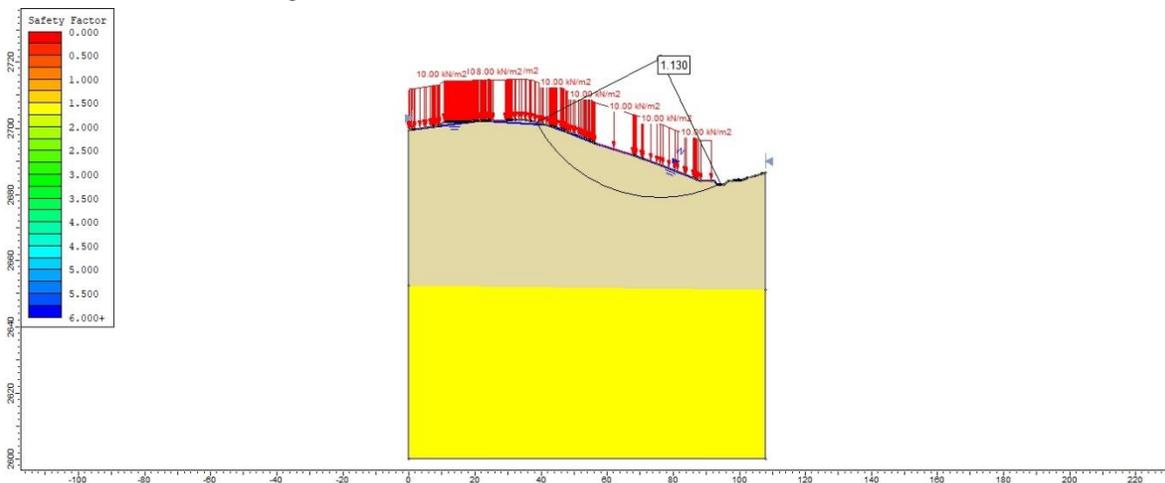


Figura 94. Sección 3-3'. Condición extrema con agua. FS=1.13

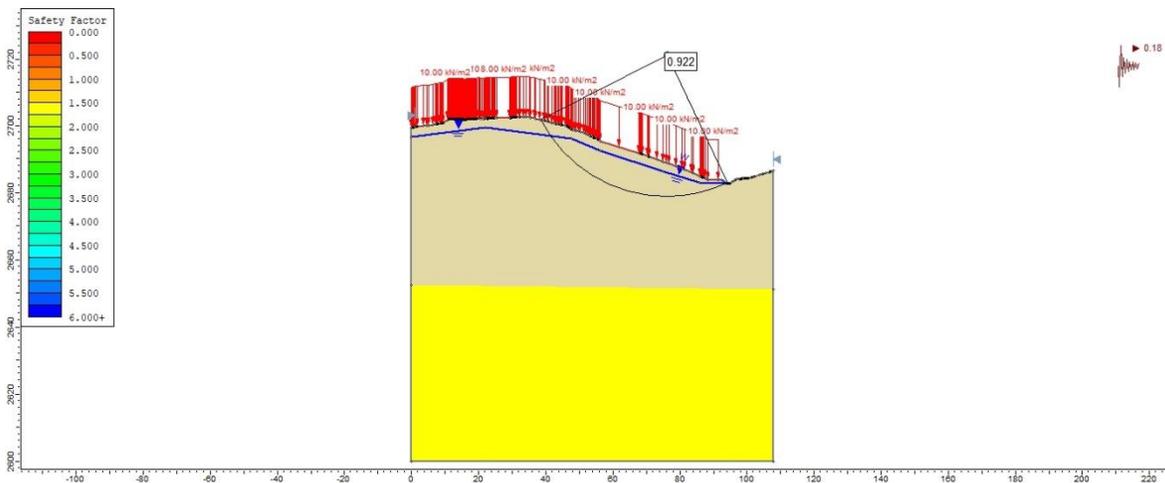


Figura 95. Sección 3-3'. Condición extrema con sismo. FS=0.92

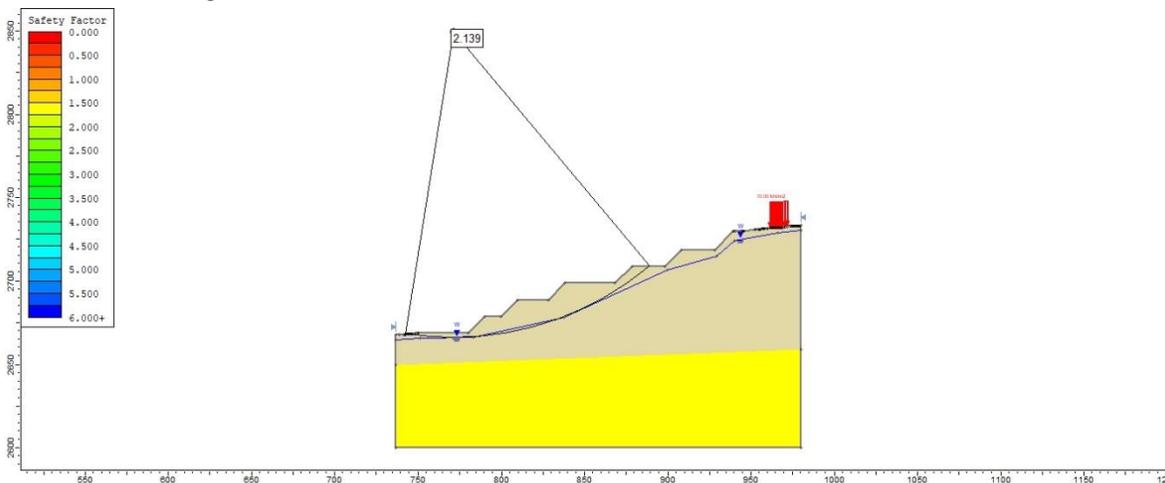


Figura 96. Sección 2-2'. Escenario con obras FS=2.13



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
AMBIENTE
Instituto Distrital de Gestión de Riesgos
y Cambio Climático

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN
SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES
CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE
AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA
CONTRATO No 507 DE 2020

VERSIÓN 1

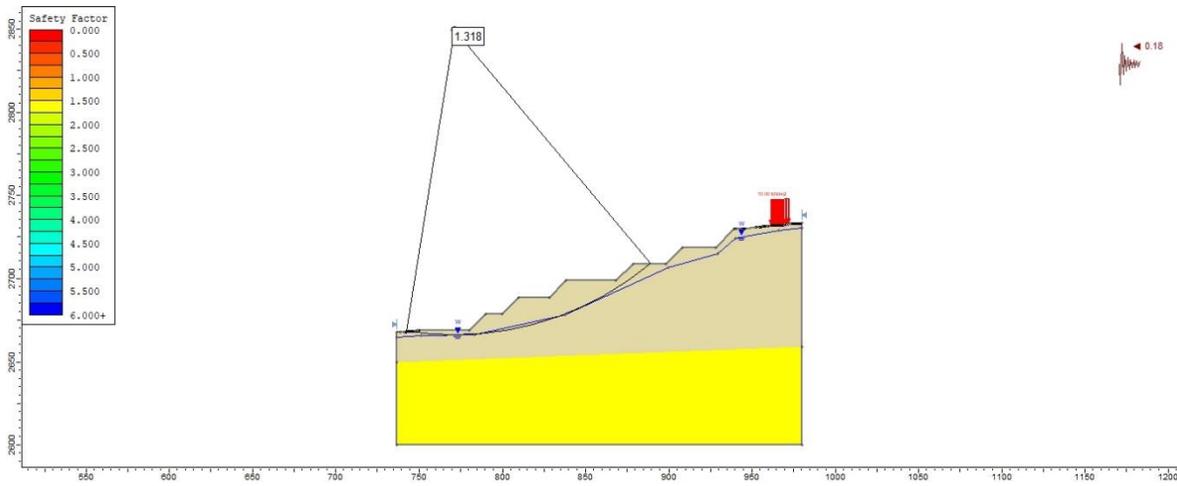


Figura 97. Sección 2-2'. Escenario con obras y sismo FS=1.31

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	 <p>DINAMICA S.A.</p>
<p>VERSIÓN 1</p>		

12.9 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al evaluar la condición actual para las secciones de análisis A-A', 1-1' y 3-3' se obtuvo factores de seguridad entre 1.22 a 1.45 lo cual indica un nivel de amenaza media, para el caso de la sección 2-2' localizada en el costado norte del área de estudio se obtuvo un factor de seguridad de 1.10 relacionado con un nivel de amenaza alta.

Para el escenario extremo con agua se obtuvo para las secciones A-A', 1-1' y 2-2' factores de seguridad inferiores a 1.0, lo cual califica la amenaza como alta, para este escenario. Por su parte la sección 3-3' obtuvo un factor de seguridad de 1.13 que indica un nivel de amenaza medio.

En el caso extremo con sismo las 4 secciones de análisis presentan factores de seguridad inferiores a 1.0, lo cual indica un nivel de amenaza alta.

Es importante mencionar que el resultado obtenido en la sección 2-2' de amenaza alta para la condición actual coincide con la zonificación por amenaza por movimientos de remoción en masa que actualmente se tiene en los mapas del IDIGER para la zona de estudio.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 1</p>		

12.10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.10.1 TIPO DE MATERIALES

Para la caracterización geológica y geotécnica de los materiales en el área de estudio se llevó a cabo un programa de exploración del subsuelo consistente en cinco (5) perforaciones mecánicas entre 18 y 21 m de profundidad, sondeos manuales entre 4 y 5 m, trincheras y apiques de 1.5 m de profundidad, así mismo se realizaron cuatro (4) líneas de refracción sísmica con longitud de 69 m.

De los resultados de la fase de campo y de laboratorio se determinó un modelo geológico – geotécnico conformado por materiales como: Formación Usme y Formación Marichuela. Los resultados de laboratorio incluyen la caracterización geotécnica y el modelo geológico - geotécnico, respectivamente.

En el área de estudio del polígono 3 se observa que el nivel freático varía entre 3.0 a 3.1 m en el costado norte del área (S-5), mientras que en la parte central la variación es entre 0.8 y 4.4 m de profundidad (Sondeos S-1, S-2 y S-3). Hacia el costado sur no se encontró el nivel freático.

12.10.2 RESULTADOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

Al evaluar la condición actual para las secciones de análisis A-A', 1-1' y 3-3' se obtuvo factores de seguridad entre 1.22 a 1.45 lo cual indica un nivel de amenaza media, para el caso de la sección 2-2' localizada en el costado norte del área de estudio se obtuvo un factor de seguridad de 1.10 relacionado con un nivel de amenaza alta.

Para el escenario extremo con agua se obtuvo para las secciones A-A', 1-1' y 2-2' factores de seguridad inferiores a 1.0, lo cual califica la amenaza como alta, para este escenario. Por su parte la sección 3-3' obtuvo un factor de seguridad de 1.13 que indica un nivel de amenaza medio.

En el caso extremo con sismo las 4 secciones de análisis presentan factores de seguridad inferiores a 1.0, lo cual indica un nivel de amenaza alta.

Es importante mencionar que el resultado obtenido en la sección 2-2' de amenaza alta para la condición actual coincide con la zonificación por amenaza por movimientos de remoción en masa que actualmente se tiene en los mapas del IDIGER para la zona de estudio.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 151</p>
--	------------------------------------	---------------------

12.10.3 RECOMENDACIONES

Para la reducción de la amenaza alta en la sección 2-2' se recomienda implementar obras de descarga de la ladera y reconfiguración del perfil del terreno con terraceo y manejo de aguas superficiales y subsuperficiales, dado que actualmente en la parte alta de la ladera se encuentra un talud de corte de 5.0 m de altura que no cuenta con estructuras de contención. Para este escenario se obtuvo un factor de seguridad en la condición con obras de FS=2.13 y para el caso son sismo un factor FS=1.31, lo cual indica que esta alternativa de obras alcanza un nivel de amenaza bajo.

Tabla 41 – Resultados de corridas de análisis de estabilidad para la sección 2-2' con obras

Sección	Condición con obras	Condición extrema (sismo Kst=0.18g)
2-2'	2.13	1.31

Se recomienda en el área de estudio regular la altura de los taludes de corte que ejecutan los habitantes con el propósito de realizar explanaciones del terreno y la posterior construcción de viviendas, dado que de acuerdo con los resultados de laboratorio el material de la Formación Marichuela presenta una cohesión baja del orden de 9 kN/m², la cual se reduce en caso de saturación del material asociado a un escenario de precipitaciones intensas.

Se recomienda revisar la delimitación de la Zona de Manejo y Preservación Ambiental ZMPA para el cauce de la quebrada El Piojo, dado que al momento de ejecución del estudio se observan viviendas construidas sobre la margen derecha de la quebrada, así como también la instalación de puentes artesanales en madera para el cruce de peatones.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. AMBIENTE Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 1</p>		

13 LIMITACIONES

Las conclusiones y recomendaciones que se presentan en el estudio hacen parte de la evaluación de las condiciones geológico - geotécnicas y de los análisis de estabilidad de taludes realizados para el polígono definido como Villa Juliana en el contrato 507 de 2020 IDIGER y soportadas tanto en la información antecedente existente al momento de la elaboración del informe, como de los resultados de los perforaciones, apiques, trincheras, líneas de refracción sísmica y ensayos de laboratorio ejecutados para el proyecto.

Para la ejecución de una obra en particular se deberá realizar la exploración del subsuelo específica de acuerdo con la normatividad vigente que aplique al proyecto de construcción que se pretenda realizar.

	<p>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA EN SECTORES PRIORITARIOS DE LAS LOCALIDADES CHAPINERO Y USME PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZA Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA</p> <p>CONTRATO No 507 DE 2020</p>	
<p>VERSIÓN 1</p>		

14 BIBLIOGRAFÍA:

Chow, V. T. (1994). *Hidrología Aplicada*. McGRAW W- HILL.

Claro Rizo, F. (Septiembre de 2006). Índice de Disponibilidad Hídrica, Metodología de Cálculo y Aplicación en Colombia. Bogotá D.C.: IDEAM.

Consortio Geocontrol. (2006). *Estudio de riesgos por fenómenos de remoción en masa, evaluación de alternativas de mitigación y diseños detallados de las medidas recomendadas en el Barrio Bella Flor, ubicado en la localidad de Ciudad Bolívar, en Bogotá D.C.* Bogotá D.C.

Consortio JG 01. (2017). *Diagnostico de las redes de acueducto, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial*. Bogotá D.C.

Gómez Blanco, J. A., & Cadena, M. C. (Diciembre de 2017). Validación de las Fórmulas de Evapotranspiración de Referencia (ET_o) para Colombia. IDEAM.

IDEAM. (2007). *Estudio de la caracterización climática de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelo*. Bogotá.

IDEAM. (2014). Atlas Climatológico de Colombia.

Ingeocim Ltda. (1998). *Zonificación por inestabilidad del terreno para diferentes localidades en la ciudad de Santafé de Bogotá D.C.* Bogotá D.C.

INVIAS. (2009). *Manual de drenaje para carreteras*.

Mijares, F. J. (1992). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Limusa.

Vargas, R., & Diaz-Granados, M. (1998). Curvas sintéticas regionalizadas de intensidad-duración-frecuencia para Colombia.

Veloza Franco, J. A. (2013). *Sistema de modelamiento hidrogeológico del Distrito Capital*. Bogotá.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 154</p>
--	------------------------------------	---------------------