

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 CAJITA DE LOS SOCHES.

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 1</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 1</p>		

TABLA DE CONTENIDO

1	GLOSARIO DE SIGNOS, SÍMBOLOS, UNIDADES Y ABREVIATURAS	11
2	INTRODUCCIÓN	15
3	OBJETIVOS	16
4	ALCANCE	17
5	ANTECEDENTES TÉCNICOS	18
6	LOCALIZACIÓN DE LOS SECTORES DE ESTUDIO	18
6.1	SITIO 4 CAJITA DE LOS SOCHEZ, LOCALIDAD DE USME	18
7	REVISIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN ANTECEDENTE	19
7.1	SITIO 4 CAJITA DE LOS SOCHEZ, LOCALIDAD DE USME	19
7.1.1	ZONIFICACIÓN POR AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA	30
7.2	REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA OBTENIDA.	31
7.2.1	SITIO 4 CAJITA DE LOS SOCHEZ	32
8	HALLAZGOS DE LA VISITA	41
8.1	SITIO 4 CAJITA DE LOS SOCHEZ	41
9	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO	45
9.1	EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y ENSAYOS DE LABORATORIO	45
9.2	ZONIFICACIÓN GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA	45
10	MODELO GEOLÓGICO CAJITA DE LOS SOCHEZ	47
10.1	GEOLOGÍA REGIONAL.	47
10.1.1	ESTRATIGRAFÍA.	47
10.1.2	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.	49
10.1.3	GEOLOGÍA LOCAL.	49
10.1.4	FORMACIÓN USME (E2U):	50
10.1.5	FORMACIÓN REGADERA (E2R):	50
10.1.6	DEPÓSITO DE COLUVIÓN (QCO)	51
10.1.7	DEPÓSITO ANTRÓPICO (QAR)	51
10.2	ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO	51
10.2.1	ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO	51
10.2.2	UNIDADES GENÉTICAS DEL RELIEVE	52
10.2.3	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	52

 <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>		

10.2.4	LADERA DE ACUMULACIÓN (DLF).	53
10.2.5	CONTRAPENDIENTE ESTRUCTURAL DENUDADA (DLCD):	53
10.2.6	PROCESOS MORFODINÁMICOS.	54
10.3	ANÁLISIS MULTITEMPORAL	54
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	CONDICIONES DE AGUA SUPERFICIAL Y SUB SUB-SUPERFICIAL (HIDROGEOLOGIA) VILLA JULIANA Y CAJITA DE LOS SOCHES	71
11.4.1	CONDICIONES TOPOGRÁFICAS	71
11.4.2	CONDICIONES DE USO ACTUAL	71
11.4.3	CONSIDERACIONES HIDROGEOLÓGICAS DE LA TEXTURA DE LOS MATERIALES	71
11.4.4	EVALUACIÓN HIDROGEOLÓGICA	71
11.4.5	POSICIONES DE NIVELES DE AGUA O FACTORES RU (PRESIÓN DE POROS) EN CONDICIONES NORMALES.	72
11.4.6	POSICIONES DE NIVELES DE AGUA O FACTORES RU (PRESIÓN DE POROS) EN CONDICIONES EXTREMAS.	73
12	ESTUDIO GEOTÉCNICO SITIO 4 CAJITA DE LOS SOCHES	74
12.1	ASPECTOS SÍSMICOS	74
12.2	GEOLOGÍA LOCAL	75
12.2.1	FORMACIÓN USME (E2U):	76
12.2.2	FORMACIÓN REGADERA (E2R):	76
12.2.3	DEPÓSITO DE COLUVIÓN (QCO)	76
12.2.4	DEPÓSITO ANTRÓPICO (QAR)	77
12.3	GEOMORFOLOGÍA	77
12.3.1	LADERA DE ACUMULACIÓN (DLF).	77

12.3.2	CONTRAPENDIENTE ESTRUCTURAL DENUDADA (DLCD):	78
12.3.3	PROCESOS MORFODINÁMICOS.	78
12.4	INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA	78
12.4.1	EXPLORACIÓN DIRECTA	79
12.4.2	PERFILES ESTRATIGRÁFICOS	82
12.4.3	NIVEL FREÁTICO	83
12.4.4	RESULTADOS DE ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)	83
12.4.5	ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS DE RESISTENCIA A PARTIR DEL ENSAYO DE SPT	84
12.4.6	EXPLORACIÓN INDIRECTA	87
12.4.7	ENSAYOS DE LABORATORIO	91
12.5	CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	100
12.6	MODELO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO	103
12.7	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD	104
12.7.1	ANÁLISIS CONCEPTUAL DE ESTABILIDAD	104
12.8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	105
12.8.1	TIPO DE MATERIALES	105
12.8.2	RESULTADOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES	105
12.8.3	RECOMENDACIONES	106
13	LIMITACIONES	107
14	BIBLIOGRAFÍA:	108

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Coordenadas delimitación del Polígono Cajita de los SOCHEZ – Localidad Usme.	18
Figura 2. Fotografías asociadas a procesos de inestabilidad del terreno y actividades antrópicas en la UPZ Gran Yomasa, sectores aledaños al barrio Casaloma II Sector. DI- 4330. Julio de 2006. DPAE (2006).....	27
Figura 3. Colapso de talud de corte realizado para el emplazamiento de las viviendas en el barrio Casaloma II Sector. Fotografías asociadas a procesos de inestabilidad del terreno y actividades antrópicas en la UPZ Gran Yomasa. DI-4330. Julio de 2006. DPAE (2006)..	27
Figura 4. Escarpe pronunciado con dirección E-W que cubre la manzana 8 del barrio Tocaimita Oriental. DI-4330. Agosto de 2006. DPAE (2006).....	28
Figura 5. Paisaje del piedemonte de los Cerros Orientales de Bogotá en el sector de Tocaimita Oriental, se evidencian las crestas estructurales que marcan la geomorfología de la zona, así como un flujo de tierras extenso. DI-4330. Agosto de 2006. DPAE (2006). ..	28

Figura 6. Detalle de erosión laminar y en surcos sobre relleno antrópicos en el barrio Tocaimita Oriental. DI-4330. Agosto de 2006. DPAE (2006).....	29
Figura 7. Detalles de talud de corte en suelos oscuros, y proceso de falla local por desconfiamiento en un talud de corte en el barrio Tocaimita Oriental. DI-4330. Agosto de 2006. DPAE (2006).....	29
Figura 8. Zonificación por amenaza por remoción en masa para el área de estudio Sitio 4 Cajita de los SOCHEZ. IDIGER (2018).....	30
Figura 9. Mapa de Localización-Zonas de Espacio Público.	32
Figura 10. Mapas Estratégicos de Ruido-Cajita de Sochez.....	35
Figura 11. Puntos de Monitoreo en el Río Tunjuelo-RCHB.	36
Figura 12. Determinantes de Calidad.....	37
Figura 13. Programas Sociales-Barrio Cajita de Sochez.....	37
Figura 14. Plano Red de Gas-Barrio Cajita de Sochez.	38
Figura 15. Áreas de Interés-Cajita de Sochez.....	39
Figura 16. Cruce de Información Polígono de Estudio Cajita de Sochez y Desarrollo Sierra Morena.	39
Figura 17. Mapa de Patrimonio Inmobiliario-Cajita de Sochez.	40
Figura 18. Vista en planta del área de estudio del sitio 4.	42
Figura 19. Geología regional, tomada de INGEOMINAS 1997.....	48
Figura 20. Tomado de IGAC año 2004 en escala 1:4.000.	56
Figura 21. Modificado de Google Earth, año 2016 en escala 1:4.000.	58
Figura 22. Modificado de ortofoto año 2021 escala 1:4.000.....	59
Figura 23. Análisis multitemporal en escala 1:4.000.	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. Zonificación por respuesta sísmica para el sitio 4 Cajita de los Soches.....	75
Figura 36. Localización de exploración del subsuelo – sitio 4.....	80
Figura 37. Registro fotográfico de algunas de las muestras obtenidas de los sondeos....	81
Figura 38. Variación del valor de N del ensayo de SPT con la profundidad.....	84
Figura 39. Estimación de parámetros de resistencia para el depósito antrópico.....	85
Figura 40. Estimación de parámetros de resistencia para el nivel arcilloso de la Formación Usme.....	86
Figura 41. Localización de líneas de refracción sísmica– sitio 4.....	88

Figura 42. Perfil de modelo de capas. Velocidades de onda P obtenidas para la línea L-1 (Velocidad en km/s)	88
Figura 43. Perfil de modelo 2D de velocidades de onda s Vs obtenidas para la línea L-1	89
Figura 44. Perfil de modelo de capas. Velocidades de onda P obtenidas para la línea L-2 (Velocidad en km/s)	90
Figura 45. Perfil de modelo 2D de velocidades de onda s Vs obtenidas para la línea L-2	90
Figura 46. Variación de la humedad y los límites de Atterberg con la profundidad.....	92
Figura 47. Carta de plasticidad para los materiales cohesivos presentes en el sitio 4.....	93
Figura 48. Variación del peso unitario con la profundidad	94
Figura 49. Variación del peso específico con la profundidad.....	95
Figura 50. Variación del contenido de gravas, arenas y finos con la profundidad	96
Figura 51. Variación de la resistencia al corte no drenado con la profundidad	97
Figura 52. Variación de la cohesión drenada y el ángulo de fricción con la profundidad ..	98
Figura 53. Variación resistencia a la compresión en roca con la profundidad	99
Figura 54. Determinación de parámetros de resistencia para arcillolita de la Formación Usme	101
Figura 55. Determinación de parámetros de resistencia para arenisca de la de la Formación Regadera.....	102
Figura 56. Mapa de geología	103
Figura 57. Sección A-A' (Sentido W-E)	104

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 – Revisión de información de diagnósticos técnicos del IDIGER para el sitio 4 Cajita de los Sochez.	20
Tabla 2 – Información Secundaria Suministrada Por Entidades.....	31
Tabla 3 – Registro fotográfico de visita sitio Cajita de los Sochez.....	43
Tabla 4 – Unidades Geomorfológicas.	53
Tabla 5 – Cajita.....	72
Tabla 6 – Parámetros sísmicos del espectro de respuesta para el sitio 4 Cajita de los Sochez.....	74
Tabla 7 –Unidades Geomorfológicas	77
Tabla 8 – Localización de sondeos sitio 4.....	79
Tabla 9 – Profundidad del nivel freático	83
Tabla 10 – Localización de líneas de refracción sísmica Sitio 4 Cajita de los Sochez.....	87
Tabla 11 – Determinación de módulos de elasticidad y cortante a partir de la línea de refracción sísmica L-1.....	89
Tabla 12 – Determinación de módulos de elasticidad y cortante a partir de la línea de refracción sísmica L-2.....	90
Tabla 13 – Resumen de ensayos de laboratorio ejecutados.	91
Tabla 14 – Resultados de ensayo de compresión en roca para el sitio 4	99





	<p style="text-align: center;">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>		

Tabla 15 – Materiales geológicos encontrados en el sitio 4 100

Tabla 16 – Parámetros geotécnicos para materiales en el sitio 4 102

 <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>		

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 9</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>		

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 10</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 1</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

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

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>DINAMICA S.A.</p>
<p>VERSIÓN 1</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	Υ	:	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>VERSIÓN 1</p>		

2 INTRODUCCIÓN



El presente documento tiene como fin mostrar los resultados de los trabajos adelantados en el polígono Cajita de los Soches 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 Cajita de los Sochez 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 15</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 1</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 16</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>		

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 17</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 4 CAJITA DE LOS SOCHEZ, LOCALIDAD DE USME

VERTICE	PUNTO_X	PUNTO_Y	VERTICE	PUNTO_X	PUNTO_Y
0	97900,63	89514,66	10	97930,19	89359,09
1	97901,05	89490,89	11	97898,70	89369,76
2	97908,08	89470,73	12	97876,04	89375,80
3	97919,47	89446,28	13	97861,15	89383,91
4	97930,12	89439,06	14	97856,73	89420,60
5	97930,53	89424,80	15	97847,31	89479,82
6	97945,01	89398,19	16	97836,74	89527,46
7	97947,63	89389,69	17	97856,54	89540,66
8	97946,90	89369,27	18	97876,30	89531,44
9	97942,51	89359,35	19	97900,63	89514,66

Figura 1. Coordenadas delimitación del Polígono Cajita de los SOCHEZ – Localidad Usme.

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>DINAMICA S.A.</p>
<p>VERSIÓN 1</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 4 CAJITA DE LOS SOCHEZ, LOCALIDAD DE USME

Para el caso del área de estudio correspondiente al Sitio 4 Cajita de los SOCHEZ fueron consultados 20 diagnósticos técnicos registrados entre los años 2005 a 2017, de los cuales se elaboró para el presente estudio adelante se resume los campos de código del Diagnóstico, Fecha de elaboración, localización, Descripción, tipo de evento, causas y las afectaciones que se produjeron.

De acuerdo con la información revisada las principales causas que favorecen la generación de movimientos en masa corresponden a la fuerte pendiente del terreno, la baja consistencia de los suelos, la falta de obras de contención y el manejo inadecuado de las aguas lluvias y servidas, así como la presencia de rellenos antrópicos construidos sin especificaciones técnicas.

De esta manera los tipos de movimiento del terreno que se presentan en la zona de estudio son erosión laminar, reptación, flujos de tierra, desprendimiento de suelos, flujos de lodo y caída de bloques de roca.

Es importante mencionar también que una de las principales problemáticas de la zona es la realización de taludes de corte para la conformación del nivel de base de las viviendas, que dejan sin ningún tipo de contención el talud de corte realizado y que con el tiempo presentan desprendimientos y la aparición de grietas en la corona del talud, aspectos relacionados con un desarrollo urbano desordenado.

Se presentan ejemplos de algunos de los movimientos en masa que se han registrado en el barrio Tocaimita Oriental, el cual se localiza hacia el oriente del área de estudio y que por tanto sirven de referencia sobre los posibles procesos de inestabilidad que se pueden presentar.

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

Tabla 1 – Revisión de información de diagnósticos técnicos del IDIGER para el sitio 4 Cajita de los Sochez.

No.	Diagnóstico técnico	Fecha	Localización	Descripción	Tipo de evento	Causas	Afectación
1	CT-2931	9/sep/1998	Casaloma	Describe la mayor parte del barrio con cobertura de amenaza baja por remoción en masa, con probabilidad de falla inferior al 25%, excepto la esquina noreste del barrio, que presenta cobertura por remoción en masa media y alta con probabilidad de falla entre el 50% y el 85%. Esta cobertura cubre cerca del 40% del barrio. La vulnerabilidad física del barrio es muy alta, asociadas a la exposición de los elementos físicos a un posible movimiento de tierra, y su calificación de riesgo clasifica al barrio en riesgo bajo. Se recomienda una recuperación del corredor ecológico de la Quebrada Yomasa en el corto plazo.	Deslizamientos	--	--
2	CT-2992	9/sep/1998	Sierra Morena	Se realizó el CT como parte de los estudios previos para la legalización del barrio. Está basado en los resultados del estudio específico para la “zonificación de riesgos por remoción en masa en la localidad de Usme”. Clasifica el barrio con amenaza baja y media por remoción en masa, y niveles de riesgo bajo y medio por remoción en masa. Se recomendó realizar una recuperación de las quebradas e impedir la construcción en las áreas aledañas, puesto que las rondas de las quebradas no se encuentran libres y se ha construido incluso sobre rellenos hechos dentro del área de la quebrada, generando procesos de inestabilidad.	Procesos de remoción en masa en las márgenes de las quebradas asociados a falla de rellenos antrópicos	Rellenos antrópicos	Cuerpos de agua
3	CT-4330	13/jul/2006	Casaloma II Sector	Definió siete zonas en amenaza alta por remoción en masa asociados a zonas con procesos activos o antiguos, zonas	Erosión laminar Reptación	Falta de obras de drenaje y contención	--



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

				de extracción minera, reptación, erosión laminar concentrada, en surcos y cárcavas, zona de amenaza media en el resto del barrio.			
4	CT-4353 Contrato de consultoría N°. 526 de 2005	Febrero de 2006	Tocaimita Oriental	El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE, mediante el contrato de consultoría CONS-526 de 2005 celebrado con la Unión Temporal CRC, elaboró el Concepto Técnico de Riesgo No. 4353 del 16 de enero de 2006, de acuerdo con el cual, el barrio Tocaimita Oriental se localiza en un área altamente susceptible a problemas de inestabilidad de taludes y laderas, más aún cuando se evidencian procesos erosivos, flujos de tierra y explanaciones no técnicas en un esquema de desarrollo urbano desordenado	Flujos de tierra Erosión	Altas pendientes del terreno Baja consistencia de los suelos Manejo inadecuado de las aguas lluvias y las aguas servidas Pluviosidad en la zona.	Viviendas construidas en la zona
5	CT-4471	10/ago/2006	Tocaimita Oriental	Se realizó la evaluación de la amenaza considerando factores como geología, geomorfología, procesos morfodinámicos, uso y cobertura del suelo, hidrografía, con los cuales se obtuvo: Cinco zonas de amenaza Alta con fenómenos de remoción en masa presentes, asociados a procesos de reptación del cauce de la Quebrada San Pedrina, zonas con presencia de flujos, reptación, volcamiento, elevada alteración del macizo rocoso, con riesgo alto en las construcciones ubicadas sobre dichas áreas. Amenaza media en el resto del barrio con riesgo igualmente medio en las zonas que presentan construcciones.	Reptación Flujos de tierra Volcamiento	Alteración del macizo rocoso	Viviendas construidas en la zona



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

6	DI-3513	4/nov/2007	Sierra Morena Carrera 10 Bis Este # 85B - 28 Sur	Se presentó un flujo de 5m3 de suelo residual y capa vegetal en un talud de corte vertical de 5 metros de altura y 6 metros de longitud aproximadamente, desprovisto de medidas de protección y contención y de un manejo de las aguas superficiales y subsuperficiales, realizado posiblemente para el emplazamiento de la vivienda de la Carrera 10 Bis Este # 85B - 28 Sur; lo que ocasionó la pérdida de verticalidad excesiva de la estructura de la vivienda	Desprendimiento de suelo	Ausencia de obras de drenaje y contención Talud de corte realizado para emplazamiento de vivienda	Carrera 10 Bis Este # 85B - 28 Sur
7	DI-4808	10/nov/2011	San Felipe de Usme Rural Carrera 10 A Este No. 85 A-74 y 83Sur Y predio sin nomenclatura	Se presentó un desprendimiento de material en un volumen cercano a los 5m3 y en un talud de corte entre predios privados realizado para el emplazamiento de las viviendas de las Carrera 10 A Este No. 85 A-74 Sur (parte alta del talud), Carrera 10 A Este No. 85 A Bis -83 Sur (parte baja del talud).	Desprendimiento de suelo	Ausencia de obras de drenaje y contención Talud de corte realizado para emplazamiento de vivienda	Carrera 10 A Este No. 85 A-74 Sur.
8	DI-5726	01/ago/2011 30/ago/2011	Sierra Morena Carrera 10 Este No. 86 – 08 Sur, Carrera 10 B Este No. 85 A – 97 Sur, y Diagonal 86 A No. 10 - 21Sur.	Se presentó un proceso de remoción en masa de carácter local, correspondiente a un desprendimiento superficial que afecta un talud de corte, localizado hacia la parte posterior de la vivienda; dicho talud fue realizado posiblemente para el emplazamiento de la misma, y los materiales desprendidos movilizados corresponden al horizonte orgánico y a los suelos arcillo limosos de color crema que le subyacen. El talud de corte, tiene una altura aproximada de 5 metros, una longitud de 8 metros y una inclinación $\beta = 80^\circ$, y no presenta medidas de estabilización ni sistemas para el manejo de aguas superficiales o subsuperficiales.	Desprendimiento de suelo	Pendiente del terreno fuerte Ausencia de obras de drenaje y contención Talud de corte realizado para emplazamiento de vivienda	Lote 16 de la Manzana 27 (DI-5457)



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

9	DI-5872	20/oct/2011	San Felipe Usme Rural Carrera 10A Bis Este # 85A – 56 Sur Carrera 10A Bis Este # 85A- Predio 2 y 3	Se identificó un proceso de remoción en masa de carácter local tipo flujo de lodos y detritos, que en conjunto conformaron un volumen de material deslizado de aproximadamente 10 metros cúbicos, los cuales se desprendieron de un talud natural ubicado al costado oriental de los predios de la Carrera 10A Bis Este # 85A – 56 Sur.	Flujo de lodos y detritos	Altura de talud de 15 m Pendiente de 60° aproximadamente Ausencia de obras de drenaje y contención	Carrera 10A Bis Este # 85A – 56 Sur Carrera 10A Bis Este # 85A- Predio 2 y 3
10	DI-6615	27/jul/2012	Sector Tocaimita Oriental Calle 86 Bis Sur con Carrera 10 Este	El Sector Tocaimita Oriental de la Localidad de Usme, se emplaza en la parte media de una ladera de pendiente moderada cercana a los 25 grados, la cual ha sido intervenida por medio de taludes de corte y relleno, posiblemente para la adecuación del terreno y posterior emplazamiento de las viviendas del sector. Dichas intervenciones dan lugar a desprendimientos de material, los cuales se presentan debido a que en los taludes de corte implementados al interior de los predios, no se han implementado medidas de contención y/o estabilización, ni obras para dar manejo a las aguas de escorrentía superficial y subsuperficial, por lo que las mismas discurren sin control por la ladera, ingresando a los predios que no poseen obras para el manejo de dichas aguas.	Desprendimiento de suelo	Ausencia de obras de drenaje y contención Falta de alcantarillado sanitario y pluvial Construcción de rellenos antrópicos	Sector Tocaimita Oriental Calle 86 Bis Sur con Carrera 10 Este
11	DI-6627	4/dic/2011	Sierra Morena Carrera 10 A Este N° 86-03 Sur	Se presentó un proceso de remoción en masa de carácter local tipo desprendimiento de material en un talud de corte, realizado posiblemente para la adecuación del terreno y posterior emplazamiento de la vivienda localizada en el predio de la carrera 10	Desprendimiento de suelo	Ausencia de obras de drenaje y contención Falta de alcantarillado sanitario y pluvial	Carrera 10 A Este N° 86-03 Sur



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

				A Este # 86-03 Sur, el talud de corte se localiza al costado oriental del predio en comento y tiene una altura aproximada variable entre 0.3m hasta 2.2m, con un longitud aproximadamente de 8m, en donde de acuerdo a la inspección visual no se identificaron obras de estabilización y/o contención, ni medidas para el manejo de las aguas de escorrentía superficial y sub-superficial.		Talud de corte sin obras de protección y/o estabilización	
12	DI-6931	7/may/2013	Sector catastral San Felipe de Usme Calle 86A Sur No 10A-21 Este. Carrera 10A Bis Este No 86A-15 Sur	Se presentó un proceso de remoción en masa de carácter local desde un talud de corte ubicado entre el predio de la Calle 86A Sur No 10A-21 Este y el predio de la Carrera 10A Bis Este No 86A-15 Sur, generado posiblemente para la adecuación del terreno y posterior emplazamiento de las viviendas ubicadas en los predios mencionados.	Desprendimiento de suelo	Ausencia de obras de drenaje y contención Falta de alcantarillado sanitario y pluvial Talud de corte sin obras de protección y/o estabilización	Calle 86A Sur No 10A-21 Este. Carrera 10A Bis Este No 86A-15 Sur
13	DI-7020	1/oct/2013	Sector catastral San Felipe de Usme Carrera 10A Este N° 85A-02 y 08 Sur Carrera 10A Este N° 85B-02 Sur Carrera 10A BIS Este N° 85A-07 y11 Sur	Se presentó un proceso de remoción en masa tipo flujo de lodos desde la parte media de una ladera con pendiente cercana a los 30°, involucró un volumen de material desplazado cercano a los 15m ³ , compuesto por suelo limo-arcilloso, suelo orgánico y cobertura vegetal. La zona presentaba cobertura de pastos, arbustos e individuos arbóreos de mediana y gran altura, la cual presenta hacia su parte alta emplazamiento de algunas viviendas	Flujo de lodos	Pendiente del terreno mayor a 30°. Ausencia de obras de drenaje y contención Taludes de corte para el emplazamiento de las viviendas	Carrera 10A Este N° 85A-02 y 08 Sur Carrera 10A Este N° 85B-02 Sur Carrera 10A BIS Este N° 85A-07 y11 Sur
14	DI-7755	18/jul/2014	Sector Catastral San Felipe de Usme Carrera 10 A BIS Este N° 89-31 Sur	Se presentó un proceso de remoción en masa de carácter local desde un corte para implantación de vivienda, ubicado en la Carrera 10 A BIS Este N° 89-31 Sur. El talud tenía pendiente vertical, altura de 2.5m y longitud de 7m, sin	Desprendimiento de suelo	Pendiente del terreno mayor a 30°. Ausencia de obras de drenaje y contención	Carrera 10 A BIS Este N° 89-31 Sur.



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

				sistemas de contención o manejo de aguas.		Taludes de corte para el emplazamiento de las viviendas	
15	DI-8509	20/jun/2015	Sierra Morena Carrera 10B Este N° 89C-13 Sur	Se identificó un avance en el proceso de remoción en masa tipo flujo de lodos y detritos identificado en abril de 2011 (DI-5316). Involucró un volumen de 100m ³ , de los cuales 80m ³ se depositaron a lo largo de la ladera y el resto en la parte baja de la misma. Adicionalmente se evidenció una grieta de tracción de aproximadamente 20m y abertura de 15cm, la cual ante un desarrollo del proceso puede comprometer 3 viviendas.	Flujo de lodos y detritos	Ausencia de obras de drenaje y contención Taludes de corte para el emplazamiento de las viviendas	Carrera 10B Este N° 89C-13 Sur
16	DI-8956	15/feb/2016	Tocaimita Calle 86 B Sur N° 10B BIS-05	Durante el recorrido, se evidenció procesos de carácter erosivo en toda el área, posiblemente asociados al retiro progresivo de la capa vegetal del suelo, que se generaron a partir de un proceso de consolidación del asentamiento humano, además de la realización de taludes de corte y relleno antrópico que carecen de un tratamiento constructivo apropiado para la naturaleza de los materiales que se encuentran en la zona, facilitando la formación de procesos de remoción en masa locales con afectaciones puntuales sobre algunas viviendas.	Desprendimiento de suelo Erosión	Taludes de corte y relleno antrópico que carecen de un tratamiento constructivo apropiado	Calle 86 B Sur N° 10B BIS-05
17	DI-9298	25/may/2016	Sierra Morena Carrera 10 B BIS Este N° 89B-21 Sur	Se presentaron desprendimientos del talud oriental de la Calle 89C con Carrera 10B BIS Este, de fragmentos cercanos a 0.3m ² . EL talud presenta alturas entre 12m y 15m, longitud de 20m y pendiente de 70° aproximadamente. Se apreció potencial	Caída de bloques de roca	Altura del talud Pendiente del terreno mayor a 70°	Carrera 10 B BIS Este N° 89B-21 Sur



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

				de más fragmentos rocosos en cuña con potencial de caída.			
18	DI-10812	20/ago/2017	Casaloma II Sector Carrera 10 BIS Este N° 88H-15 Sur	Se presentó un movimiento en masa de carácter local que involucró un volumen aproximado de 70m3, proceso que había sido descrito en el DI-10572. A la fecha la vivienda no se encuentra comprometida por el proceso descrito, sin embargo puede verse afectada ante cargas dinámicas.	Desprendimiento de suelo	Taludes de corte y relleno antrópico que carecen de un tratamiento constructivo apropiado	Carrera 10 BIS Este N° 88H-15 Sur
19	DI-4656	23/jun/2010	Sector Catastral Tocaimita Carrera 10 A BIS Este N° 84-20 Sur	Se identificó un proceso de remoción en masa de carácter local tipo flujo de lodos y detritos, que en conjunto conformaron un volumen de material de aprox 800 m3, los cuales se desprendieron de un talud natural ubicado al interior del parque entrenubes, talud de aproximadamente 7 m de altura, con pendiente cercana a los 80 grados y longitud de aprox 30 m. A lo largo del talud no se identificaron sistemas de protección, ni sistemas para dar manejo a las aguas de escorrentía superficial y subsuperficial	Flujo de lodos y detritos	Pendiente del terreno de 80° Falta de obras de protección y/o estabilización	Carrera 10 A BIS Este N° 84-20 Sur
20	DI-9975	06/nov/2013	Desarrollo Tocaimita Calle 89 Sur con Carrera 10D Este	Según lo observado para el emplazamiento de las tres (3) viviendas, se han implementado taludes de corte y relleno, sin medidas de contención ni sistemas para el manejo de aguas de escorrentía superficial y subsuperficial; destacándose, que sobre el terreno que conforman dichos taludes se evidenciaron desprendimientos menores de material.	Desprendimiento de suelo	Taludes de corte y que carecen de un tratamiento constructivo apropiado	Calle 89 Sur con Carrera 10D Este

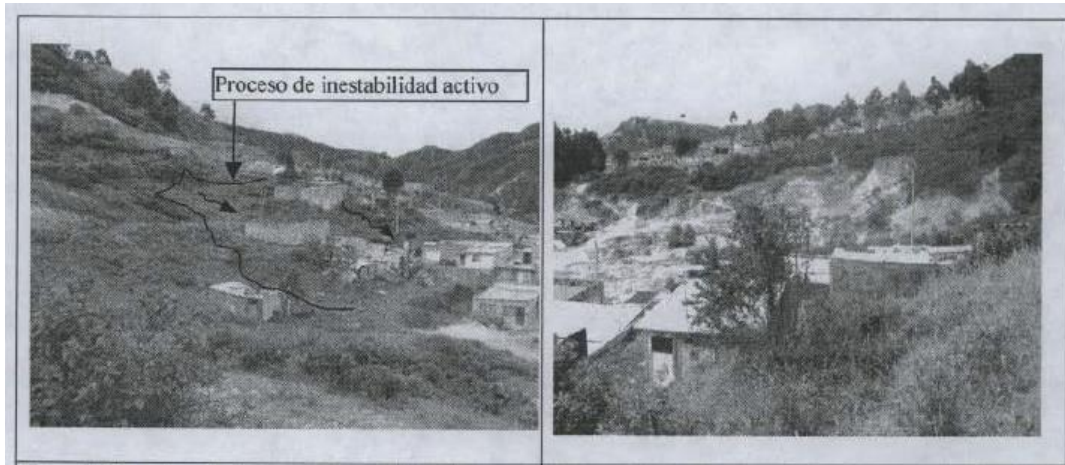


Figura 2. Fotografías asociadas a procesos de inestabilidad del terreno y actividades antrópicas en la UPZ Gran Yomasa, sectores aledaños al barrio Casaloma II Sector. DI-4330. Julio de 2006. DPAE (2006).

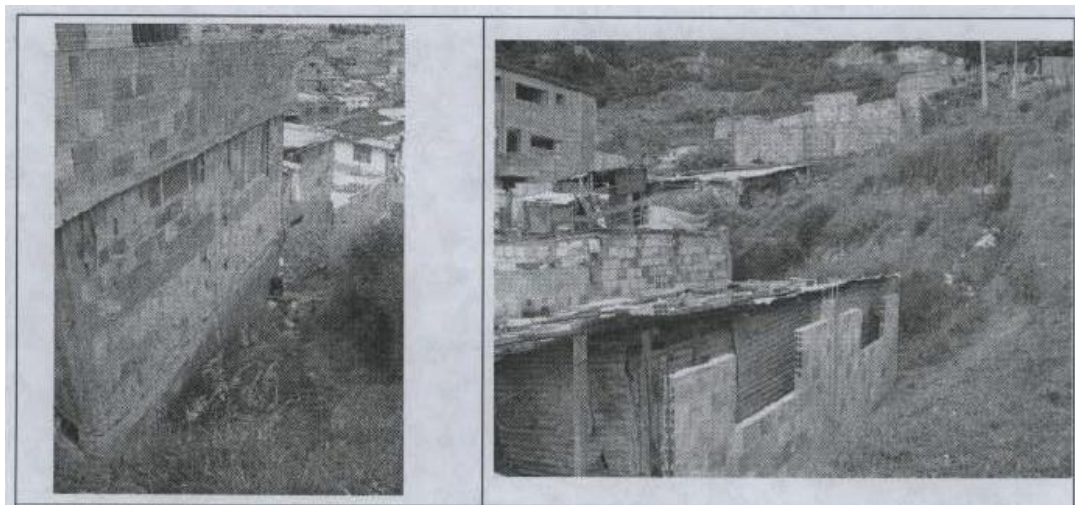


Figura 3. Colapso de talud de corte realizado para el emplazamiento de las viviendas en el barrio Casaloma II Sector. Fotografías asociadas a procesos de inestabilidad del terreno y actividades antrópicas en la UPZ Gran Yomasa. DI-4330. Julio de 2006. DPAE (2006).



Figura 4. Escarpe pronunciado con dirección E-W que cubre la manzana 8 del barrio Tocaimita Oriental. DI-4330. Agosto de 2006. DPAE (2006).

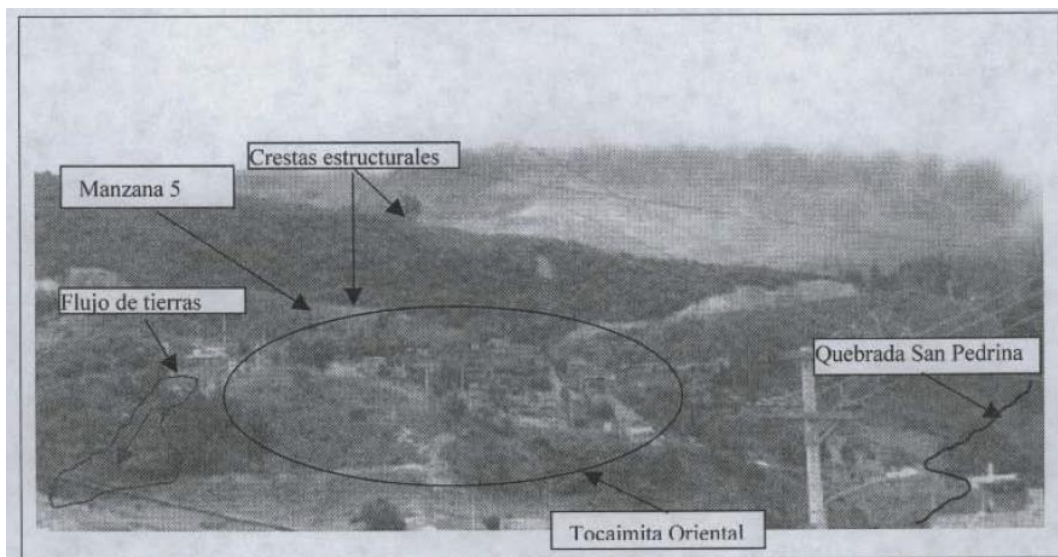


Figura 5. Paisaje del piedemonte de los Cerros Orientales de Bogotá en el sector de Tocaimita Oriental, se evidencian las crestas estructurales que marcan la geomorfología de la zona, así como un flujo de tierras extenso. DI-4330. Agosto de 2006. DPAE (2006).

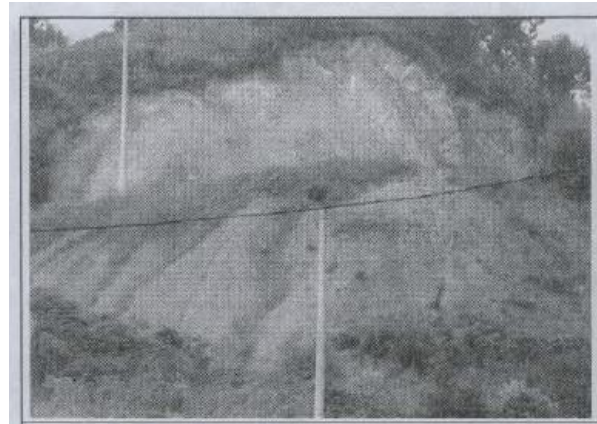


Figura 6. Detalle de erosión laminar y en surcos sobre relleno antrópico en el barrio Tocaimita Oriental. DI-4330. Agosto de 2006. DPAE (2006).

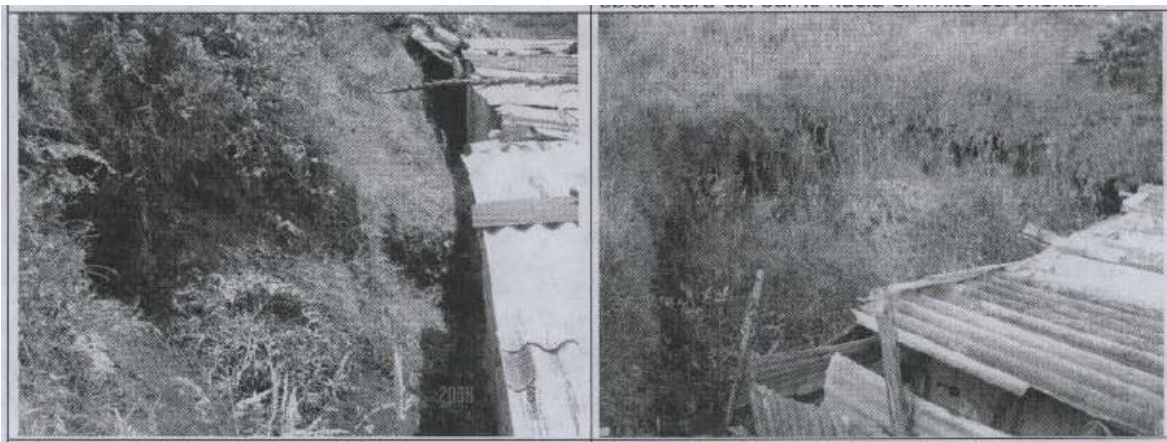


Figura 7. Detalles de talud de corte en suelos oscuros, y proceso de falla local por desconfinamiento en un talud de corte en el barrio Tocaimita Oriental. DI-4330. Agosto de 2006. DPAE (2006).

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 4 Cajita de los Sochez presenta áreas en categoría de amenaza alta y media.

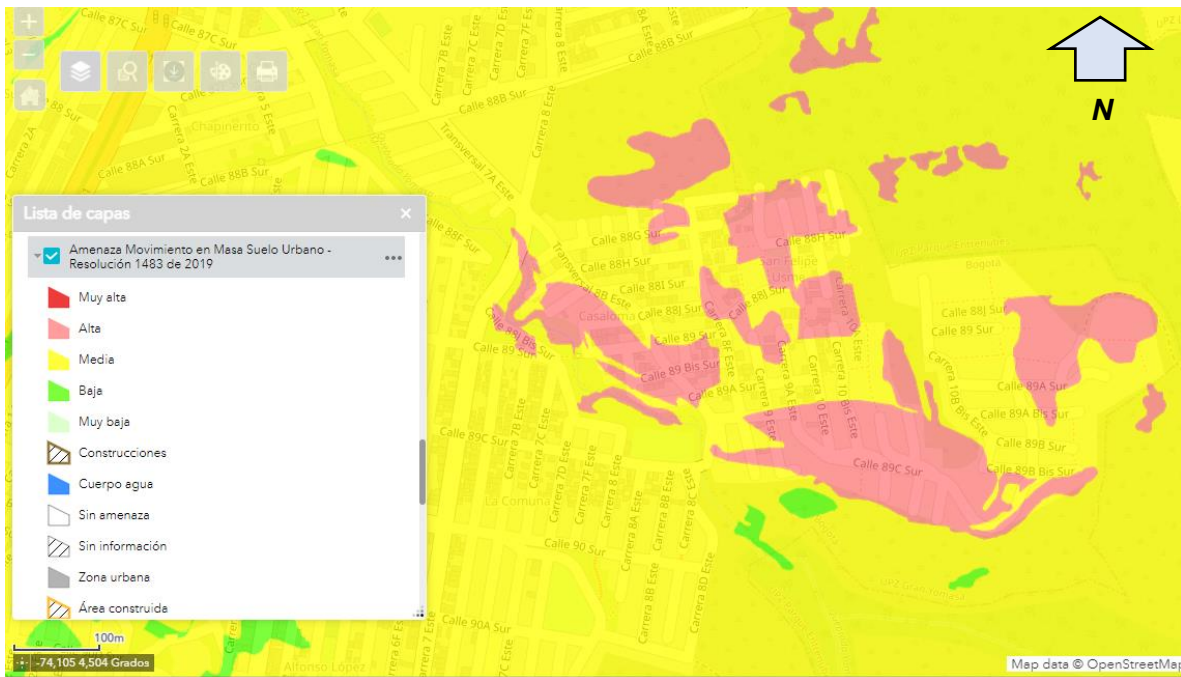


Figura 8. Zonificación por amenaza por remoción en masa para el área de estudio Sitio 4 Cajita de los SOCHEZ. IDIGER (2018).

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.

7.2.1 SITIO 4 CAJITA DE LOS SOCHEZ

7.2.1.1 SECRETARÍA DEL HÁBITAT:

Este polígono cuenta con 20 puntos coordenados, 14 en la parte occidental y 6 puntos que están fuera de algún polígono de monitoreo. Este polígono es clasificado como de control a causa de la alta dinámica en ocupación. Tiene un área de 22.23 ha, donde existen condiciones por un área de 17.55 ha del Parque Ecológico de Montañas entre Nubes Cuchilla El Gavilán, también tiene amenazas por movimiento en masa de 3.25 ha en nivel alto, 3.25 ha en nivel medio y 118.98 ha en nivel bajo. Finalmente, tiene 152 ocupaciones, de las cuales 49 son consolidadas, 17 en proceso y 82 provisionales.

Por otro lado, el polígono está definido como un macro-territorio Urbano-Rural de la localidad de Usme y de igual manera, es definido como sector perteneciente al Territorio Priorizado de Mejoramiento Integral Alfonso López del periodo 2020-2024.

7.2.1.2 DADEP:

El polígono de estudio se encuentra localizado dentro del Desarrollo Sierra Morena de la localidad de Usme, aprobado mediante los planos US. 280/4-01 y la Resolución 0420 de 1988. También se tiene que dicho polígono encierra cuatro zonas de espacio público, las cuales están identificadas en el Inventario de Bienes de Uso Público y Fiscales del Distrito Capital del nivel central, con los códigos RUPI 2069-11, RUPI 2069-12, RUPI 2069-41 y RUPI 12069-14. A continuación se muestra el esquema con la ubicación de cada uno de las zonas:

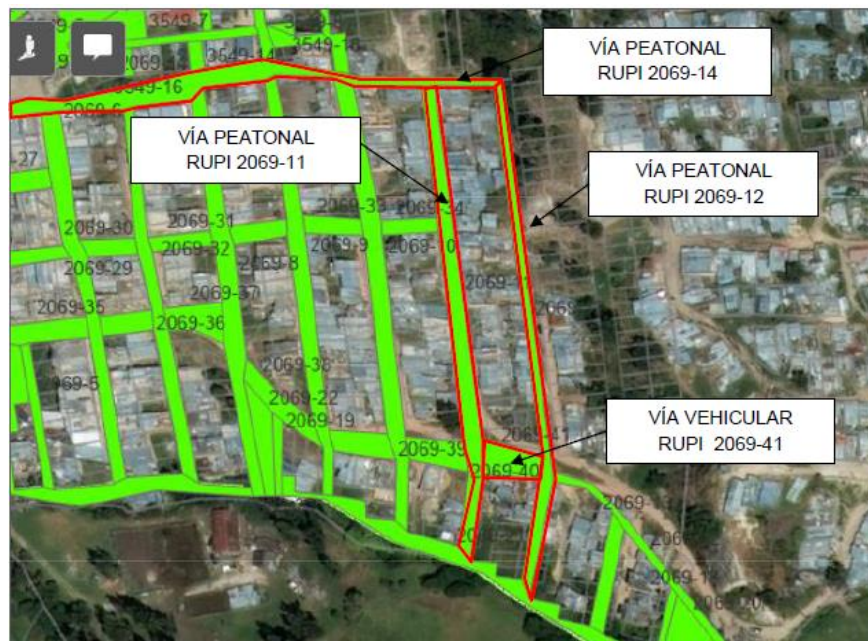




Figura 9. Mapa de Localización-Zonas de Espacio Público.

Fuente: Documento de Respuesta-DADEP.

 <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 1</p>		

7.2.1.3 EAAB:

De acuerdo a la respuesta dada por parte de EAAB, respecto al polígono de estudio, este pertenece a la Zona 4, de la clasificación establecida por 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.

7.2.1.4 ERU:

A partir de la respuesta dada por parte de la entidad, el polígono no está dentro de algún de los programas 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 se encuentra parcialmente dentro del territorio priorizado Alfonso López.

7.2.1.7 IDRD:

De acuerdo a la información obtenida, la zona de estudio Cajita de Sochez, pertenece a la UPZ 52 La Flora y Villa Juliana, luego, está en los programas sociales y comunitarios relacionados al proyecto de inversión 7851 "Recreación y deporte para la formación ciudadana en Bogotá", dentro de los cuales están *Vacaciones Recreativas, Parques para la cultura ciudadana, Eco aventuras, Recorriendo mi ciudad, Reconociendo nuestras habilidades, Círculos lúdicos, Recréate en familia, Recreolympiadas y Red sensibilizándonos*. Estas actividades van dirigidas a los diferentes grupos poblacionales de la zona y la ciudad.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 33</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 1</p>		

7.2.1.8 SECRETARIA DE AMBIENTE:

7.2.1.8.1 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.

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

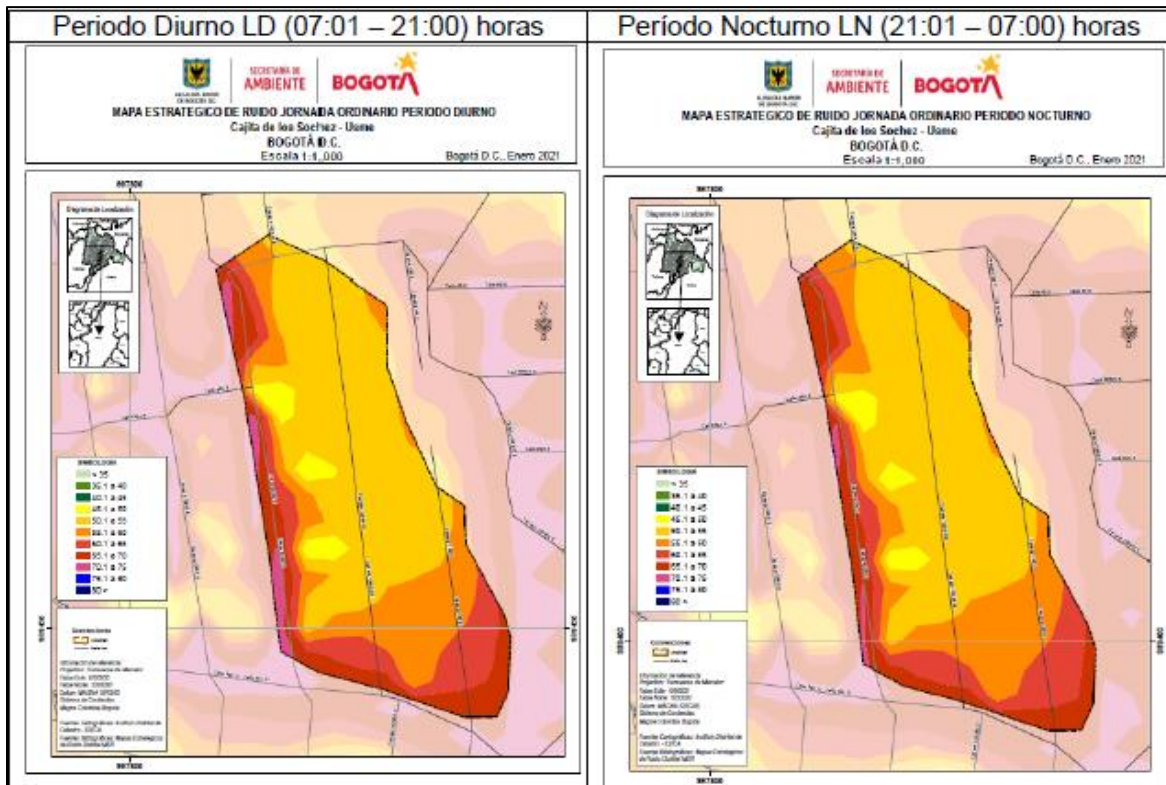


Figura 10. Mapas Estratégicos de Ruido-Cajita de Sochez.
Fuente: Documento de Respuesta-Secretaría de Ambiente.

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 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.

7.2.1.8.2 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 y 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 la estación ubicada en el Parque Metropolitano de San Cristóbal; dichos informes pueden ser consultados en el link <http://rmcab.ambientebogota.gov.co>.

7.2.1.8.3 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/>

7.2.1.8.4 HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y CLIMATOLOGÍA:

En el polígono de estudio, aproximadamente a 700 metros, se localiza la Quebrada Santa Rita, la cual hace parte del afluente del Río Tunjuelo. Por medio del programa de monitoreo de afluentes y efluentes del Distrito Capital-PMAE, se hace seguimiento a los vertimientos directos e indirectos a los cuerpos de agua de la ciudad; dentro de dicho programa se han realizado algunas caracterizaciones de la Quebrada en mención.

Así mismo, mediante la RCHB, es posible acceder a información relacionada a los monitoreos periódicos de calidad y cantidad, con lo cual es posible determinar el estado y dinámica del agua en épocas de sequía y lluvia. El río Tunjuelo está monitoreado por 10 estaciones de la RCHB, localizadas en diferentes puntos estratégicos del mismo y donde las estaciones ubicadas en el tramo 2 y 3 son las de mayor importancia en el proyecto, al estar más próximas a la zona de estudio.

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
	2	Doña Juana (TU-DJuana)	04°31'31.96"N	74°07'36.18"O
		Barrio México (TU-México)	04°31'31.96"N	74°07'36.18"O
		San Benito(TU-SBenito)	04°33'49.247"N	74°08'17.50"O
	3	Makro Autopista Sur (TU-Makro)	04°35'59.10"N	74°09'08.04"O
		Trasversal 86 (TU-TV86)	04°36'44.695"N	74°10'47.522"O
		CAI Antonia Santos (TU-Ptelnde)	04°36'48.16"N	74°11'14.79"O
	4	Isla Pontón San José(TU-IslaPon)	04°36'58.00"N	74°13'02.23"O

Figura 11. Puntos de Monitoreo en el Río Tunjuelo-RCHB.
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 12. Determinantes de Calidad.

Fuente: Documento de Respuesta-SDA.

7.2.1.8.5 PROGRAMAS SOCIALES Y COMUNITARIOS:

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

LOCALIDAD	SECTOR	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	FECHA	ASISTENTES
Vivero Los Soches	Vereda Soches	Se realiza una jornada de reconocimiento de árboles de bosque alto andino en articulación con la organización Sembradoras de Identidad, con el fin de recolectar semillas nativas para la propagación de material vegetal protector de fuentes hídricas y de ampliación del ecosistema, a través de la implementación de un vivero. Se realizó un ejercicio práctico de preparación de tierra abonada, embolsaje, plantulación y siembra de especies arbóreas, con el fin de llamar la atención de los niños en su deseo de cuidar el medio ambiente y emplear su tiempo libre.	24/04/2018	20

Figura 13. Programas Sociales-Barrio Cajita de Sochez.

Fuente: Documento de Respuesta-SDA.

7.2.1.9 VANTI:

Existe una red construida y diseñada de ¾" en polietileno, tal como se especifica en los planos (Anexo 2); dicha información fue utilizada como orientación del plan de exploración y luego confirmada en campo, esto con el fin de evitar daños a la red existente.



Figura 14. Plano Red de Gas-Barrio Cajita de Sochez.
Fuente: Documento de Respuesta-VANTI.

7.2.1.10 SECRETARÍA DE PLANEACIÓN:

A partir de la información de la SDP, se conoce que por medio de la Dirección del Taller del Espacio Público-DTEP que no existen en la actualidad estudios sobre el polígono, no obstante, dentro del polígono de estudio existen áreas clasificadas como predios públicos de cesión y uso nivel 1 de zonas viales (Anexo 2); estas áreas son identificables mediante los siguientes códigos, RUPI 2069-11, 2069-12 y 2069-14. También se tiene que el plano urbanístico de la zona corresponde al No. US280_4-00 de la Resolución 420 de 1998 y donde se tiene información de manzanas y vías localizadas en el polígono de interés. Adicionalmente, el polígono tiene parte de su área en zona urbana y la otra parte en suelo de expansión.



Figura 15. Áreas de Interés-Cajita de Sochez.
Fuente: Documento de Respuesta-SDP.

Una parte del polígono de estudio se encuentra en el desarrollo legalizado Sierra Morena (Resolución 420 1998), la información que allí se cruza se asocia a la manzana 30 la cual se puede visualizar en el plano US 280/4-00.

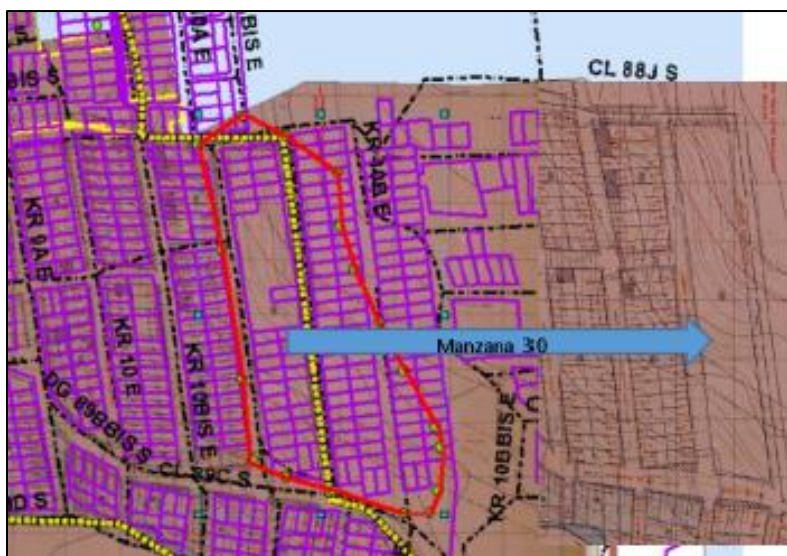


Figura 16. Cruce de Información Polígono de Estudio Cajita de Sochez y Desarrollo Sierra Morena.
Fuente: Documento de Respuesta-SDP.





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 17. Mapa de Patrimonio Inmobiliario-Cajita de Sochez.
Fuente: Documento de Respuesta-SDP.

 <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>		

8 HALLAZGOS DE LA VISITA

8.1 SITIO 4 CAJITA DE LOS SOCHES

El área de estudio se ubica en la localidad de Usme en la Cr 10A Este entre la Calle 85 Sur y la Diagonal 86 A Sur, en una zona de pendiente moderada entre el 66 al 74% en dirección principalmente SW-NE, el proyecto tiene como referencia la cota 2861 msnm. El ancho promedio del polígono es de 65 m, y la longitud del mismo es de 170 m, para un área aproximada de 1.16 Ha.

En el polígono Cajita de los Soches se encuentran viviendas de 1 y 2 pisos, construidas principalmente en mampostería y material de recuperación. El área de estudio limita por el norte con el sector conocido como Tocaimita Oriental, por el sur y occidente con San Felipe de Usme y por el oriente con San Felipe de Usme Rural.

Una de las principales causas a investigar es la estabilidad de la ladera en la cual se desarrollan las viviendas, dado que en campo se observaron materiales meteorizados asociados a la Formación Regadera Conjunto Superior. De igual forma se identificaron afloramientos de agua sobre la carrera 10A E con calle 86 Sur y sobre la carrera 10 B Este calle 86 A sur, adicionalmente en este punto se observan fisuras en las escaleras de concreto que se localizan en la parte trasera del muro de contención.

En el costado nororiental del área de estudio se presenta un cambio de pendiente dado que en este sector hace presencia la roca con la formación Regadera, por lo tanto se debe revisar la estabilidad de los depósitos coluviales que se han formado en el pie de la ladera y sobre los cuales se han construido varias de las casas que conforman el área de estudio. Hacia la parte suroccidental se identificaron taludes en relleno con obras de control de erosión consistentes en trinchos en madera, por lo tanto se debe determinar la estabilidad a movimientos en masa de dicho sector.

Otro aspecto importante, se relaciona con los taludes de corte que se evidenciaron para la explanación del terreno durante la construcción de viviendas, dichos taludes no cuentan con medidas de contención o manejo de aguas, y por lo tanto se debe evaluar su estabilidad dadas las condiciones de manejo de agua y meteorización de los materiales.

Por último, también se puede mencionar la presencia de mangueras a lo largo del área de estudio, las cuales en caso de presentar fugas, pueden estar aportando agua a la masa de suelo y de esta forma actuar como agente contribuyente a la inestabilidad del terreno que se pretende evaluar.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 41</p>
--	------------------------------------	--------------------

Tabla 3 – Registro fotográfico de visita sitio Cajita de los Soches.

	
<p>Fotografía 1 – Vista hacia el nororiente del área de estudio, se aprecia el cambio de pendiente y la obstrucción del drenaje con la construcción de viviendas.</p>	<p>Fotografía 2 – Vista en dirección oriental, en la cual se aprecia el cambio de pendiente, falta de cobertura vegetal y las viviendas en el pie de la ladera.</p>
	
<p>Fotografía 3 – Viviendas en material de recuperación en el costado norte del área de estudio.</p>	<p>Fotografía 4 – Viviendas construidas bajo el nivel de rasante del terreno.</p>





Fotografía 5 – Afloramiento de agua sobre la Calle, en la parte media de la ladera.



Fotografía 6 – Vista hacia el occidente del área de estudio, se aprecia afloramiento de agua en la base del muro de contención y el talud en relleno al fondo de la fotografía.



Fotografía 7 – Deformación de las escaleras de espacio público en el trasdós del muro de contención.

 <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>	 <p>DINAMICA S.A.</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.



AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A	CONTRATO 507 DE 2020	Página 45
-----------------------------------	----------------------	-------------

 <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>		

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 1</p>		

10 MODELO GEOLÓGICO CAJITA DE LOS SOCHES

En el área de estudio afloran rocas sedimentarias de ambiente marino con transición a continental de edad Paleógena a 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 una secuencia de rocas sedimentarias fue afectada por una combinación de pliegue y falla que ocasionó el volcamiento del flanco de un pliegue sinclinal.

10.1 GEOLOGÍA REGIONAL.

Regionalmente el área evaluada se encuentra en el sector Suroriental de la Sabana de Bogotá, donde rocas sedimentarias de edad Paleógena a Neógena, afectadas por plegamiento y fallamiento son recubiertas por depósitos de edad reciente.

Las rocas sedimentarias corresponden a las Formaciones Regadera y Usme, los depósitos Cuaternarios hacen parte de un complejo de conos o abanicos aluviales, donde se destaca la presencia de la Formación Río Tunjuelo.

En relación con el marco tectónico, el sector evaluado se ubica en el flanco oriental del Sinclinal de Usme, el cual corresponde a una estructura amplia de orientación NS, que se encuentra afectada por la falla de la Fiscal, que la trunca y desplaza.

En el predio estudiado aflora la Formación Usme integrada por una secuencia de arcillolitas de color gris, con ocasionales niveles de areniscas arcillosas, discordantemente sobre las rocas sedimentarias se presenta un depósito de ladera.

10.1.1 ESTRATIGRAFÍA.

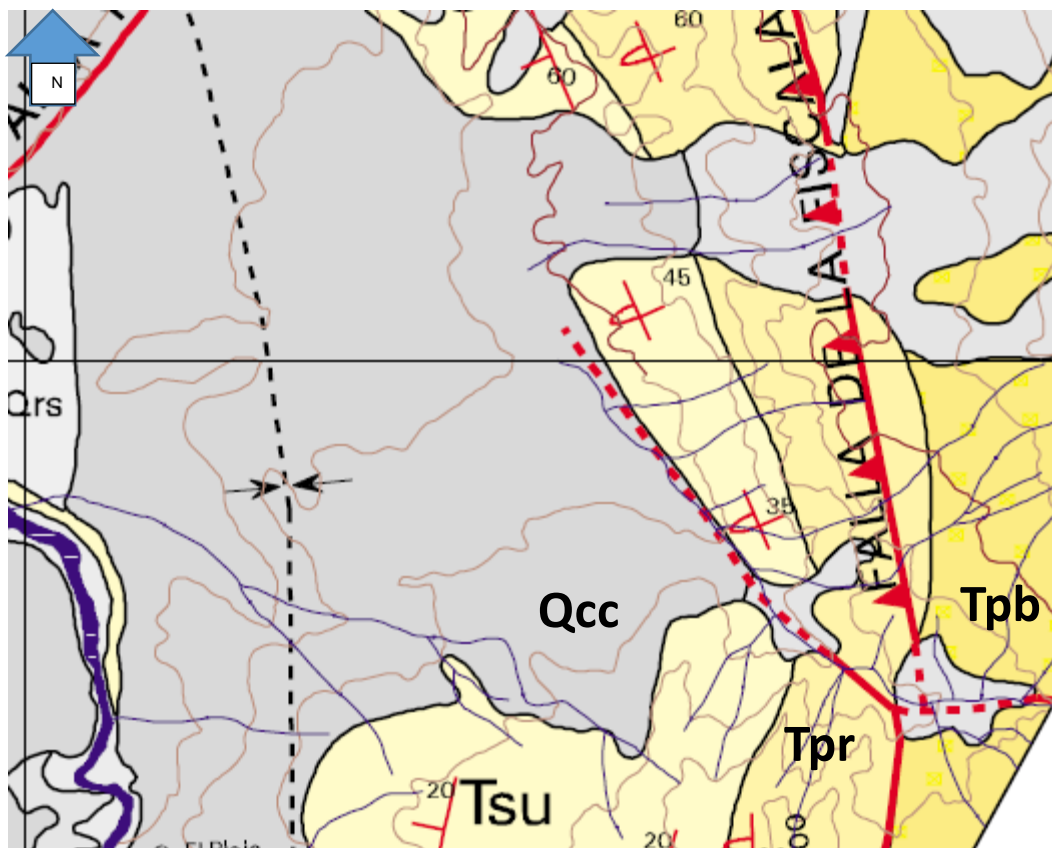
Las unidades geológicas presentes cerca del predio y en los alrededores, corresponden a rocas de las Formaciones Regadera y Usme, estas unidades se encuentran recubiertas por depósitos de ladera y antrópicos de edad reciente. A continuación se realizará una descripción de estas unidades.

- Formación Regadera

Unidad definida por Hubach en 1957, aflora hacia la parte central del Valle de Usme, en ambos flancos del Sinclinal Usme-Tunjuelito, la unidad está conformada por areniscas conglomeráticas y areniscas con intercalaciones de bancos de arcillolitas, los cuales van aumentando desde la base hacia el tope.

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

Las areniscas son de color gris claro y violáceo por alteración, están compuestas por cuarzo y fragmentos de rocas sedimentarias dentro de una matriz arcillosa abundante. El tamaño de grano varía de fino a grueso, subangular a subredondeado, con selección pobre, presentan laminación inclinada; las areniscas son friables en capas de estratificación muy gruesa



Legenda


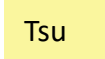

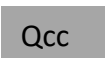


 Tpr	Formación Regadera	 Tsu	Formación Usme
 Tpb	Formación Bogotá	 Qcc	Complejo de Conos

Figura 19. Geología regional, tomada de INGEOMINAS 1997.

Las arcillolitas son de color gris claro a oscuro y violáceas por alteración, blandas, plásticas en capas de espesor fino a medio, el espesor de esta unidad varía entre 360 y 600 m. El

 <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>		

depósito de esta unidad ocurrió en un ambiente de río trezado para la parte inferior y de río meándrico para la parte superior; por dataciones palinológicas se la ha asignado una edad Eoceno Medio (Hoorn, 1987).

Van Der Hammen (1957), considera la Arenisca de La Regadera de edad Eoceno Superior basado en datos palinológicos, esta unidad se puede correlacionar con las Formaciones Picacho y Areniscas de El Limbo.

- Formación Usme

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.

- Depósito de coluvión

Los depósitos de coluvión en el sector estudiado se encuentran ubicados en la parte baja de ladera y están integrados por materiales desprendidos y transportados desde la parte alta y depositados en la parte baja.



10.1.2 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 flanco oriental del denominado Sinclinal de Usme-Tunjuelito, estructura regional que se encuentra afectada por la falla de La Fiscalá, que ocasiona el desplazamiento y truncamiento de la estructura y ocasiona que el flanco oriental se vuelque y se produzca la inversión de la secuencia sedimentaria.

10.1.3 GEOLOGÍA LOCAL.

El Predio Cajita de Soches se ubica en el sector Sureste de Bogotá, en la localidad de Usme, en la mayor parte del polígono evaluado aflora la Formación Usme, reposando en

<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 1</p>		

forma discordante sobre esta unidad se presentan un depósito de coluvión de edad reciente, y un depósito antrópico.; las unidades presentes se describen a continuación:

10.1.4 FORMACIÓN USME (E2U):

En el sector estudiado aflora una secuencia sedimentaria que hace parte del miembro inferior de la Formación Usme, integrado por una secuencia de limolitas y arcillolitas de color gris oscuro y amarillo rojizo cuando están meteorizadas, estratificadas en capas de espesor medio a grueso, con esporádicas intercalaciones de areniscas de cuarzo y feldespato de color gris claro, de grano fino a medio, con matriz arcillosa, en capas de 2 a 6 m de espesor; el espesor total de la Formación es calculado en 300 m, se asumen 100 m para el miembro inferior y 200 m para el superior.

La posición estructural de las rocas de la Formación Usme en el subsuelo predio, indica que corresponde a una secuencia afectada por volcamiento, que ocasiona que se presente inversión, con un ángulo de buzamiento cercano a los 30°.

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.



Las labores de exploración directa realizadas en el predio permitieron establecer que la unidad se encuentra integrada por una secuencia de arcillolitas de color gris, rojizo por alteración con presencia de niveles de areniscas de grano fino con matriz arcillosa.

10.1.5 FORMACIÓN REGADERA (E2R):

Unidad descrita por Hubach (1957), aflora en el valle de Usme en los flancos del sinclinal de Usme Tunjuelito, la unidad está integrada por una secuencia de areniscas conglomeráticas y areniscas cuarzosas de grano medio a grueso con matriz arcillosa, estratificadas en bancos 5 a 15 m, se presentan intercalaciones de arcillolitas de color gris.

El espesor de esta unidad es mayor a 300 m, su ambiente de depósito se generó en un ambiente continental fluvial en un sistema de corrientes trenzadas, se le asigna una edad Eoceno medio (Horn, 1987).

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

10.1.6 DEPÓSITO DE COLUVIÓN (QCO)

Un depósito de coluvión reciente recubre la parte baja de ladera, corresponde a un depósito heterogéneo integrado por arcillas limos, arenas y fragmentos de areniscas que han sido desprendidas de la ladera, transportadas por procesos hidro gravitacionales y acumuladas en la parte baja.

10.1.7 DEPÓSITO ANTRÓPICO (QAR)

Depósito heterogéneo integrado por limos, arcillas y arenas mezclados con fragmentos de escombros de construcción, la disposición espacial de esta unidad está ligada a procesos de urbanización y a la construcción de vías.

10.2 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, la morfología presente corresponde al producto de rocas sedimentarias afectadas por plegamiento, que fueron afectadas por procesos denudativos que modelaron la ladera.

10.2.1 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.

AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A	CONTRATO 507 DE 2020	Página 51
-----------------------------------	-----------------------------	-------------

 <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>		

- **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 antropica.

- **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.

10.2.2 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.

10.2.3 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.

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

Las unidades genéticas del relieve identificadas en la geomorfología son el producto de un modelado denudativo, que generó un relieve ondulado a medianamente abrupto, originado por la degradación de las laderas por acción de los 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
contrapendiente estructural denudada	Dlcd	ladera	Denudativo	Arcillas, limos, arenas, gravas y bloques de areniscas.
Ladera de acumulación	Dlf	ladera	Agradacional	Arcillas, limos, arenas, gravas

10.2.4 LADERA DE ACUMULACIÓN (DLF).

Geoforma generada por un proceso orogénico que creó un relieve próximo de donde provinieron materiales, que fueron transportados por acción gravitacional e hídrica, 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 heterogéneos, que incluyen materiales finos y fragmentos de roca.

10.2.5 CONTRAPENDIENTE ESTRUCTURAL DENUDADA (DLCD):

Corresponde a una geoforma de origen estructural en un sector de contrapendiente, donde el buzamiento de la estratificación ocurre en sentido opuesto a la pendiente del terreno; la ladera presenta una pendiente abrupta, que sido denudada por acción de los procesos erosivos que han modelado la geoforma actual por acción de la gravedad y la escorrentía de agua lluvia.

10.2.6 PROCESOS MORFODINÁMICOS.

Los procesos morfodinámicos que se identificaron cerca del área evaluada corresponden a procesos erosivos, generados por la ausencia periódica de cobertura. En la parte media del polígono se observa la modificación de las laderas por el proceso de construcción de vías y la implantación de construcciones para vivienda.

- 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 polígono Cajita de Soches se identificó la presencia de erosión laminar, y erosión en surcos.

- 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 sur y occidental 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.

10.3 ANÁLISIS MULTITEMPORAL

Para realizar el análisis multitemporal se utilizaron un juego de fotografías aéreas, una imagen de satélite y una ortofoto, que corresponden al vuelo IGAC C-2717, en escala 1: 20.400 de febrero de 2004, fotografías número 196 y 197, la imagen de satélite fue obtenida de google Earth, es del año 2016, y la ortofoto es del año 2021 y fue tomada para el presente trabajo. La fotografía aérea, la imagen de satélite y la ortofoto, todas en formato digital se interpretaron individualmente y luego se llevaron a una escala idéntica con el objeto de establecer los cambios que se presentaron en el sector cercano al polígono en relación con los procesos morfodinámicos.

En las fotografías del año 2004 se observa una red de drenaje poco densa, bien integrada, de forma subparalela, las corrientes presentes no han sido intervenidas y presentan un bosque de galería. Para la época la zona ya ha sido intervenida en el sector suroriental del polígono, se habían levantado algunas construcciones de carácter informal de una sola planta y se tenían accesos peatonales.



 <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>		

La mayor parte del polígono presentaba una cubierta vegetal arbustiva densa que estaba relativamente aislada, el sector estaba destinado para recreación, la ladera no ha sido intervenida debido a su condición de terreno abrupto.

En relación con los procesos morfodinámicos se observa la presencia de erosión concentrada en forma localizada en la parte alta y baja del predio, manifiesta como erosión en surcos.



Figura 20. Tomado de IGAC año 2004 en escala 1:4.000.

 <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>	
--	---	---

En la imagen de satélite del año 2015, se observa la intervención antrópica ligada al proceso de urbanización, toda la zona media y baja del polígono está completamente urbanizada, se han construido edificaciones de una sola planta, se han construido vías ensanchando los accesos peatonales para tener acceso mediante vehículos.

En la parte alta de la ladera, en el límite oriental del polígono se conserva una cubierta vegetal arbórea que en la época servía de cerca perimetral para impedir el acceso desde el otro lado de la montaña.

Los procesos morfodinámicos presentes para la época corresponden a procesos erosivos, de carácter local, tipo erosión difusa y concentrada que se manifiestan por la presencia de erosión laminar, y en surcos, presentes en la parte baja en vías de acceso y localmente en la parte alta del talud central.

En la ortofoto del año 2021 se observa que se consolidó el proceso de urbanización en el polígono, se observan mejoras en las construcciones presentes; la vía principal de acceso al barrio fue pavimentada con adoquines y se construyeron algunos muros de contención para mejorar la estabilidad.

La parte alta de ladera presente en el polígono evaluado no ha sido objeto de modificación morfológica, presenta la misma apariencia observada en las fotos de los años 2004 y 2015, únicamente se observa que la cubierta vegetal arbórea presente en la parte alta ha desaparecido y ha sido reemplazada por pastos.

Los procesos morfodinámicos presentes corresponden a erosión incipiente y acentuada, que se manifiesta como erosión laminar y erosión en surcos, presente en algunas vías de acceso sin pavimentar y en algunos sectores desprovistos de vegetación.

En la siguiente figura se observa el resultado del análisis multitemporal de los procesos morfodinámicos, en los colores naranja se demarcan los procesos del año 2004, en los colores violeta los procesos del año 2015 y en color rojo los procesos del año 2021.

Los procesos morfodinámicos presentes en el predio para todo el periodo analizado corresponden a procesos erosivos, de carácter local, tipo erosión difusa y concentrada que se manifiestan por la presencia de erosión en surcos; corresponde a procesos de corta duración, asociados a flujo de aguas lluvia en sectores con poca vegetación; no se reconoció la presencia de fenómenos de remoción masa.

AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A	CONTRATO 507 DE 2020	Página 57
-----------------------------------	-----------------------------	-------------



Figura 21. Modificado de Google Earth, año 2016 en escala 1:4.000.



Figura 22. Modificado de ortofoto año 2021 escala 1:4.000.

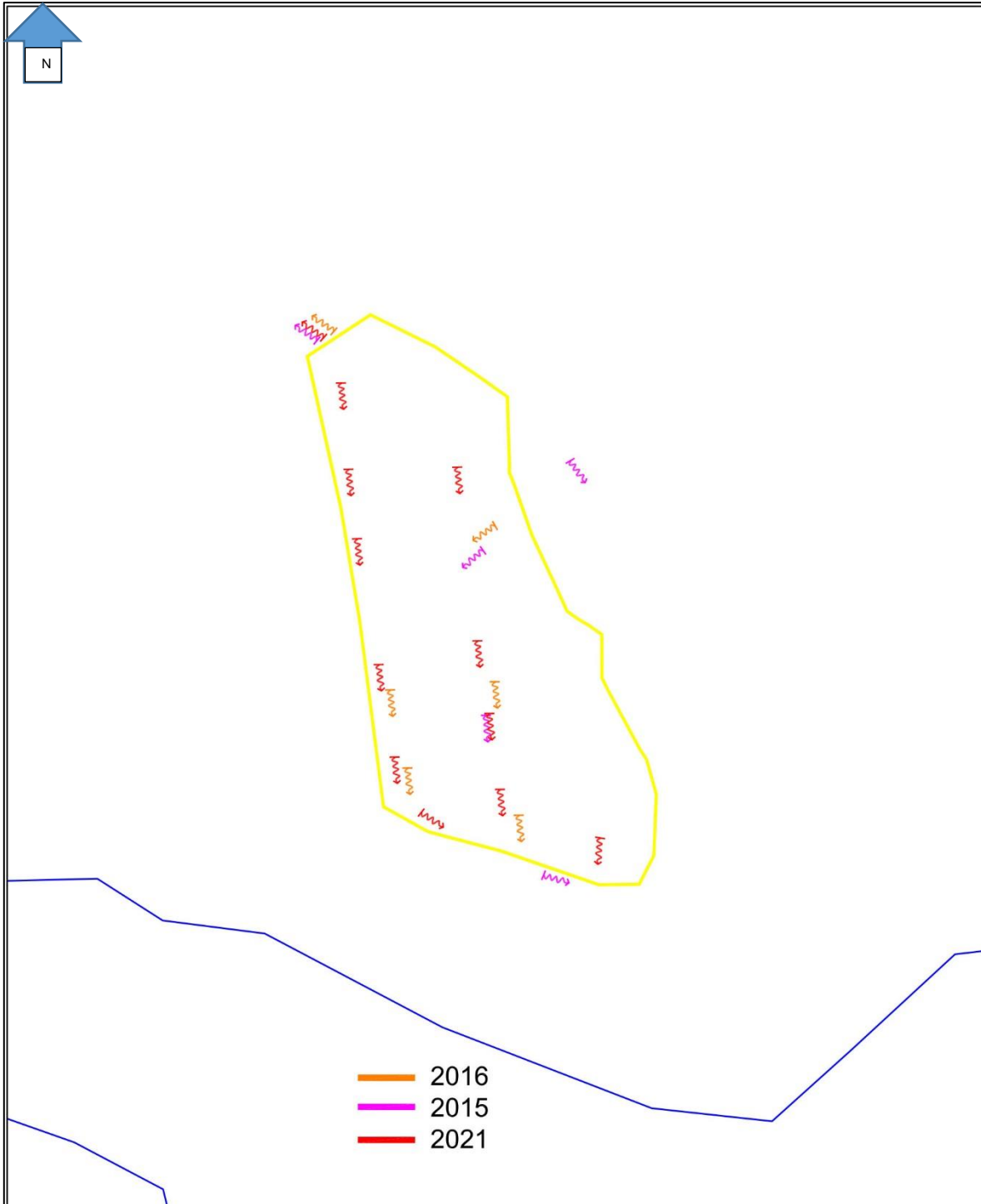


Figura 23. Análisis multitemporal en escala 1:4.000.

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.

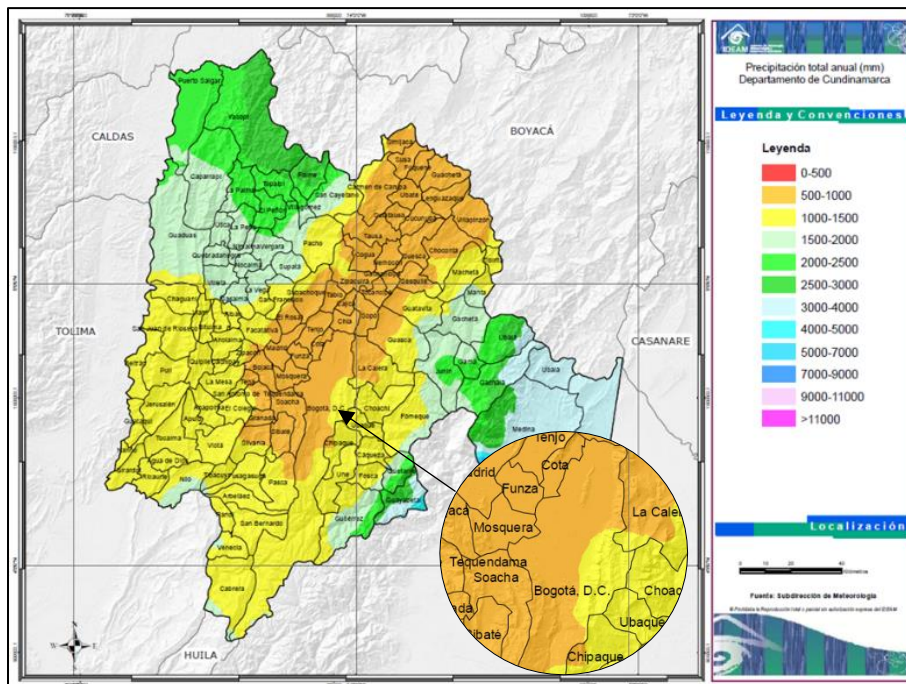


Figura 24. Precipitación media anual para el departamento Cundinamarca.

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.

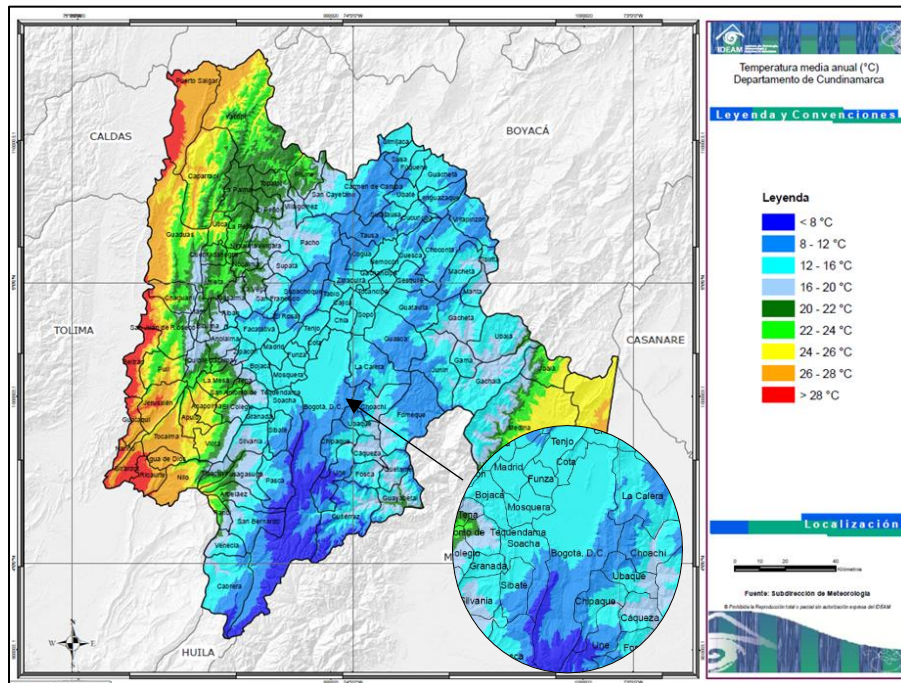


Figura 25. Temperatura media anual (°C) en el departamento de Cundinamarca.

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.

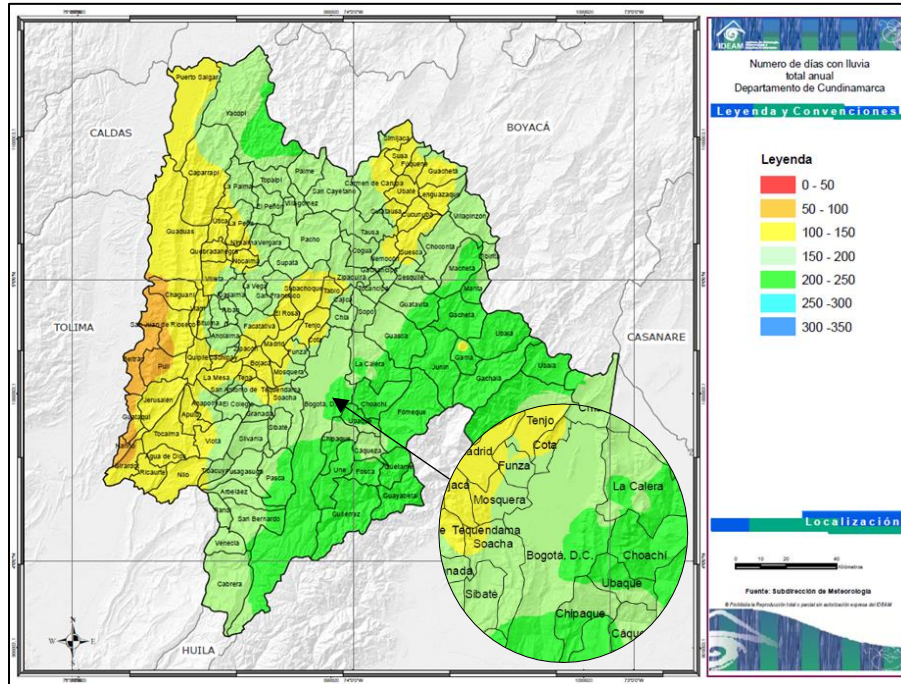


Figura 27. Número de días con lluvia para el departamento de Cundinamarca.

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.

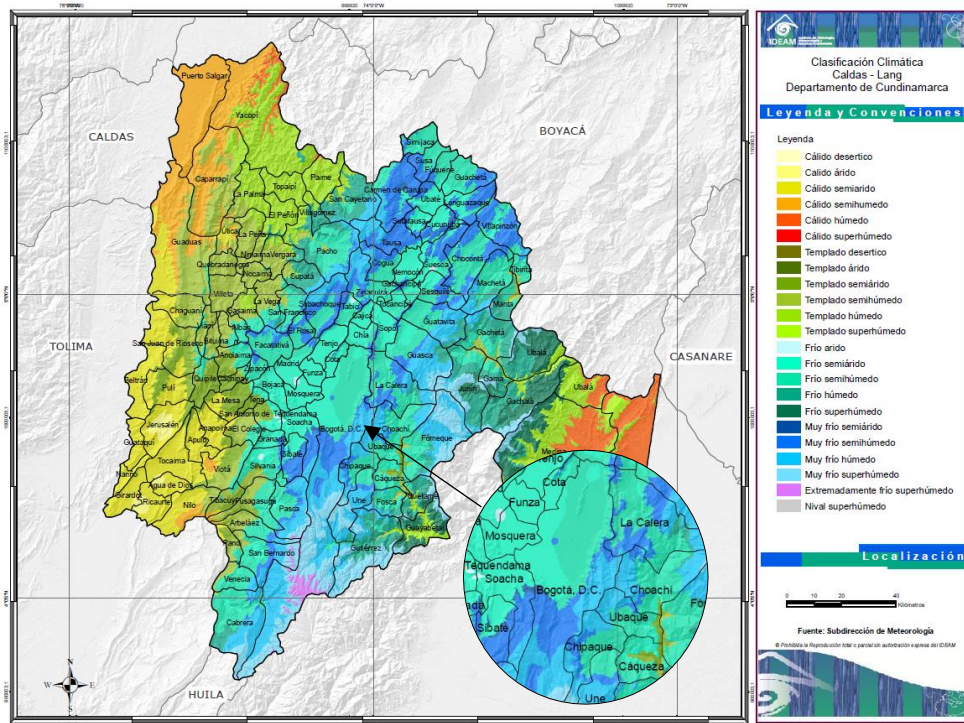


Figura 28. Clasificación Climática del departamento de Cundinamarca.

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.

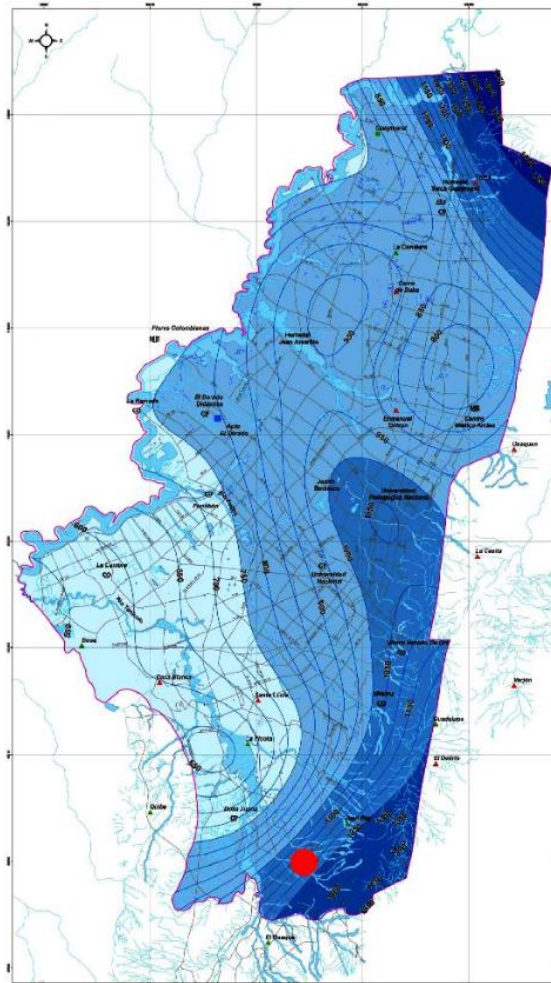


Figura 29. Precipitación total anual en la ciudad de Bogotá D.C.

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.

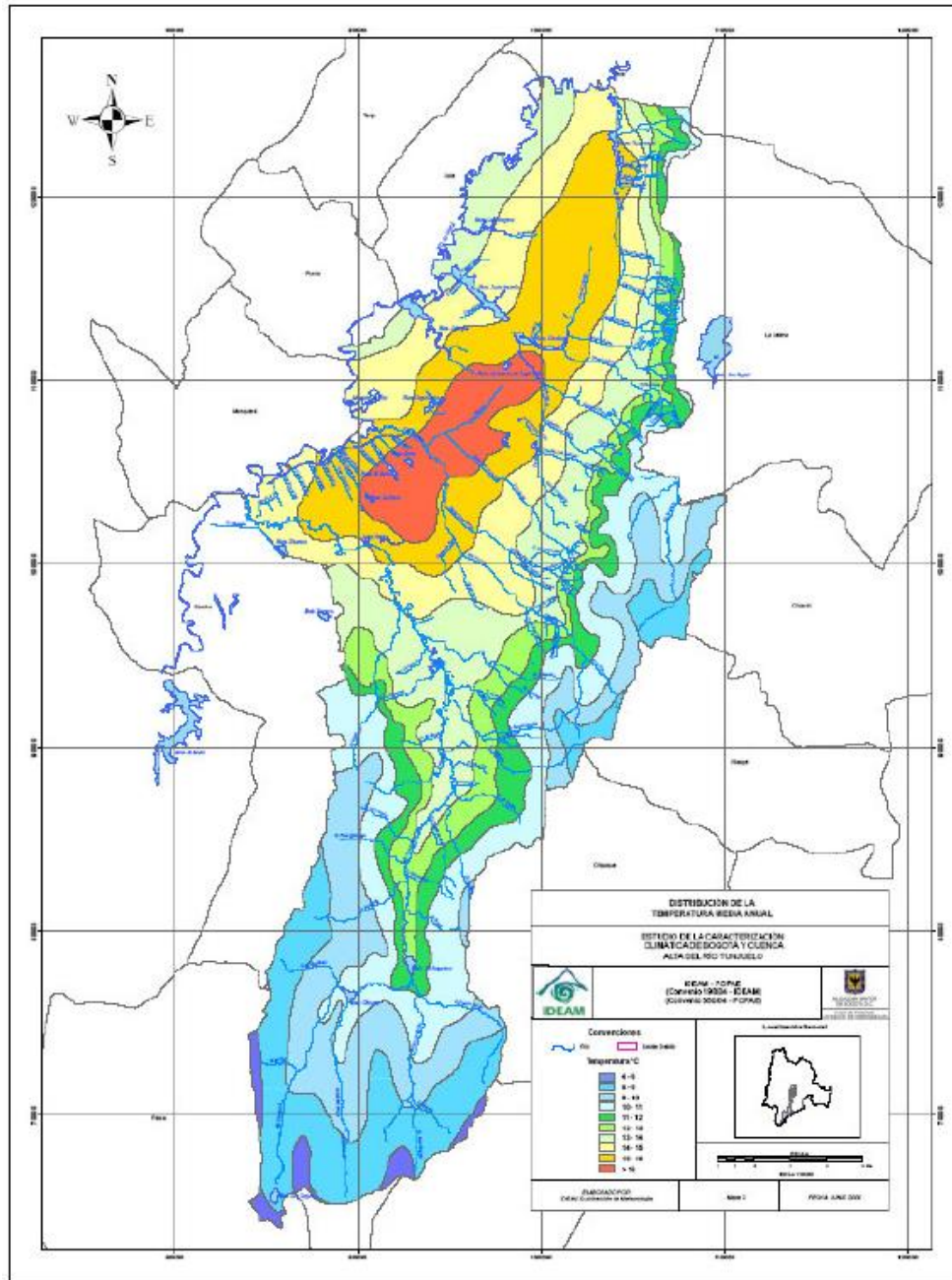




Figura 30. Distribución de la Temperatura media anual.

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 1</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 1100 mm.

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>
--	------------------------------------	--------------------

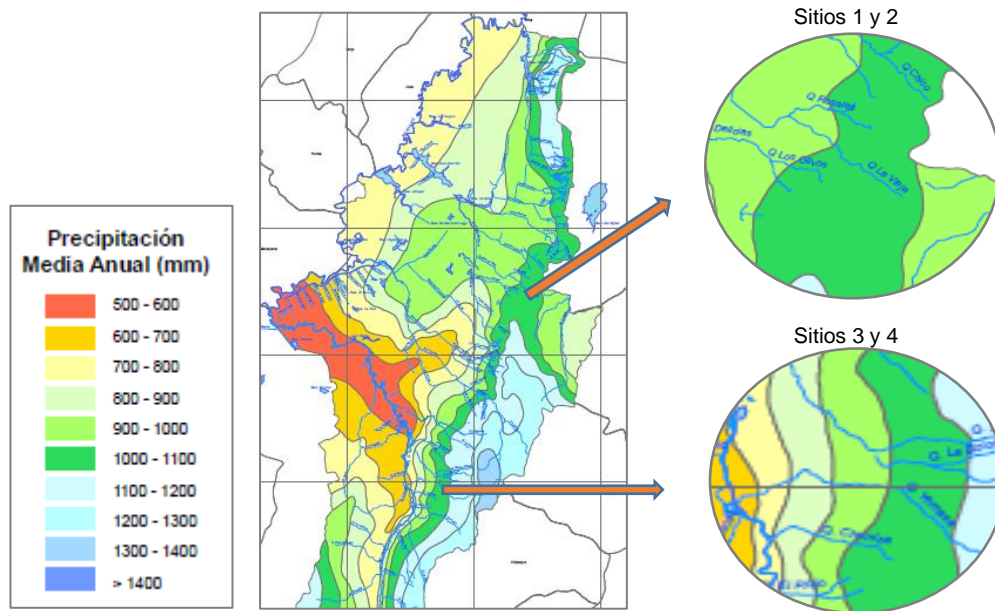


Figura 31. Precipitación media anual estudio IDEAM-FOPAE.
Fuente: Modificado de IDEAM-FOPAE, 2004.

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.

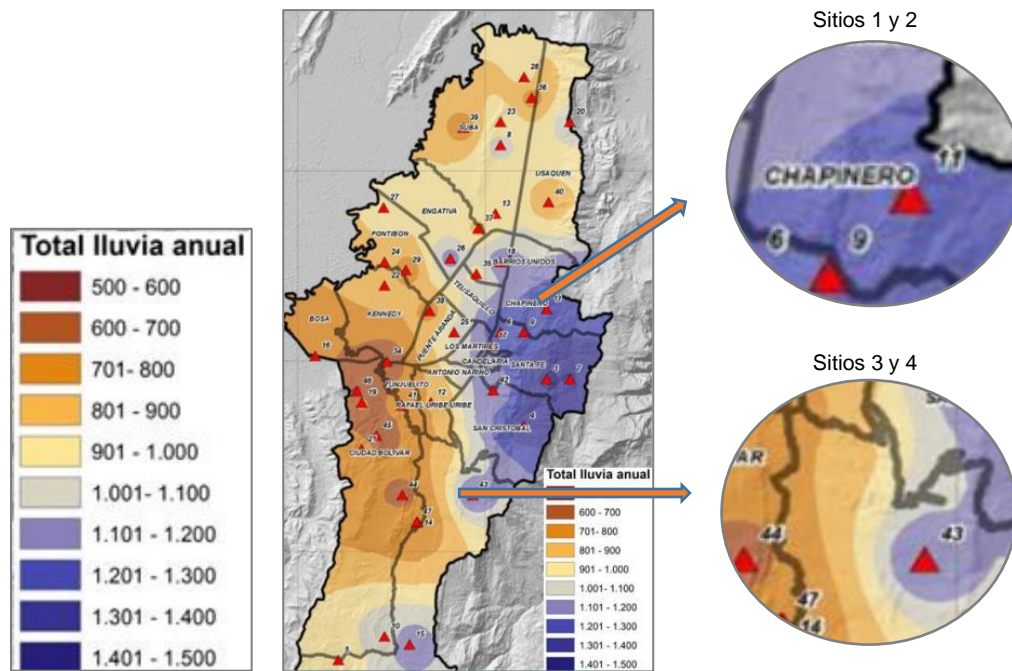


Figura 32. Precipitación media anual estudio Euscátegui-IDIGER.
Fuente: Modificado de Euscátegui-IDIGER, 2019.

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

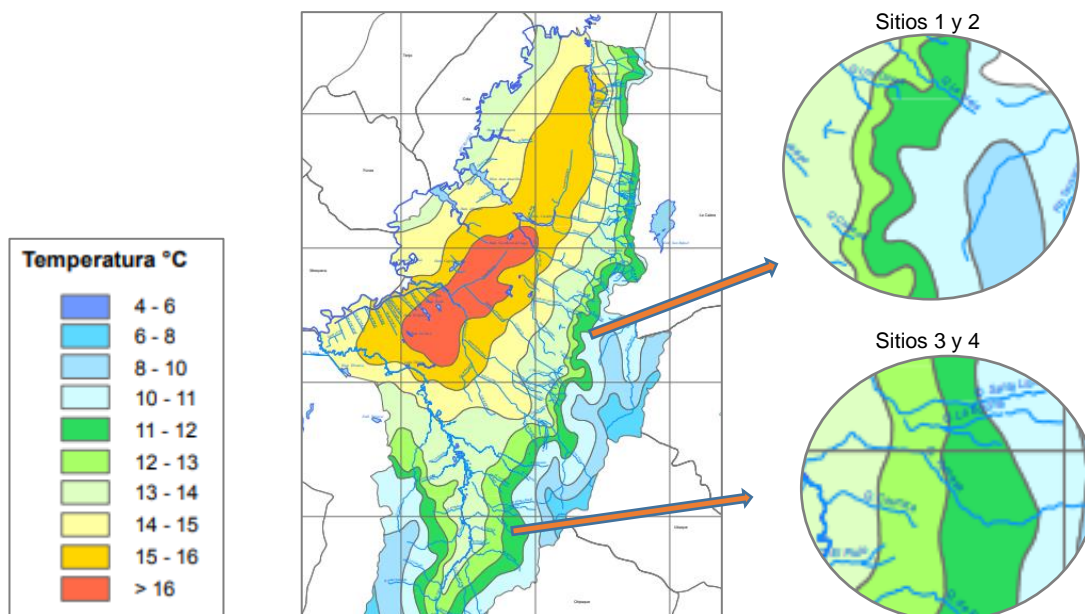


Figura 33. Temperatura media anual estudio IDEAM-FOPAE.
Fuente: Modificado de IDEAM-FOPAE, 2004.

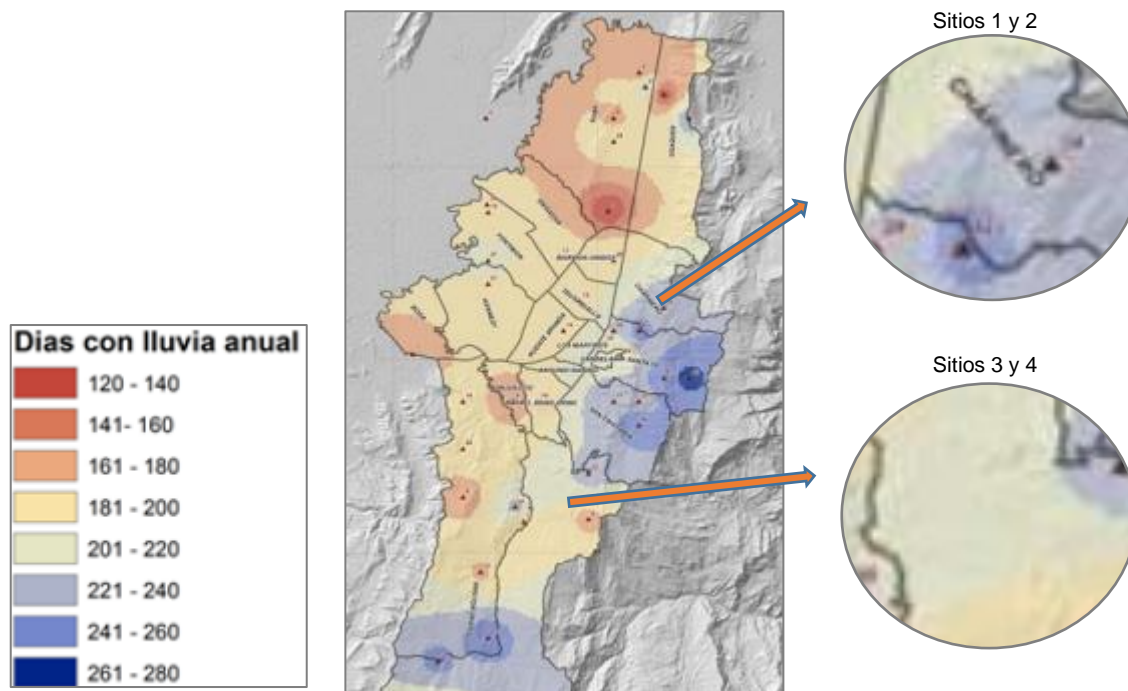




Figura 34. Número de días con lluvia medio anual estudio Euscátegui-IDIGER.
Fuente: Modificado de Euscátegui-IDIGER, 2019.

 <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>		

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

11.4.1 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

11.4.2 CONDICIONES DE USO ACTUAL

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

11.4.3 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

11.4.4 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 71</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.



11.4.5 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 5 – Cajita.

SONDEO	NIVEL FREÁTICO.
1	11-03-2021 17:00 NIVEL FREÁTICO 1,40 m 12-03-2021 7:00 NIVEL FREÁTICO 5,80 m
2	13-03-2021 17:00 NIVEL FREÁTICO 1,40 m 14-03-2021 7:00 NIVEL FREÁTICO 5,80 m
3	16-03-2021 17:00 NIVEL FREÁTICO 3,10 m 19-03-2021 7:00 NIVEL FREÁTICO 3,30 m
4	16-03-2021 17:00 NIVEL FREÁTICO 3,10 m 19-03-2021 7:00 NIVEL FREÁTICO 3,30 m

 <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>		

11.4.6 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/m²).

12 ESTUDIO GEOTÉCNICO SITIO 4 CAJITA DE LOS SOCHES

12.1 ASPECTOS SÍSMICOS



De acuerdo con el Estudio de Microzonificación Sísmica de Bogotá (Decreto 523 de 2010), para el sitio 4 Cajita de los Soches se evidencia que la mayor parte del área de estudio la cubre la unidad definida como Cerros. Los parámetros de diseño sísmico para un período de retorno de 475 años para cada una de las zonas se muestran en la Tabla 6. Desde el punto de vista de efectos locales de acuerdo con la microzonificación sísmica la unidad de Cerros puede presentar amplificación de onda sísmica por efecto topográfico.

Tabla 6 – Parámetros sísmicos del espectro de respuesta para el sitio 4 Cajita de los Sochez.

Parámetro sísmico	Cerros
Periodo Corto, T _c , (s)	0.62
Periodo Largo (TL)	3.00
Aceleración horizontal pico efectiva del terreno en superficie (A ₀)	0.18
Coficiente de Amplificación en Periodos Cortos (F _a)	1.35
Coficiente de Amplificación en Periodos Largos (F _v)	1.30

Fuente: Decreto 523 de 2010, Microzonificación sísmica de Bogotá

Para los análisis de estabilidad en condición seudoestática se utilizará un valor de 2/3 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.

 <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>		

12.2.1 FORMACIÓN USME (E2U):

En el sector estudiado aflora una secuencia sedimentaria que hace parte del miembro inferior de la Formación Usme, integrado por una secuencia de limolitas y arcillolitas de color gris oscuro y amarillo rojizo cuando están meteorizadas, estratificadas en capas de espesor medio a grueso, con esporádicas intercalaciones de areniscas de cuarzo y feldespato de color gris claro, de grano fino a medio, con matriz arcillosa, en capas de 2 a 6 m de espesor; el espesor total de la Formación es calculado en 300 m, se asumen 100 m para el miembro inferior y 200 m para el superior.

La posición estructural de las rocas de la Formación Usme en el subsuelo predio, indica que corresponde a una secuencia afectada por volcamiento, que ocasiona que se presente inversión, con un ángulo de buzamiento cercano a los 30°.

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.

Las labores de exploración directa realizadas en el predio permitieron establecer que la unidad se encuentra integrada por una secuencia de arcillolitas de color gris, rojizo por alteración con presencia de niveles de areniscas de grano fino con matriz arcillosa.

12.2.2 FORMACIÓN REGADERA (E2R):

Unidad descrita por Hubach (1957), aflora en el valle de Usme en los flancos del sinclinal de Usme Tunjuelito, la unidad está integrada por una secuencia de areniscas conglomeráticas y areniscas cuarzosas de grano medio a grueso con matriz arcillosa, estratificadas en bancos 5 a 15 m, se presentan intercalaciones de arcillolitas de color gris.

El espesor de esta unidad es mayor a 300 m, su ambiente de depósito se generó en un ambiente continental fluvial en un sistema de corrientes trenzadas, se le asigna una edad Eoceno medio (Horn, 1987).

12.2.3 DEPÓSITO DE COLUVIÓN (QCO)

Un depósito de coluvión reciente recubre la parte baja de ladera, corresponde a un depósito heterogéneo integrado por arcillas limos, arenas y fragmentos de areniscas que han sido desprendidas de la ladera, transportadas por procesos hidro gravitacionales y acumuladas en la parte baja.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 76</p>
--	------------------------------------	--------------------

12.2.4 DEPÓSITO ANTRÓPICO (QAR)

Depósito heterogéneo integrado por limos, arcillas y arenas mezclados con fragmentos de escombros de construcción, la disposición espacial de esta unidad está ligada a procesos de urbanización y a la construcción de vías.

12.3 GEOMORFOLOGÍA

Las unidades genéticas del relieve identificadas en la geomorfología son el producto de un modelado denudativo, que generó un relieve ondulado a medianamente abrupto, originado por la degradación de las laderas por acción de los procesos erosivos, originando las geoformas actuales.

La Tabla 7 describe las características de las unidades geomorfológicas identificadas:



Tabla 7 –Unidades Geomorfológicas

UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SÍMBOLO	MORFOLOGÍA	MORFOGÉNESIS	LITOLOGÍA
contrapendiente estructural denudada	Dlcd	ladera	Denudativo	Arcillas, limos, arenas, gravas y bloques de areniscas.
Ladera de acumulación	Dlf	ladera	Agradacional	Arcillas, limos, arenas, gravas

Fuente: Autor

12.3.1 LADERA DE ACUMULACIÓN (DLF).

Geoforma generada por un proceso orogénico que creó un relieve próximo de donde provinieron materiales, que fueron transportados por acción gravitacional e hídrica, 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 heterogéneos, que incluyen materiales finos y fragmentos de roca.

 <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>		

12.3.2 CONTRAPENDIENTE ESTRUCTURAL DENUDADA (DLCD):

Corresponde a una geoforma de origen estructural en un sector de contrapendiente, donde el buzamiento de la estratificación ocurre en sentido opuesto a la pendiente del terreno; la ladera presenta una pendiente abrupta, que sido denudada por acción de los procesos erosivos que han modelado la geoforma actual por acción de la gravedad y la escorrentía de agua lluvia.

12.3.3 PROCESOS MORFODINÁMICOS.

Los procesos morfodinámicos que se identificaron cerca del área evaluada corresponden a procesos erosivos, generados por la ausencia periódica de cobertura. En la parte media del polígono se observa la modificación de las laderas por el proceso de construcción de vías y la implantación de construcciones para vivienda.

- 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 polígono Cajita de Soches se identificó la presencia de erosión laminar, y erosión en surcos.

- 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 sur y occidental 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.

12.4 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 cuatro (4) perforaciones mecánicas entre 9.15 y 16.0 m de profundidad, trincheras y apiques

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 78</p>
--	------------------------------------	--------------------

de 1.5 m de profundidad, así mismo se realizaron dos (2) líneas de refracción sísmica con longitudes de 69 m.

12.4.1 EXPLORACIÓN DIRECTA

Se realizaron cuatro (4) perforaciones mecánicas, tres (3) apiques y cinco (5) 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 mecánicos se incluye en la Tabla 8.

En la figura 36. Se muestra la localización de sondeos y líneas de refracción sísmica ejecutadas para el proyecto, y en la Figura 37 fotografías a manera de ejemplo de las muestras de suelo obtenidas de la exploración.

Tabla 8 – Localización de sondeos sitio 4.

Sondeo	Coordenadas		Profundidad alcanzada (m)	Nivel freático (m)
	Este (m)	Norte (m)		
S-1	997894.138	989488.004	13.20	4.5 a 5.8
S-2	997847.896	989476.640	15.00	1.4 a 5.8
S-3	997884.580	989437.628	16.00	3.1 a 3.3
S-4	997892.902	989390.631	9.15	3.1 a 3.3





Figura 36. Localización de exploración del subsuelo – sitio 4





Figura 37. Registro fotográfico de algunas de las muestras obtenidas de los sondeos

 <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>		

12.4.2 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

Sondeo 1

El sondeo S-1 localizado en el costado oriental del área de estudio, presenta la siguiente estratigrafía: entre 0.0 y 0.9 m de profundidad se obtuvo una capa de Limo orgánico con algo de arena fina, de consistencia muy firme con Ncampo de 17 golpes/pie, presencia de raíces. Luego entre 0.5 y 1.7 m se tiene una capa de arena de grano fino con algo de limo, de humedad baja y densidad muy densa con valores de Ncampo ente 47 a 78 golpes/pie. Luego entre 1.7 y 4.90 m aparece una capa de arcilla con algo de limo y arena, de humedad media, plasticidad media y consistencia dura con valores de Ncampo entre 70 y 88 golpes/pie. Enseguida aparece entre 4.9 y 12.7 una capa de arcillolita meteorizada con algo de arena, de consistencia dura. Por último, entre 12.7 y 13.2 m se encontró una capa de arena arcillosa de compacidad muy densa. El nivel freático se registra entre 4.5 y 6.8 m de profundidad.

Sondeo 2

El sondeo S-2 localizado en el costado occidental del área de estudio, presenta la siguiente estratigrafía: entre 0.0 y 1.5 m de profundidad se obtuvo una capa de relleno compuesto por limos y arcillas con escombros de construcción, de consistencia media con valores de Ncampo entre 6 a 7 golpes/pie. Luego entre 1.5 y 2.9 aparece una capa de limo orgánico con algo de gravas angulares de tamaño menor a ½”, de humedad media, plasticidad media, y consistencia firme, con valores de Ncampo entre 14 a 17 golpes/pie. Luego entre 2.9 y 5.5 m se presenta una capa de arcilla algo limo arenosa, de humedad media, plasticidad media y consistencia firme, con valores de Ncampo entre 12 a 16 golpes/pie. Enseguida se obtuvo entre 5.5 a 9.6 m una capa de arenisca friable de grano fino, con presencia de arcilla, con un valor de RQD de 13%. Por último, entre 9.6 y 15.0 m se encontró una capa de arcillolita con algo de arena, con valores de RQD entre 13 a 31%. El nivel freático apareció entre 1.4 y 5.8 m de profundidad.

Sondeo 3

El sondeo S-3 localizado hacia la parte central del área de estudio, presenta la siguiente estratigrafía: entre 0.0 y 0.9 m de profundidad aparece una capa de relleno compuesto por limo con raíces y escombros de construcción, de humedad media, plasticidad media y consistencia blanda, luego entre 0.9 m y 1.55 se encontró una capa de limo algo arcilloso, con raíces, de humedad media, plasticidad media y consistencia media con Ncampo de 6 golpes/pie. Enseguida aparece entre 1.55 a 4.15 m de profundidad una capa de arcilla con algo de limo y arena, de humedad media, plasticidad alta y consistencia variable en profundidad entre muy firme a dura, con Ncampo entre 17 a 44 golpes/pie. Por último, entre 4.15 y 16 m se obtuvo arcillolita con algo de arena, e intercalaciones muy meteorizadas, el valor de RQD varía entre 10 a 34 golpes/pie. El nivel freático se encontró entre 3.1 a 3.3 m de profundidad.

<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 82</p>
--	------------------------------------	--------------------

Sondeo 4

El sondeo S-4 localizado en el costado sur del área de estudio, presenta la siguiente estratigrafía: entre 0.0 y 0.15 m de profundidad aparece la capa vegetal, luego entre 0.15 y 0.60 m de profundidad se encontró un relleno de limo orgánico con raíces, escombros de construcción y basuras, de humedad media, plasticidad media y consistencia blanda, con Ncampo de 2 golpes/pie. Luego entre 0.60 y 0.90 m de profundidad se obtuvo una capa de limo orgánico con algunas raíces, de humedad media, plasticidad media y consistencia firme con Ncampo de 9 golpes/pie. Enseguida se registra entre 0.9 y 4.7 una arcilla limosa con arena y raíces de humedad media, plasticidad media y consistencia muy firme a dura, con Ncampo entre 18 a 78 golpes/pie. Por último, entre 4.7 y 9.15 m se obtuvo una capa de arcillolita con algo de arena fina, de consistencia dura. El nivel freático se registra entre 3.10 a 3.30 m de profundidad.

12.4.3 NIVEL FREÁTICO

En el área de estudio del polígono 4 se observa que el nivel freático varía entre 1.4 a 5.8 m en el costado norte del área (Sondeos S-1 y S-2), mientras que en la parte sur la variación es menor entre 3.1 a 3.3 m de profundidad (Sondeos S-3, S-4).

Tabla 9 – Profundidad del nivel freático

Sondeo	Nivel freático (m)
S-1	4.5 a 5.8
S-2	1.4 a 5.8
S-3	3.1 a 3.3
S-4	3.1 a 3.3

12.4.4 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. Para el caso del sitio 4 se observa aumento de la resistencia a la penetración con la profundidad, siendo a partir de los 2 m de profundidad que se reportan valores de N160 superiores a 17 golpes/pies que indican una consistencia firme a dura de los materiales.

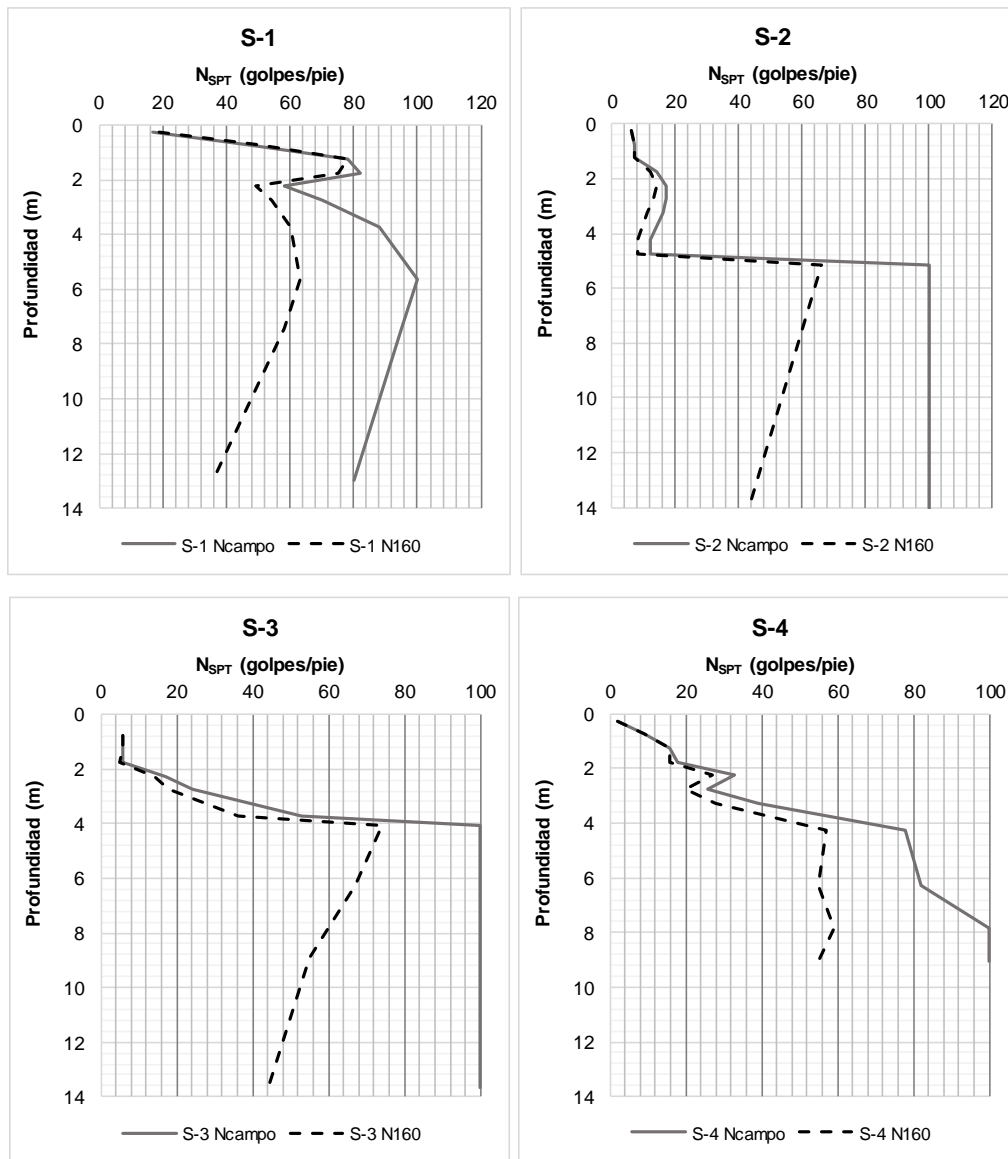


Figura 38. Variación del valor de N del ensayo de SPT con la profundidad

Fuente Geodinámica (2021)

12.4.5 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 muestran de la Figura 39 a la Figura 40 los resultados de la regresión lineal y el ángulo de fricción obtenido para los materiales de depósito antrópico, y nivel arcillos de la Formación Usme.

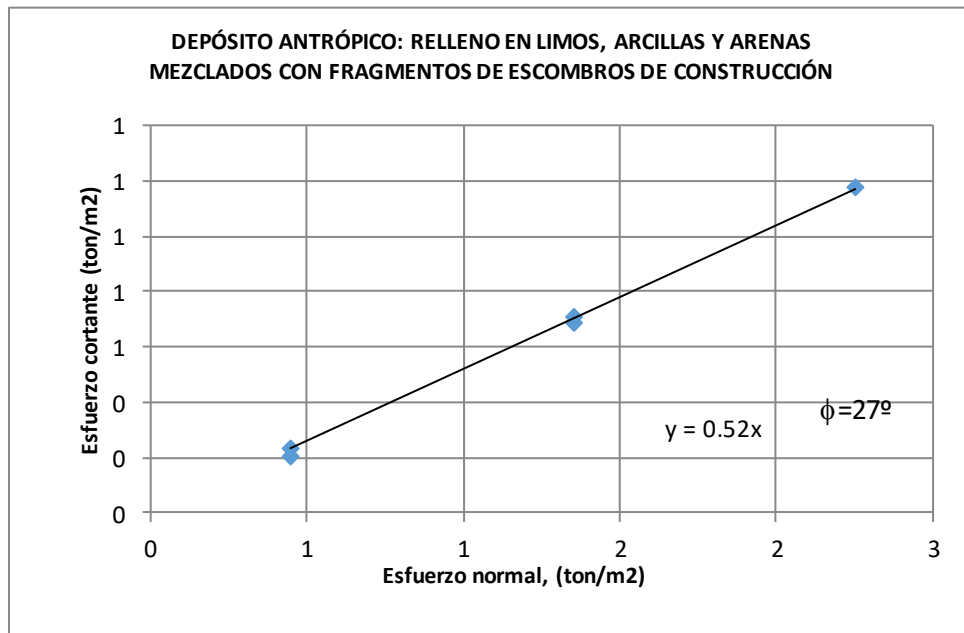


Figura 39. Estimación de parámetros de resistencia para el depósito antrópico

Fuente Geodinámica (2021)

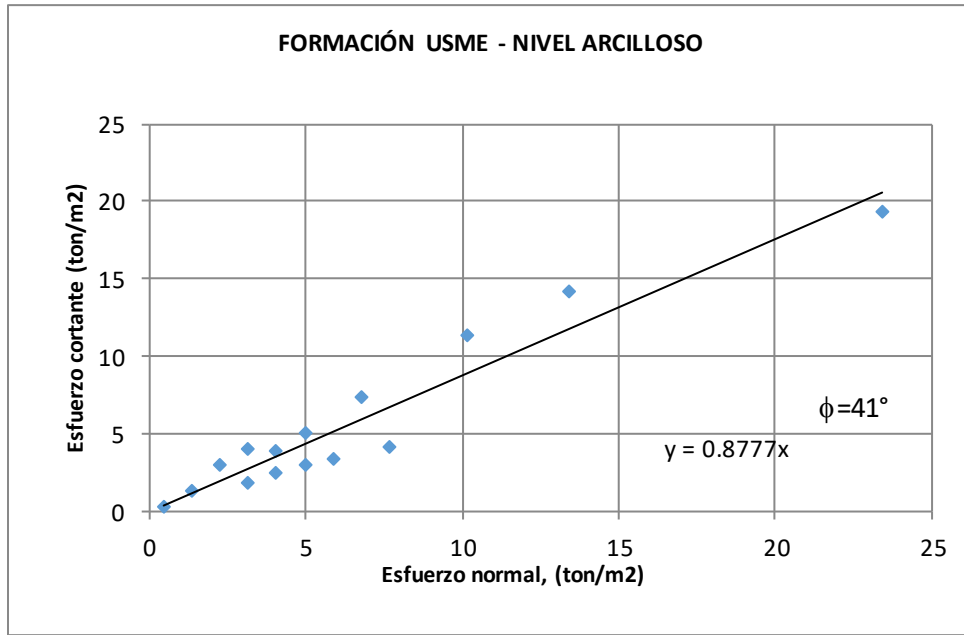


Figura 40. Estimación de parámetros de resistencia para el nivel arcilloso de la Formación Usme

Fuente Geodinámica (2021)

12.4.6 EXPLORACIÓN INDIRECTA

Para el proyecto se ejecutaron dos (2) 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, en la Tabla 10 se presentan las coordenadas de inicio y fin de cada una de las líneas, la localización en planta de cada una de las líneas geofísicas se muestra a continuación. 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 10 – Localización de líneas de refracción sísmica Sitio 4 Cajita de los Sochez

Descripción	Punto	Coordenadas		Longitud (m)
		Este (m)	Norte (m)	
LRS-1	Inicio	997845.9	989382.854	69
	Fin	997910.038	989371.025	
LRS-2	Inicio	997848.897	989454.622	69
	Fin	997863.984	989389.934	

Fuente Geodinámica (2021)



Figura 41. Localización de líneas de refracción sísmica– sitio 4

Línea de refracción sísmica 1

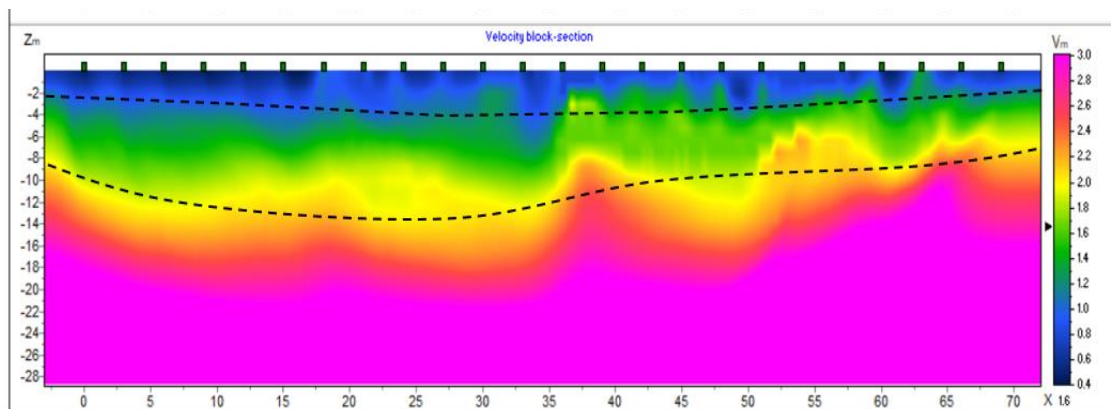


Figura 42. Perfil de modelo de capas. Velocidades de onda P obtenidas para la línea L-1 (Velocidad en km/s)

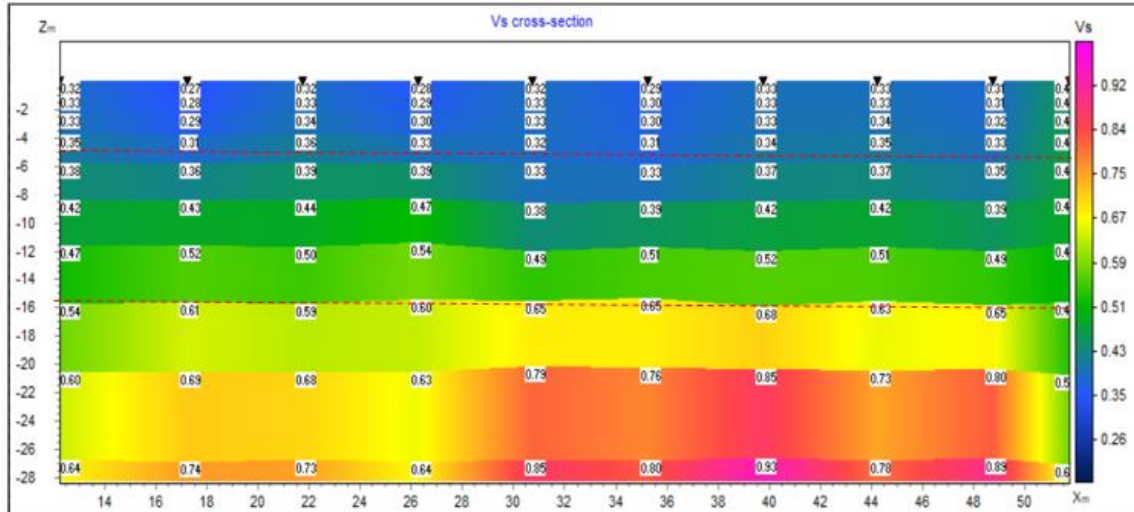


Figura 43. Perfil de modelo 2D de velocidades de onda s Vs obtenidas para la línea L-1

Tabla 11 – 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)	Vs (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	280	20.8	2.12	600	0.36	166.6	453.4
1.0	2.3	1.7	290	20.1	2.05	600	0.35	172.6	465.3
2.3	3.9	3.1	300	19.8	2.02	1600	0.48	181.8	538.8
3.9	5.9	4.9	330	19.8	2.02	1600	0.48	220.3	651.0
5.9	8.3	7.1	390	20.2	2.06	1600	0.47	313.0	919.2
8.3	11.5	9.9	470	20.6	2.10	1600	0.45	464.5	1349.7
11.5	15.5	13.5	540	20.9	2.13	1600	0.44	621.7	1785.1
15.5	20.6	18.1	600	21.1	2.15	3000	0.48	774.0	2289.7
20.6	26.9	23.8	630	21.1	2.15	3000	0.48	852.7	2518.7
26.9	30.0	28.5	640	21.0	2.14	3000	0.48	877.1	2589.4

Línea de refracción sísmica 2

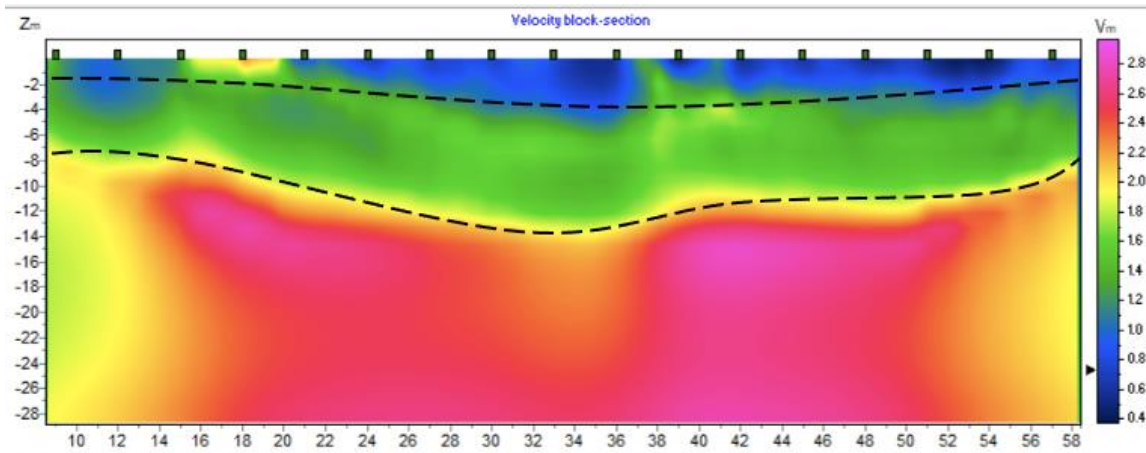


Figura 44. Perfil de modelo de capas. Velocidades de onda P obtenidas para la línea L-2 (Velocidad en km/s)

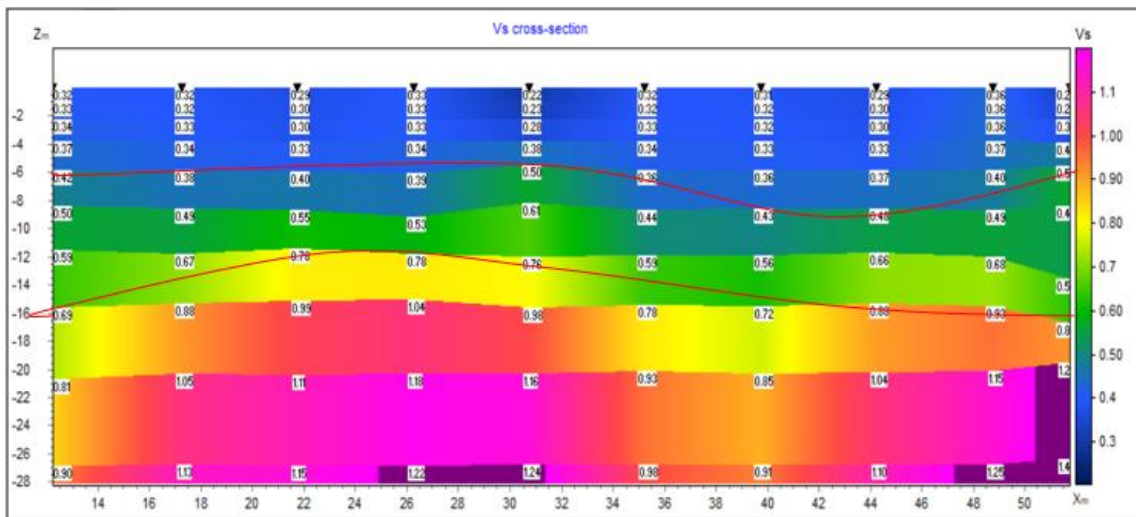


Figura 45. Perfil de modelo 2D de velocidades de onda s Vs obtenidas para la línea L-2

Tabla 12 – 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)	V _p (m/s)	μ (-)	G _o (MPa)	E _o (MPa)
0.0	1.0	0.5	220	20.0	2.04	600	0.42	98.5	280.3
1.0	2.3	1.7	230	19.3	1.97	600	0.41	104.1	294.3
2.3	3.8	3.1	280	19.6	2.00	600	0.36	156.5	425.9
3.8	5.5	4.7	380	20.4	2.08	1600	0.47	300.1	882.4
5.5	8.2	6.9	500	21.1	2.15	1600	0.45	538.0	1555.7
8.2	12.0	10.1	610	21.6	2.20	1600	0.41	817.7	2314.0
12.0	15.7	13.9	760	22.1	2.26	1600	0.35	1303.0	3529.4
15.7	20.4	18.1	980	22.9	2.33	2800	0.43	2238.4	6402.7
20.4	26.8	23.6	1160	23.3	2.37	2800	0.40	3194.0	8920.3
26.8	30.0	28.4	1240	23.4	2.39	2800	0.38	3667.3	10107.1

12.4.7 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 muestran en la Tabla 13.

Tabla 13 – 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	0
Pasa tamiz 200	INV E - 214 - 13	9
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

12.4.7.1 HUMEDAD NATURAL Y LÍMITES DE ATTERBERG

Para el sitio 4 la humedad natural varía entre 6.5 a 39.4% con un valor promedio de 16.8%, el límite plástico varía entre 15 a 22%, con un valor promedio de 18%, observándose que dicho resultado es cercano a lo valor de humedad natural, por lo tanto lo materiales exhiben un comportamiento rígido. Por su parte el valor del límite líquido varía entre 22 a 53%. El índice de plasticidad varía entre 7 a 33% con un valor promedio de 19.9%, indicando una plasticidad entre baja a media de los materiales.

Teniendo en cuenta la carta de plasticidad de Casagrande los materiales en su mayoría clasifican como arcillas de baja plasticidad (CL) y en menor proporción arcilla de alta plasticidad (CH).

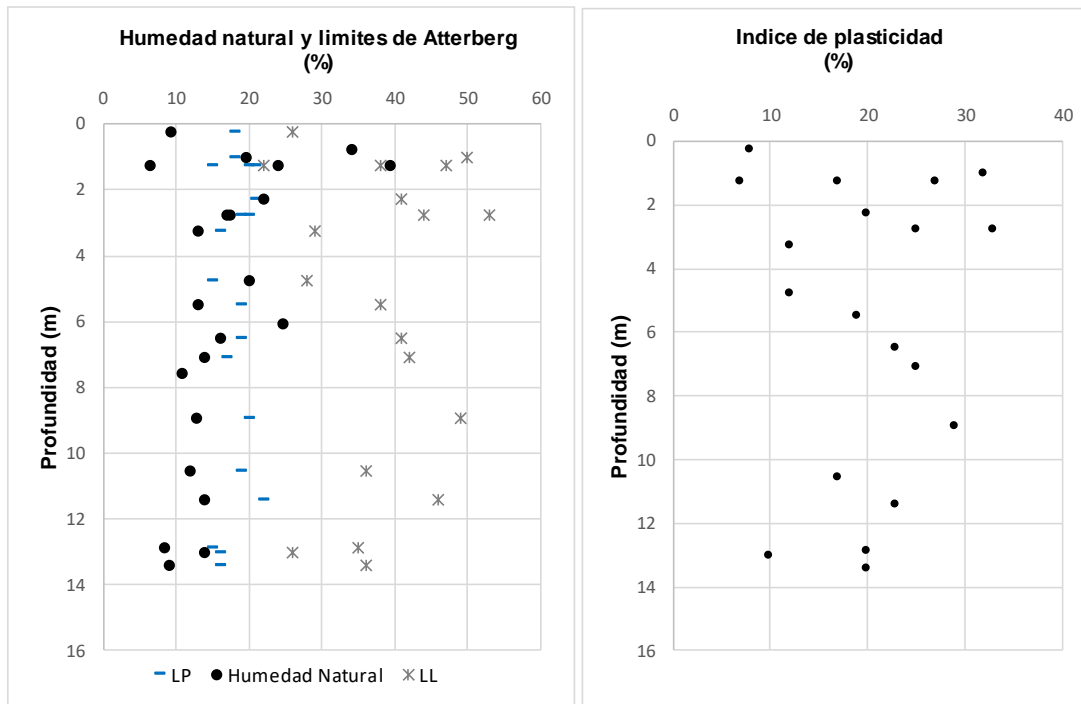


Figura 46. Variación de la humedad y los límites de Atterberg con la profundidad

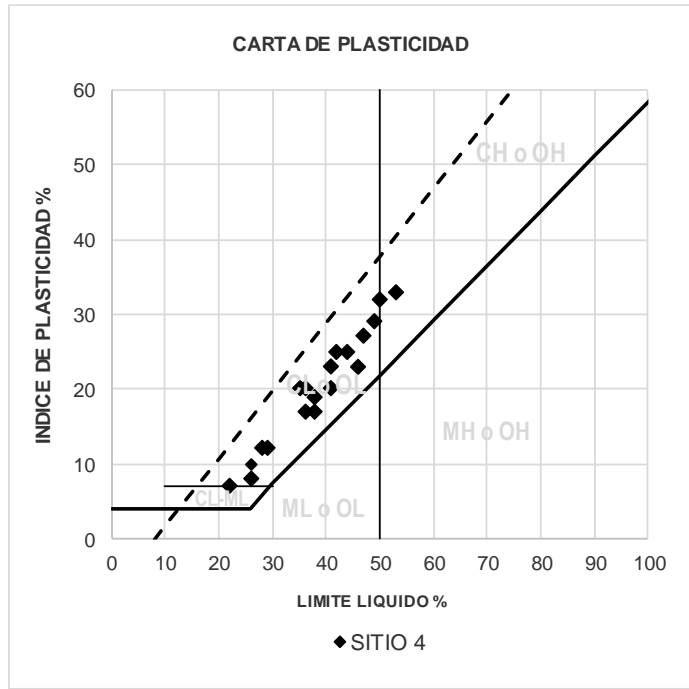


Figura 47. Carta de plasticidad para los materiales cohesivos presentes en el sitio 4

12.4.7.2 PESO UNITARIO

El peso unitario para los materiales del sitio 4 varía entre 17.0 a 24 kN/m³, este último valor asociado a la capa de arcillolita de la Formación Usme.

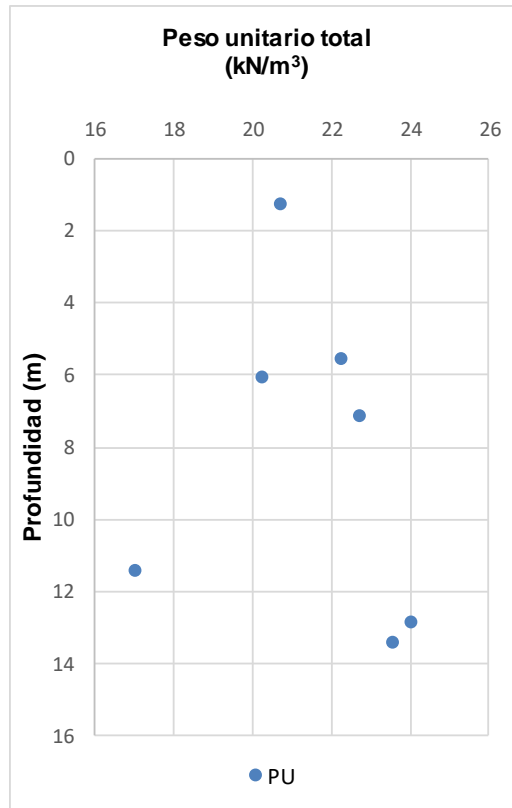


Figura 48. Variación del peso unitario con la profundidad

12.4.7.3 PESO ESPECÍFICO

El peso específico varía entre 2.59 a 2.75 con un valor promedio de 2.69, característico de materiales de origen sedimentario.

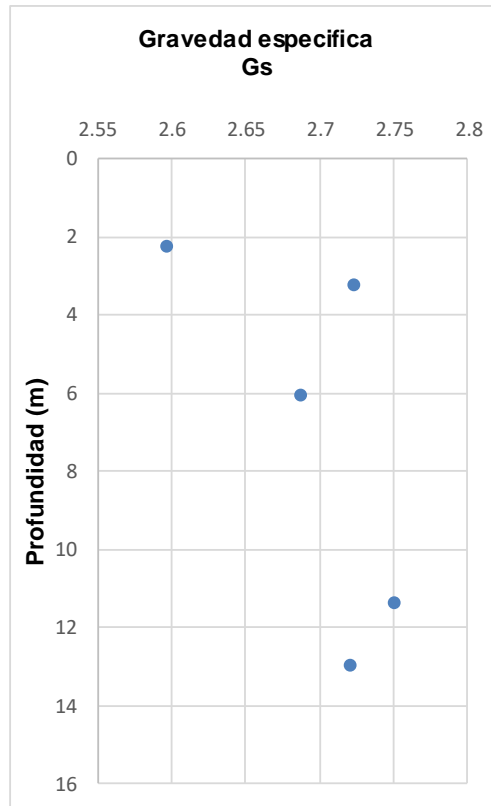


Figura 49. Variación del peso específico con la profundidad

12.4.7.4 GRANULOMETRÍA

De los resultados de laboratorio se observa la presencia predominante de suelos finos en el perfil del subsuelo, con contenidos de finos entre 37 al 100%.

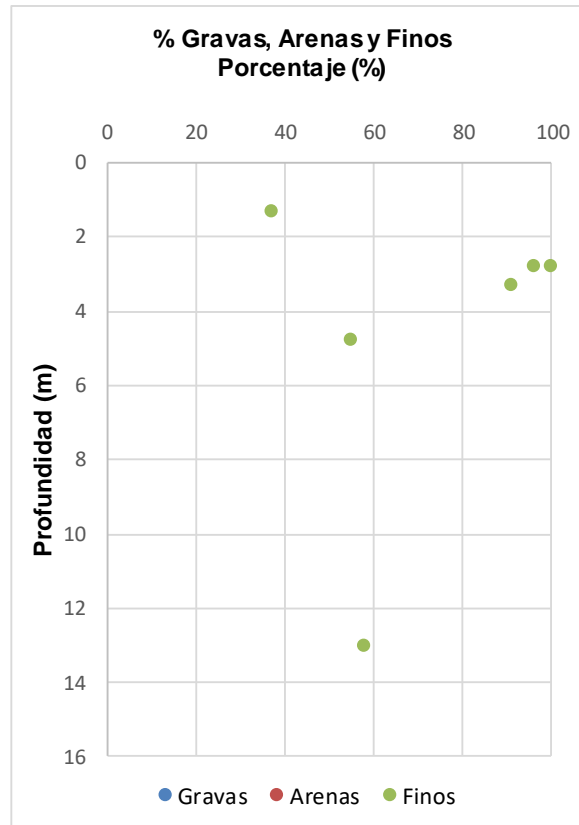


Figura 50. Variación del contenido de gravas, arenas y finos con la profundidad

12.4.7.5 RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADO

La resistencia al corte no drenado de los niveles arcillosos varía entre 51 a 560 kN/m² indicando suelos de consistencia firme a dura. Estos resultados se compararon con los obtenidos por correlación con el valor de N del ensayo de SPT para arcillas de baja compresibilidad ($C_u=4.4N$ Stroud, 1974) encontrándose que los valores de laboratorio para profundidades entre 4 y 8 m están por debajo de los obtenidos por correlación, en contraste con el resultado de la muestra S-2 M-16 entre 12.8 y 14.0 m, para el cual el valor de $C_u=560$ kN/m² es superior a los obtenidos por correlación.

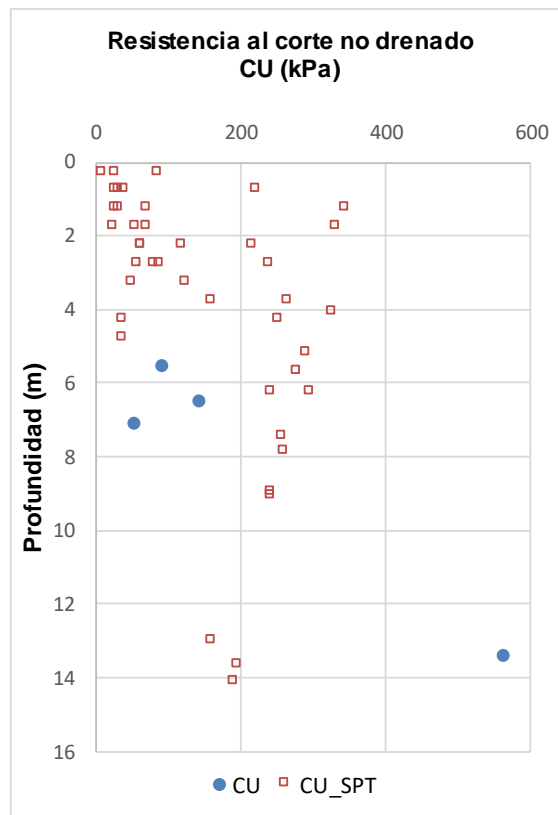


Figura 51. Variación de la resistencia al corte no drenado con la profundidad

12.4.7.6 CORTE DIRECTO

Del ensayo de corte directo se obtuvo un valor de cohesión drenada entre 16 a 20 kPa, y un valor de ángulo de fricción entre 22.6 a 27.7°. El valor de fricción se comparó con los resultados obtenidos por correlación con el valor de N del ensayo de SPT encontrándose que estos son mayores a los resultados de laboratorio.

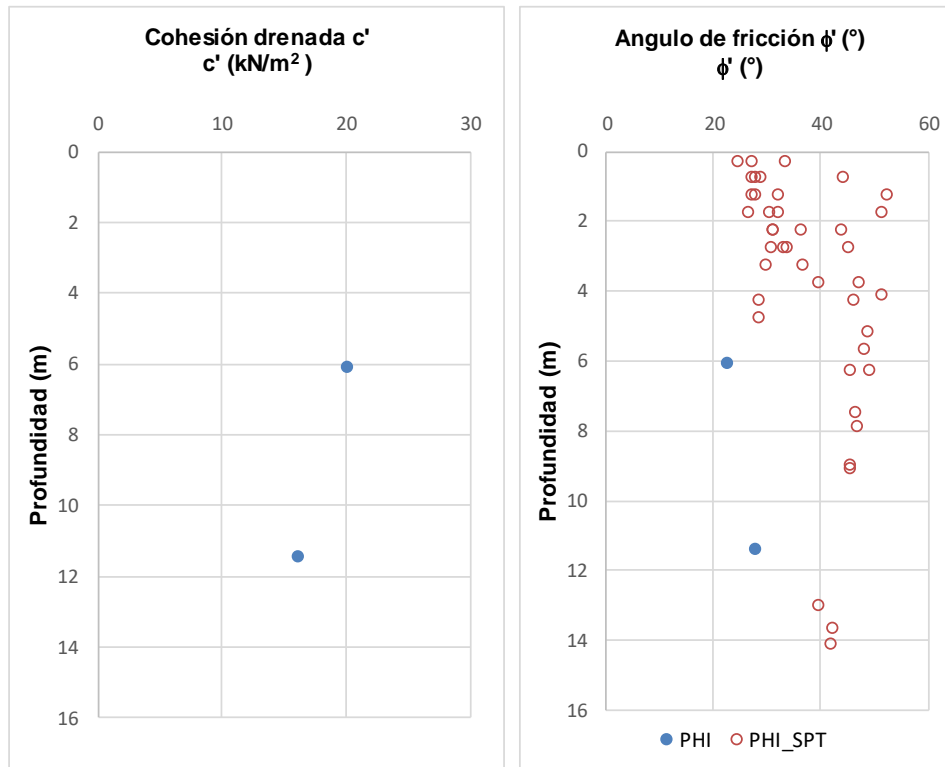


Figura 52. Variación de la cohesión drenada y el ángulo de fricción con la profundidad

12.4.7.7 COMPRESIÓN UNIAXIAL

Se realizó el ensayo de compresión en roca para obteniéndose valores entre 2.5 a 2.8 MPa, y un valor extremo de 0.6 MPa, el resumen de los resultados de compresión en roca se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 14 – Resultados de ensayo de compresión en roca para el sitio 4

Sondeo	Muestra	Prof. inicial (m)	Prof. Final (m)	Profundidad promedio (m)	qu (MPa)
2	18	14.2	15.0	14.6	2.8
3	11	6.5	7.5	7.0	2.5
3	16	12.1	13.6	12.9	0.6
3	19	15.0	16.0	15.5	2.7

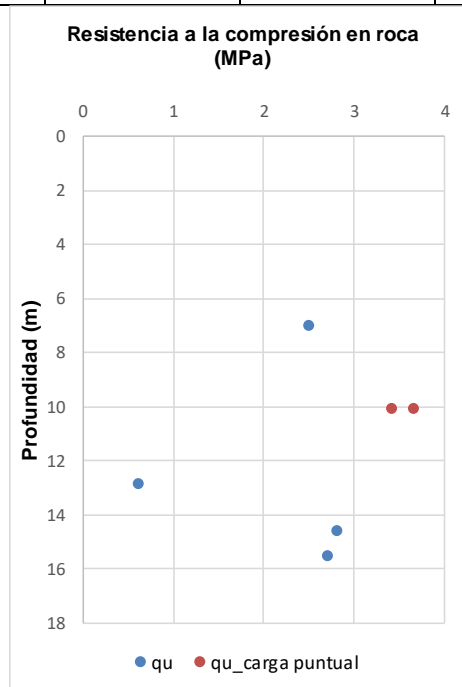


Figura 53. Variación resistencia a la compresión en roca con la profundidad

12.5 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 Tabla 15, mientras que en la Tabla 16 se indican los parámetros de resistencia obtenidos para los materiales.

Tabla 15 – Materiales geológicos encontrados en el sitio 4

Material	Símbolo	Descripción
Formación Usme	E2u	En el sector estudiado aflora una secuencia sedimentaria que hace parte del miembro inferior de la Formación Usme, integrado por una secuencia de limolitas y arcillolitas de color gris oscuro y amarillo rojizo cuando están meteorizadas, estratificadas en capas de espesor medio a grueso, con esporádicas intercalaciones de areniscas de cuarzo y feldespato de color gris claro, de grano fino a medio, con matriz arcillosa, en capas de 2 a 6 m de espesor; el espesor total de la Formación es calculado en 300 m, se asumen 100 m para el miembro inferior y 200 m para el superior.
Formación Regadera	E2r	Unidad descrita por Hubach (1957), aflora en el valle de Usme en los flancos del sinclinal de Usme Tunjuelito, la unidad está integrada por una secuencia de areniscas conglomeráticas y areniscas cuarzosas de grano medio a grueso con matriz arcillosa, estratificadas en bancos 5 a 15 m, se presentan intercalaciones de arcillolitas de color gris.
Depósito de coluvión	Qco	Un depósito de coluvión reciente recubre la parte baja de ladera, corresponde a un depósito heterogéneo integrado por arcillas limos, arenas y fragmentos de areniscas que han sido desprendidas de la ladera, transportadas por procesos hidro gravitacionales y acumuladas en la parte baja.
Depósito antrópico	Qar	Depósito heterogéneo integrado por limos, arcillas y arenas mezclados con fragmentos de escombros de construcción, la disposición espacial de esta unidad está ligada a procesos de urbanización y a la construcción de vías.

Arcillolita de la Formación Usme

Para este material se tiene un valor de resistencia a la compresión en roca de 2.5 a 2.8 MPa con un valor extremo de 0.6 MPa obtenido de la muestra S-3 M-16 entre 12.1 y 13.6 m. El valor de GSI se estima en 80 por estar el material en una condición masiva y con pocas discontinuidades.

De esta manera empleando el programa Roclab se obtiene un valor de cohesión de 180 kPa y un ángulo de fricción de 24.1°.

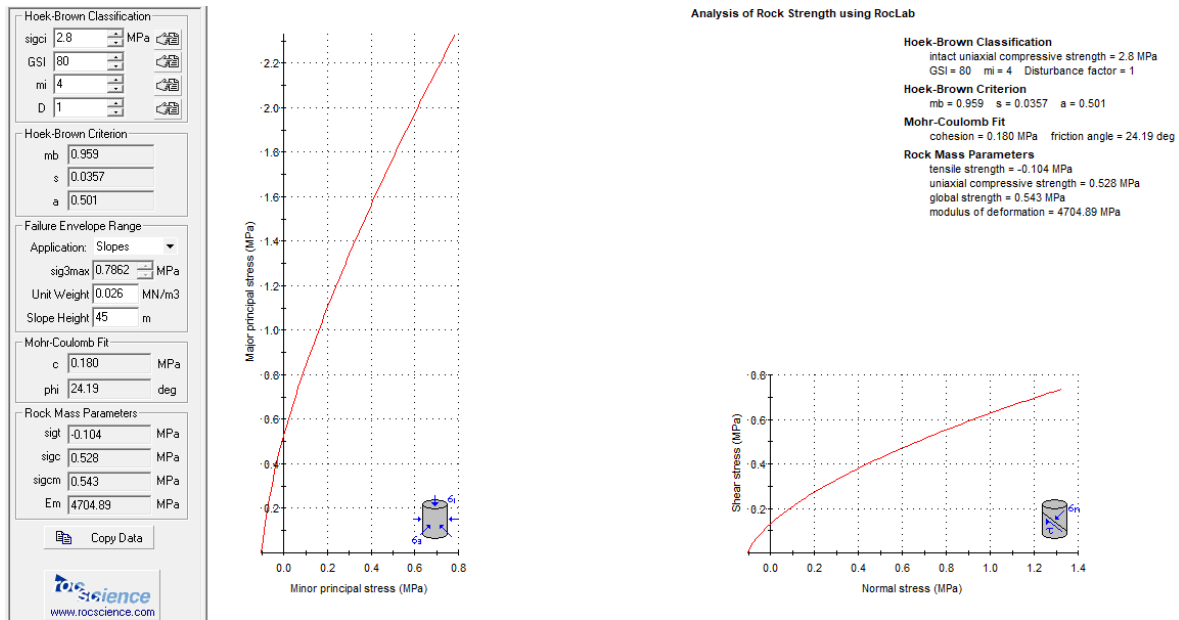


Figura 54. Determinación de parámetros de resistencia para arcillolita de la Formación Usme

Arenisca de la Formación Regadera

Para este material se tiene un valor de resistencia a la compresión en roca variable entre 30 – 40 MPa (DTS proyecto actualización POT Bogotá. Idiger, 2018), por lo que se toma el menor valor de 30 MPa. El valor de GSI se tomó como 70 teniendo en cuenta la calidad de macizo rocoso.

De esta manera empleando el programa Roclab se obtiene un valor de cohesión de 1634 kPa y un ángulo de fricción de 31°.

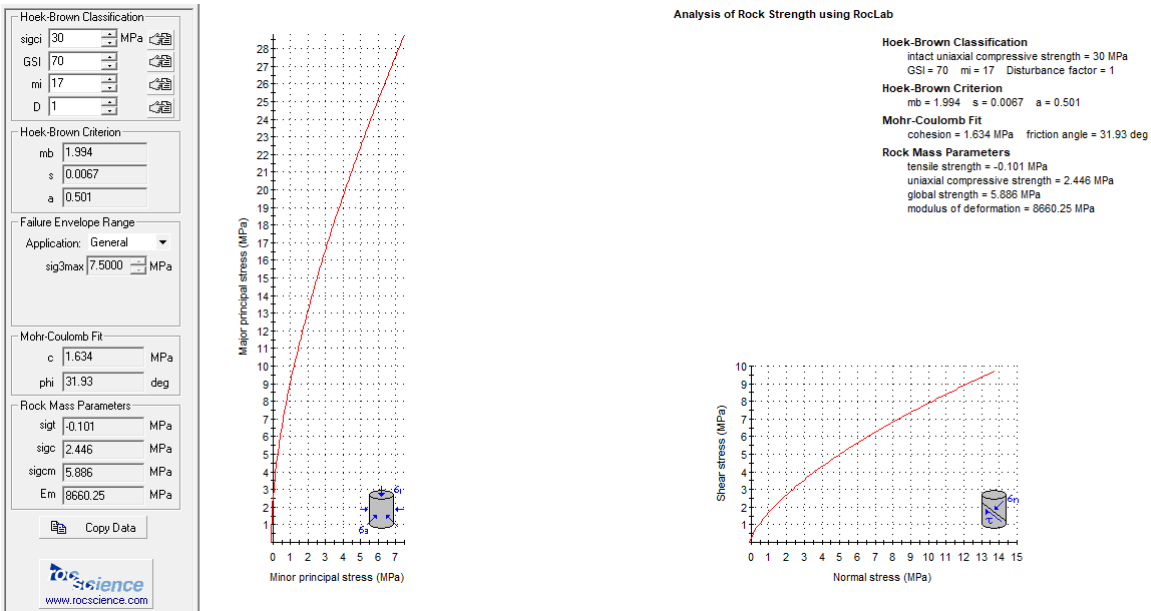


Figura 55. Determinación de parámetros de resistencia para arenisca de la de la Formación Regadera

Tabla 16 – Parámetros geotécnicos para materiales en el sitio 4

Material	Símbolo	Espesor (m)	Peso unitario, γ_t (kN/m ³)	Cohesión, c' (kN/m ²)	Angulo de fricción, ϕ (°)
Depósito antrópico	Qra	1.5	18	0	27
Deposito coluvial	Qco	1.5	18	5	20
Nivel de arcillolita (Formación Usme)	E2u	120	24	180	24.1
Formación Regadera	E2r	20	23	1637	31

12.6 MODELO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO

El modelo geológico – geotécnico propuesto para el sitio 4 Cajita de los Sochez se muestra en la Figura 56 y la sección transversal A-A' en sentido occidente oriente en la Figura 57.

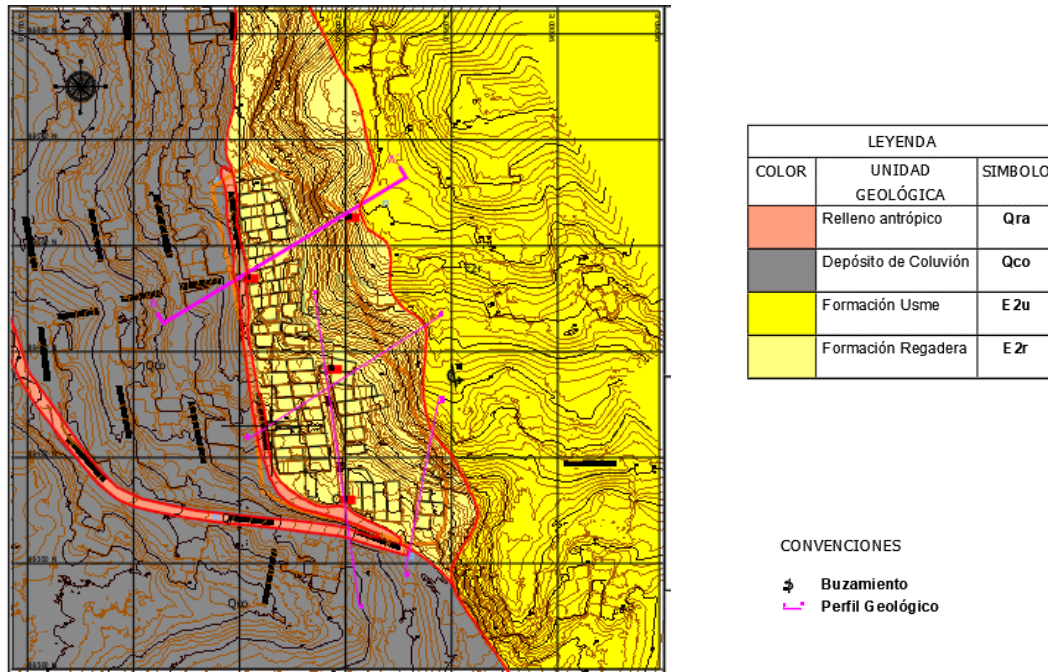


Figura 56. Mapa de geología

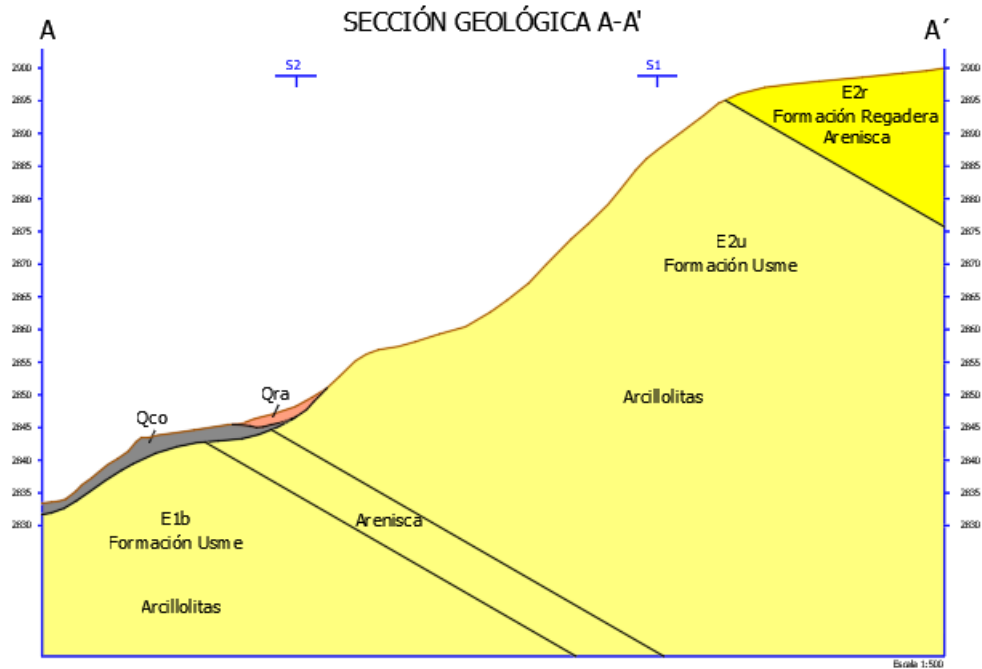


Figura 57. Sección A-A' (Sentido W-E)



12.7 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

12.7.1 ANÁLISIS CONCEPTUAL DE ESTABILIDAD

El sitio 4 Cajita de los Soches está conformado principalmente por una ladera de origen denudativo con pendientes entre 30 y 52°, en la cuales se presentan principalmente intercalaciones de arcillolitas y areniscas de la Formación Regadera (E2r) con buzamiento en contrapendiente lo cual es favorable a la estabilidad del talud. Se observa pérdida de la cobertura vegetal debido a la erosión por lluvia.

El nivel del agua se presenta entre 4.5 a 5.8 m en el costado norte del polígono, y a 3.10 m en el costado sur del polígono.

El principal agente contribuyente a la inestabilidad es la erosión por lluvia, por lo tanto, no se adelantan modelos de estabilidad de taludes, ya que el mecanismo observado es erosión severa.

 <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 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

12.8.1 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 cuatro (4) perforaciones mecánicas entre 9.15 y 16.0 m de profundidad, trincheras y apiques de 1.5 m de profundidad, así mismo se realizaron dos (2) líneas de refracción sísmica con longitudes 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, Formación Regadera, depósito de coluvión y depósito antrópico. En los resultados de laboratorio se incluye la caracterización geotécnica y el modelo geológico - geotécnico, respectivamente.

En el área de estudio del polígono 4 se observa que el nivel freático varía entre 1.4 a 5.8 m en el costado norte del área (Sondeos S-1 y S-2), mientras que en la parte sur la variación es menor entre 3.1 a 3.3 m de profundidad (Sondeos S-3, S-4).



12.8.2 RESULTADOS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

El sitio 4 Cajita de los Soches está conformado principalmente por una ladera de origen denudativo con pendientes entre 30 y 52°, en la cuales se presentan principalmente intercalaciones de arcillolitas y areniscas de la Formación Regadera (E2r) con buzamiento en contrapendiente lo cual es favorable a la estabilidad del talud. Se observa pérdida de la cobertura vegetal debido a la erosión por lluvia

El principal agente contribuyente a la inestabilidad es la erosión por lluvia, por lo tanto, no se adelantan modelos de estabilidad de taludes, ya que el mecanismo observado es erosión severa.

Desde el punto de vista geomorfológico el principal agente de inestabilidad corresponde a la erosión laminar y en surcos que se presenta en la zona de estudio, producto de un inadecuado manejo de las aguas de escorrentía y residuales. Sumado a lo anterior se tiene la intervención antrópica que realiza excavaciones en el terreno para el emplazamiento de viviendas, lo cual favorece procesos de inestabilidad local en los predios privados que conforman el barrio.



<p>AUTOR: GEODINÁMICA INGENIERÍA S.A</p>	<p>CONTRATO 507 DE 2020</p>	<p>Página 105</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>		

12.8.3 RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar un plan de control de erosión y revegetalización de taludes en el área de sitio 4 Cajita de los Soches, dado que el principal proceso identificado en el área de estudio es la erosión de los materiales por pérdida de la cobertura vegetal.



Se recomienda la construcción de un sistema de drenaje superficial con cunetas y canales para el control de la escorrentía en el área 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>		

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 Cajita de los Soches 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>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>		

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.