



TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	6
1 UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO.....	7
2 RECOPIACION DE INFORMACION SECUNDARIA.....	9
3 TRABAJO DE CAMPO Y LABORATORIO	12
4 MARCO GEOLOGICO REGIONAL.....	27
4.1 LITOLOGÍA.....	27
4.2 DEPOSITOS RECIENTES	30
4.3 GEOMORFOLOGIA	31
4.4 TECTONICA.....	32
5 CARACTERISTICAS DE LA UNIDAD DE ANALISIS.....	33
5.1 GEOLOGÍA.....	33
5.2 GEOMORFOLOGÍA	35
5.3 MORFOMETRIA.....	36
5.4 PROCESOS MORFODINAMICOS ACTUALES	38
5.5 FOTOINTERPRETACION.....	40
5.6 SUELOS PRESENTES.....	48
5.7 NIVEL FREÁTICO.....	49
6 ANTECEDENTES DE ESTABILIDAD SOBRE EL AREA EN ESTUDIO	50
7 ANALISIS DE ESTABILIDAD PARA LAS CONDICIONES ACTUALES Y CON FUTURO DESARROLLO DE VIVIENDAS EN LOS LOTES	53
7.1 Análisis de estabilidad con condiciones topográficas actuales	58
8 Análisis de estabilidad con implementación de una construcción futura en cimentación profunda y aumento del nivel freático.....	66
9 AMENAZA VULNERABILIDAD Y RIESGO DEL AREA EN ESTUDIO	69
9.1 ZONIFICACION DE LA APTITUD GEOLOGICA.....	70

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA
 ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

9.2 ZONAS APTAS CON RESTRICCIONES MODERADAS (ZARM): 72

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 74

11 CONDICIONES GEOLOGICAS Y GEOMORFOLOGICAS 74

12 AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA 74

13 LIMITACIONES..... 78

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO. IMAGEN TOMADA DE GOOGLE EARTH.	7
FIGURA 2.	UBICACIÓN DE LA UMI EN ESTUDIO (ZONA AMARILLA) SOBRE UNA IMAGEN TOMADA DE MAPGIS.....	8
FIGURA 3.	UBICACIÓN DE LA UMI EN ESTUDIO SOBRE EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL LOTE EN ESTUDIO.	9
FIGURA 4.	ÁREA DEL LOTE 44 DE LA URBANIZACIÓN MIRADOR DE SANTA CATALINA DONDE SE EVIDENCIA LA AMENAZA MEDIA- BAJA POR MOVIMIENTOS EN MASA DENTRO DEL TERRENO.	11
FIGURA 5.	UBICACIÓN APROXIMADA DEL ÁREA QUE OCUPA LA UMI EN ESTUDIO, SOBRE EL MAPA DE USOS GENERALES DEL SUELO URBANO DEL POT 2014.....	12
FIGURA 6.	UBICACIÓN DE LOS TRABAJO DE CAMPO REALIZADOS POR VARIOS GEOTECNISTAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	13
FIGURA 7.	RESUMEN DE LA PERFORACIÓN P1, ESTUDIO DE DETALLE.	17
FIGURA 8.	RESUMEN DE LA PERFORACIÓN P2, ESTUDIO DE DETALLE.	19
FIGURA 9.	RESUMEN DE LA PERFORACIÓN P-3, ESTUDIO GEOTÉCNICO LOTES 42,43 Y 44, AÑO 2011.	22
FIGURA 10.	CORRECCIÓN DEL NSPT Y CÁLCULO DEL MÓDULO DE YOUNG (ES) Y DEL ÁNGULO DE FRICCIÓN DEL SUELO (ϕ) PARA LA PERFORACIÓN 1, ESTUDIO DE DETALLE.	23
FIGURA 11.	CORRECCIÓN DEL NSPT Y CÁLCULO DEL MÓDULO DE YOUNG (ES) Y DEL ÁNGULO DE FRICCIÓN DEL SUELO (ϕ) PARA LA PERFORACIÓN 2, ESTUDIO DE DETALLE.	24
FIGURA 12.	CORRECCIÓN DEL NSPT Y CÁLCULO DEL MÓDULO DE YOUNG (ES) Y DEL ÁNGULO DE FRICCIÓN DEL SUELO PARA LA PERFORACIÓN 3, ESTUDIO GEOTÉCNICO LOTES 42,43 Y 44, AÑO 2011.	25
FIGURA 13.	LIMITES EN CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE.	27
FIGURA 14.	MAPA GEOLÓGICO MUNICIPIO DE MEDELLÍN	28
FIGURA 15.	GEOMORFOLOGÍA DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN. TOMADO DE LA GALERÍA DE IMÁGENES DE LA ESCUELA DEL HÁBITAT – CEHAP DE LA UNAL.....	32
FIGURA 16.	MAPA DE FORMACIONES SUPERFICIALES Y PERFIL GEOLÓGICO DE LA UMI	34
FIGURA 17.	GEOMORFOLOGÍA ZONA EN ESTUDIO. IMAGEN TOMADA DE GOOGLE EARTH.	35
FIGURA 18.	GEOMORFOLOGÍA ZONA EN ESTUDIO.	36
FIGURA 19.	MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS.....	37

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



FIGURA 20. MAPA DE PENDIENTES38

FIGURA 21. DESLIZAMIENTO DE TIERRAS LOTE 44 MIRADOR DE SANTA CATALINA. AÑO 2011. 39

FIGURA 22. CONDICIONES ACTUALES SOBRE EL LOTE EN ESTUDIO.....40

FIGURA 23. FOTOGRAFÍA AÉREA 8-390 DEL AÑO 1958.42

FIGURA 24. FOTOGRAFÍA AÉREA 125 DEL AÑO 1998.....44

FIGURA 25. IMAGEN DE GOOGLE EARTH DE SEPTIEMBRE DE 2006.45

FIGURA 26. IMAGEN DE GOOGLE EARTH DE MAYO DE 200846

FIGURA 27. IMAGEN DE GOOGLE EARTH DE SEPTIEMBRE DE 201146

FIGURA 28. IMAGEN DE GOOGLE EARTH DE DICIEMBRE DE 2015.....47

FIGURA 29. IMAGEN DE GOOGLE EARTH DEL LOTE DE VARIOS AÑOS48

FIGURA 30. DESLIZAMIENTO SOBRE EL LOTE 44 DE LA PARCELACIÓN MIRADOR DE SANTA CATALINA. AÑO 2011.50

FIGURA 31. SECCIÓN CONSIDERADA PARA EVALUAR LA ESTABILIDAD DE LA ZONA EN ESTUDIO.....54

FIGURA 32. PERFIL GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO TÍPICO DE LA ZONA.55

FIGURA 33. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD ESTÁTICO CON LAS CONDICIONES TOPOGRÁFICAS ACTUALES.58

FIGURA 34. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SEUDOESTÁTICO CON LAS CONDICIONES TOPOGRÁFICAS ACTUALES.59

FIGURA 35. CONDICIONES DE ESTABILIDAD ACTUALES.60

FIGURA 36. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD ESTÁTICO CONSIDERANDO LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA.61

FIGURA 37. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD ESTÁTICO CONSIDERANDO LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA.61

FIGURA 38. ANÁLISIS PROBABILISTA EN CONDICIÓN ESTÁTICA CON LA TOPOGRAFÍA ACTUAL.....64

FIGURA 39. ANÁLISIS PROBABILISTA EN CONDICIÓN ESTÁTICA, CON LA TOPOGRAFÍA MODIFICADA.....64

FIGURA 40. ANÁLISIS PROBABILISTA EN CONDICIÓN SEUDOESTÁTICO CON LA TOPOGRAFÍA MODIFICADA.....65

FIGURA 41. DIMENSIONES DE LAS TERRAZAS PROPUESTAS66

FIGURA 42. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD ESTÁTICO CONSIDERANDO LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA Y UN AUMENTO DEL NIVEL FREÁTICO.....67

FIGURA 43. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD ESTÁTICO CONSIDERANDO LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA Y UN AUMENTO DEL NIVEL FREÁTICO.....67

FIGURA 44. MAPA DE ZONIFICACIÓN DE APTITUD GEOLÓGICA.72

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA
 ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y
 RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE
 LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA
 CIUDAD DE MEDELLIN.

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO	26
TABLA 2.	CARTERA TOPOGRÁFICA PUNTOS DE CONTROL INSTALADOS EN MAYO DE 2017. 52	
TABLA 3.	CARTERA TOPOGRÁFICA LECTURA PUNTOS DE CONTROL EN JULIO DE 2017. 53	
TABLA 4.	FORMULACIONES PROPUESTAS.....	54
TABLA 5.	FACTORES DE SEGURIDAD ESTÁTICOS DE ACUERDO CON LOS NIVELES DE SEGURIDAD REQUERIDOS.....	56
TABLA 6.	NIVEL DE SEGURIDAD CONTRA PÉRDIDAS DE VIDAS.....	56
TABLA 7.	NIVEL DE SEGURIDAD DESEABLE PARA DAÑOS MATERIALES Y AMBIENTALES	57
TABLA 8.	PARÁMETROS PROBABILISTAS DEL SUELO.....	63

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACIÓN MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde al estudio de detalle de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa para el lote 44 de la urbanización mirador de Santa Catalina en la ciudad de Medellín.

El informe se basa en las especificaciones técnicas definidas en el decreto No. 1626 de 2015 y teniendo en cuenta todos los diferentes estudios técnicos realizados previamente y relacionados con geología, geomorfología, suelos y geotecnia para el lote del presente estudio y en las áreas cercanas a este.

Dentro del presente estudio se realiza, basados en la información técnica disponible del sitio, una caracterización y descripción de las diferentes unidades litológicas presentes en los lotes de estudio, incluyendo los diferentes tipos de materiales que componen el terreno y los procesos morfodinámicos que los afectaron y que pueden tener implicaciones en el comportamiento de la zona y por tanto en las obras o actividades que se adelanten en un futuro en los lotes en mención.

Por último, se presenta la zonificación de la aptitud geológica del área en estudio y un análisis conceptual de la amenaza y la vulnerabilidad, para hacer una re categorización del riesgo para el área que ocupa el lote 44 de la Urbanización Mirador de Santa Catalina en la ciudad de Medellín.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

1 UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

La urbanización Mirador de Santa Catalina se encuentra ubicada en la zona oriental del municipio de Medellín, capital del departamento de Antioquia. Específicamente la urbanización se localiza en el Km 13 de la vía Las Palmas. En **Figura 1** se muestra la ubicación de la zona en estudio.

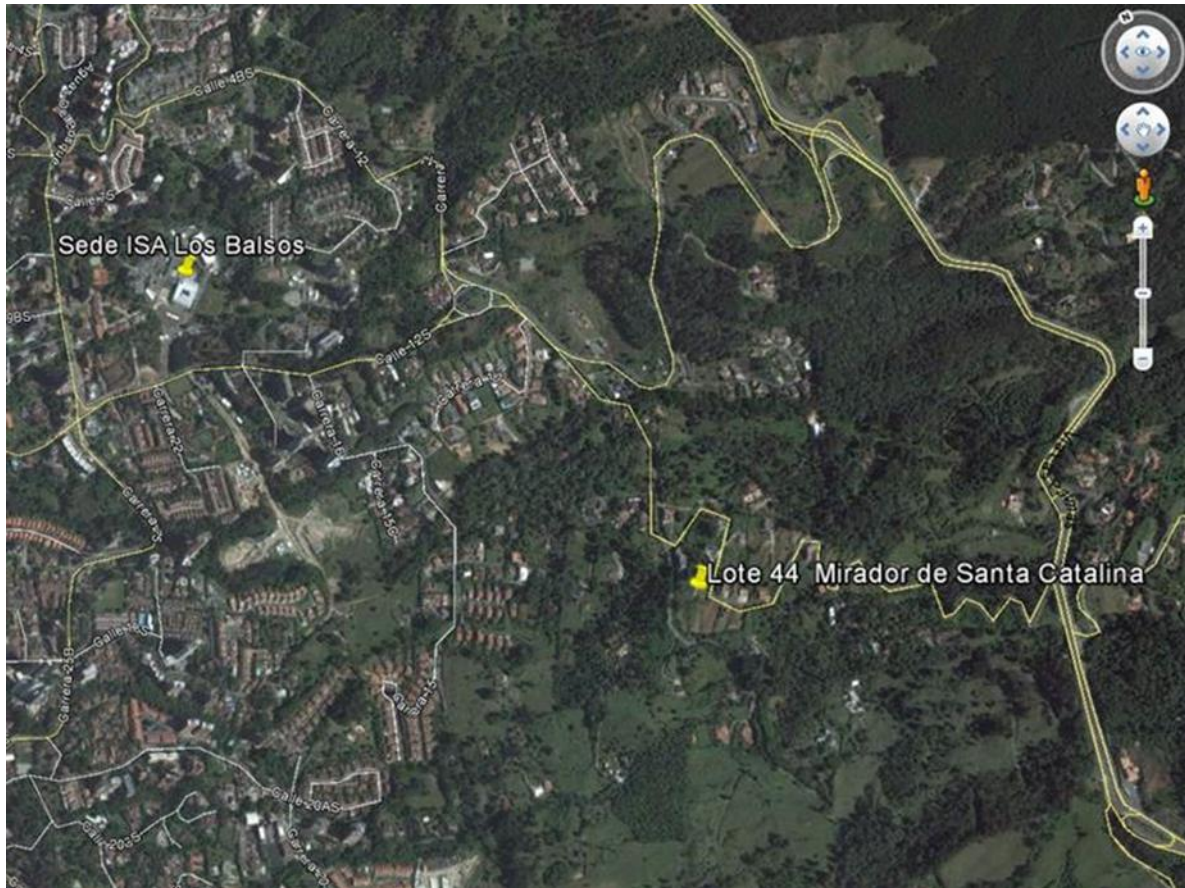


Figura 1. Ubicación del área en estudio. Imagen tomada de Google Earth.

El área de análisis para la definición de las condiciones geológicas, geomorfológicas y de procesos morfodinámicos, es decir, la Unidad Morfodinámica Independiente (U.M.I.) que se tuvo en cuenta para el desarrollo del presente trabajo está limitada al oriente por el lindero con la parcelación Villa de los Ángeles, al norte por el lindero de la finca la Cristalina, al occidente por el lindero con la urbanización Bosques de Eterna Primavera y al sur con la finca Siempreviva(**Figura 2**)

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



Figura 2. Ubicación de la UMI en estudio (zona amarilla) sobre una Imagen tomada de MapGIS.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

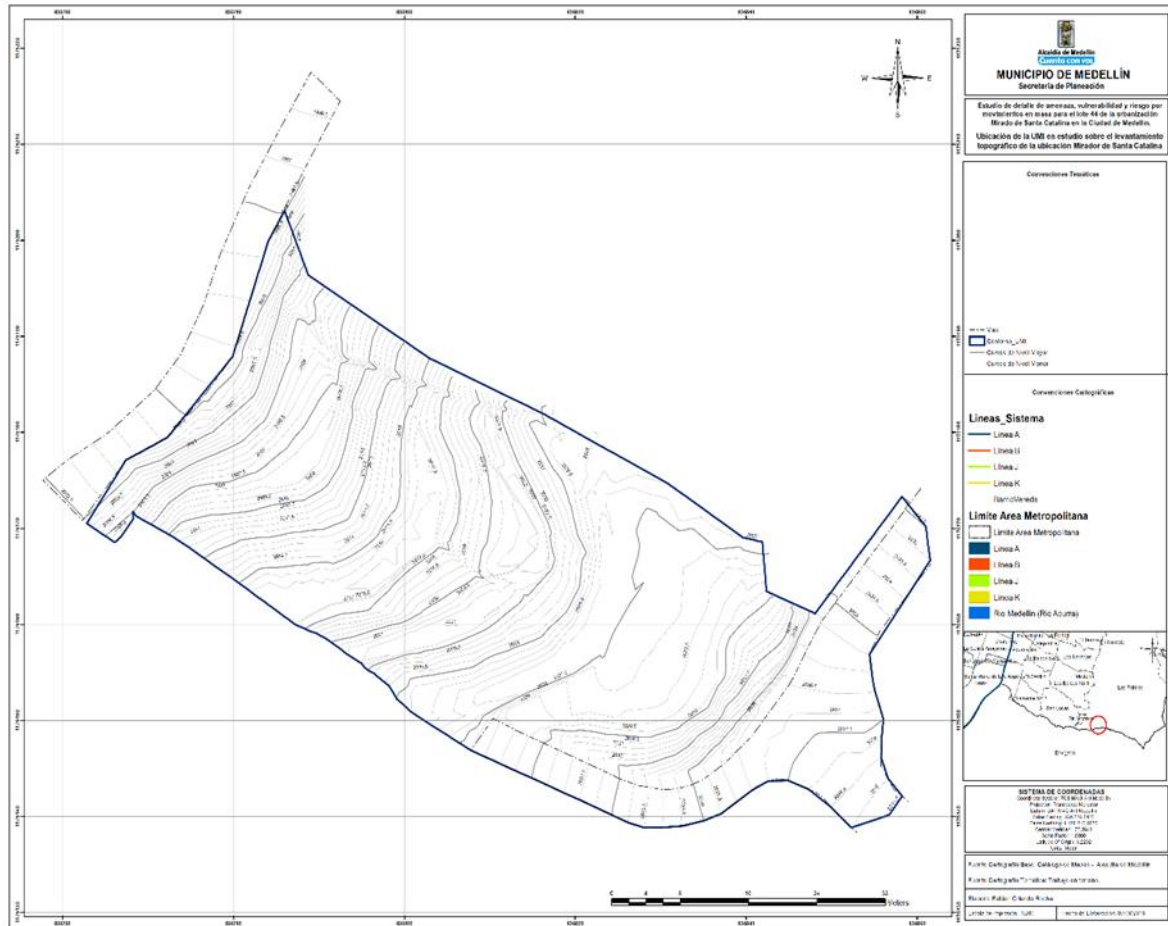


Figura 3. Ubicación de la UMI en estudio sobre el levantamiento topográfico del lote en estudio.

2 RECOPIACION DE INFORMACION SECUNDARIA

Para el desarrollo del presente estudio se consultaron algunas fuentes de información existente en el sector, las cuales se relacionan a continuación:

- Estudio geotécnico para manejo de inestabilidad en los lotes 42, 43 y 44 de la parcelación Mirador de Santa Catalina. Suelo&Ambiente. Año 2011
- Informe del estudio geotécnico para ampliación de la carrera 10 entre las Abscisas 0+725 a 0+830, talud exterior de la parcelación Mirador de Santa Catalina Suelo&Ambiente. Año 2012.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

**SEÑOR JUAN URREA**

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

- Estudio geotécnico para la ampliación de la carrera 10 en el tramo correspondiente a la totalidad del talud exterior de la parcelación Mirador de Santa Catalina. Suelo&Ambiente. Año 2013.
- Amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones en el Valle de Aburra. Formulación de Propuestas de gestión del riesgo. Universidad nacional de Colombia 2009.
- POT de Medellín. Municipio de Medellín Año 2014.

El POT del municipio de Medellín (Acuerdo 48 de 2014), define zonas de amenazas por movimientos en masa en todo el municipio, en el cual se delimitan zonas donde la vulnerabilidad y el riesgo presentes en el lugar generen un estado de amenaza que pueda presentar inseguridad para los proyectos. Teniendo en cuenta esto, el POT del municipio define cuatro rangos los cuales se separan de acuerdo al estado de amenaza, correspondiendo a amenaza alta, media, baja y muy baja. El lote en estudio, de acuerdo con el POT del municipio del año 2014, se encuentra catalogado como de amenaza alta pero con los estudios y análisis y estabilidad que se le ha hecho al lote se procesa a afirmar que se tiene una amenaza media y baja por movimientos en masa como se puede apreciar en la **Figura 4**.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

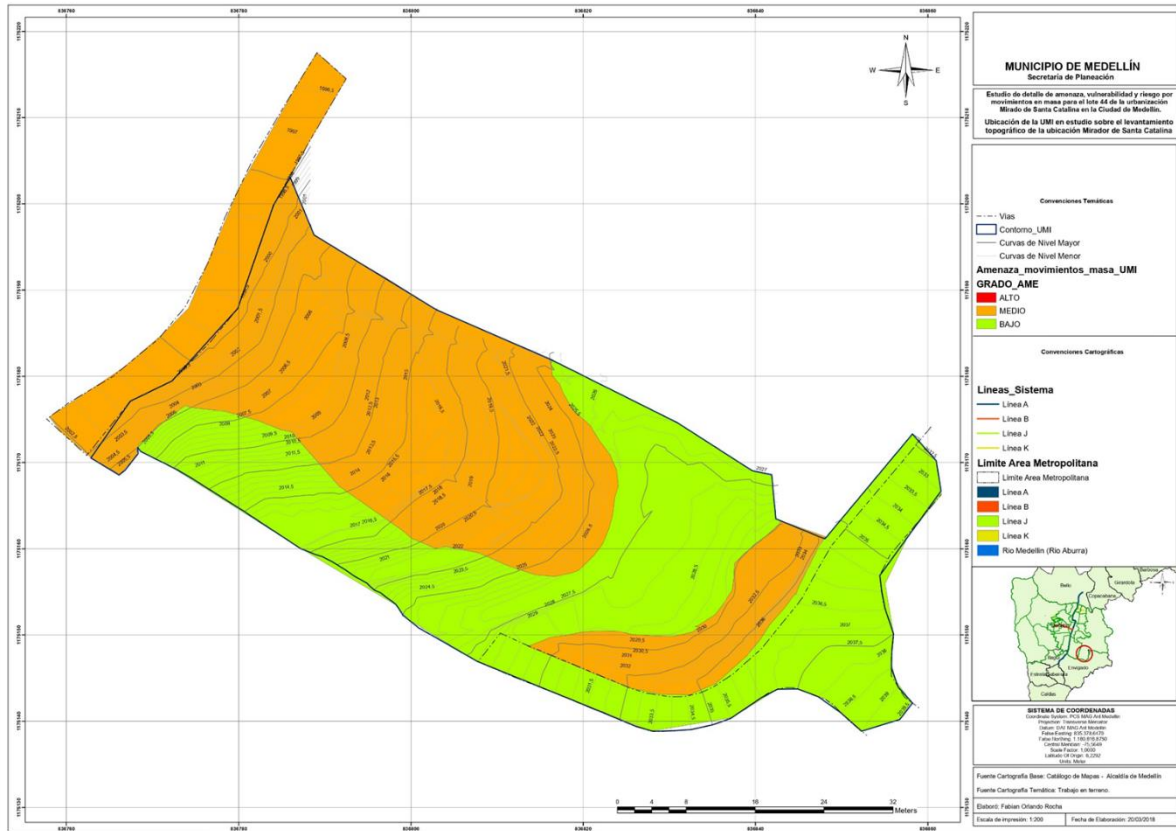


Figura 4. Área del lote 44 de la urbanización Mirador de Santa Catalina donde se evidencia la amenaza media- baja por movimientos en masa dentro del terreno.

De acuerdo con el POT vigente, Acuerdo 48 de 2014, la zona donde se ubica la UMI en estudio se encuentra catalogada como forestal protector-productor, tal como se ilustra en el **Figura 5**

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

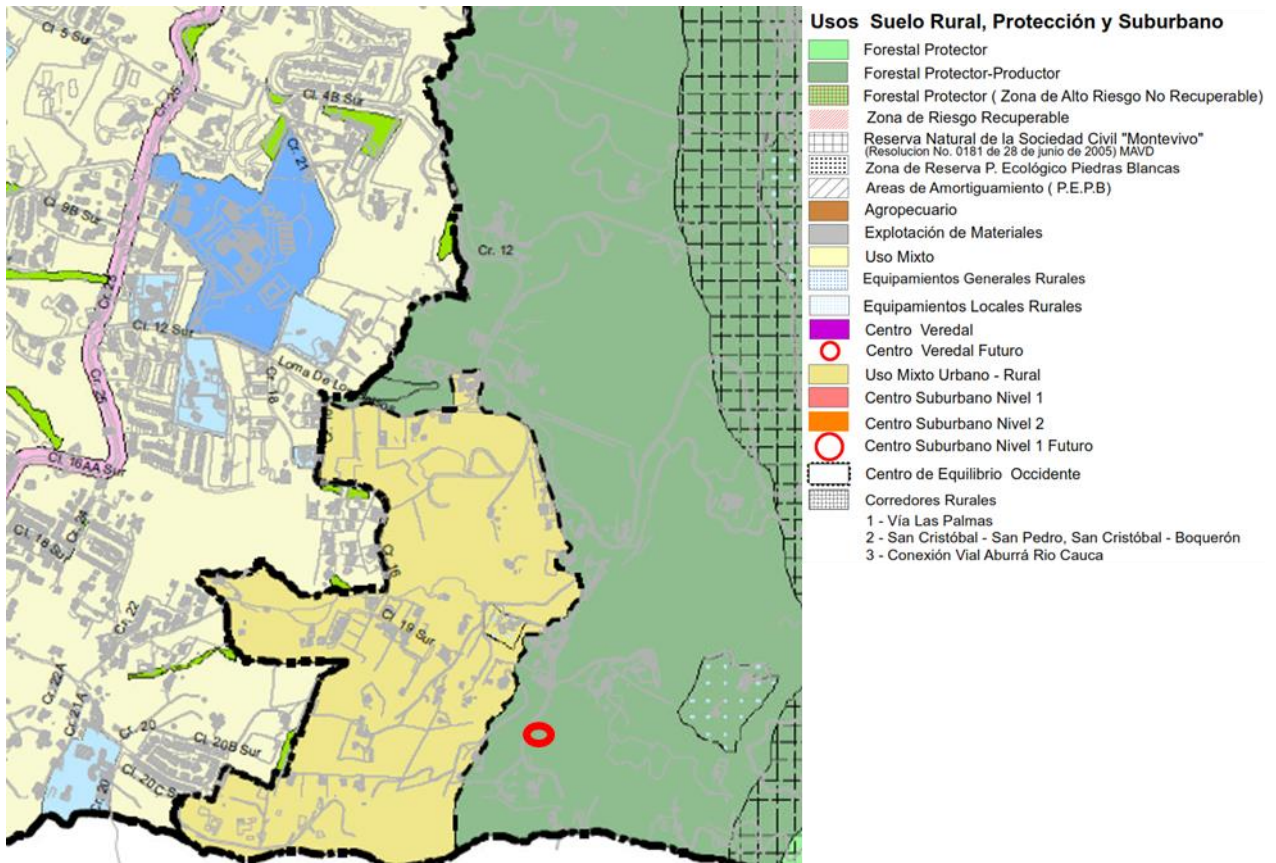


Figura 5. Ubicación aproximada del área que ocupa la UMI en estudio, sobre el mapa de usos generales del suelo urbano del POT 2014.

3 TRABAJO DE CAMPO Y LABORATORIO

Para el desarrollo del presente estudio se realizaron recorridos detallados del predio, con el objeto de identificar las condiciones actuales de estabilidad, y un trabajo de campo mediante la ejecución de dos perforaciones con taladro mecánico de rotación hasta una profundidad variable entre 16,50 m y 20,5 m. denominadas P-1 y P-2.

Adicionalmente se complementa la investigación de detalle, con parte de los estudios previos realizados por esta oficina en años anteriores, tal como se detalla a continuación. Los estudios se presentan en el Anexo 1. Estudios previos:

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

- Agosto de 2011 Estudio geotécnico para manejo de inestabilidad en los lotes 42, 43 y 44 de la parcelación Mirador de Santa Catalina, en este estudio se ejecutaron 3 perforaciones de penetración estándar; una de las cuales quedó ubicada en el lote 44. Sobre algunas de las muestras obtenidas en esta perforación, se realizó el ensayo de humedad natural, límites de consistencia, y de granulometría por tamizado.

En el **Figura 6** se presenta la ubicación de los sondeos antes relacionados.

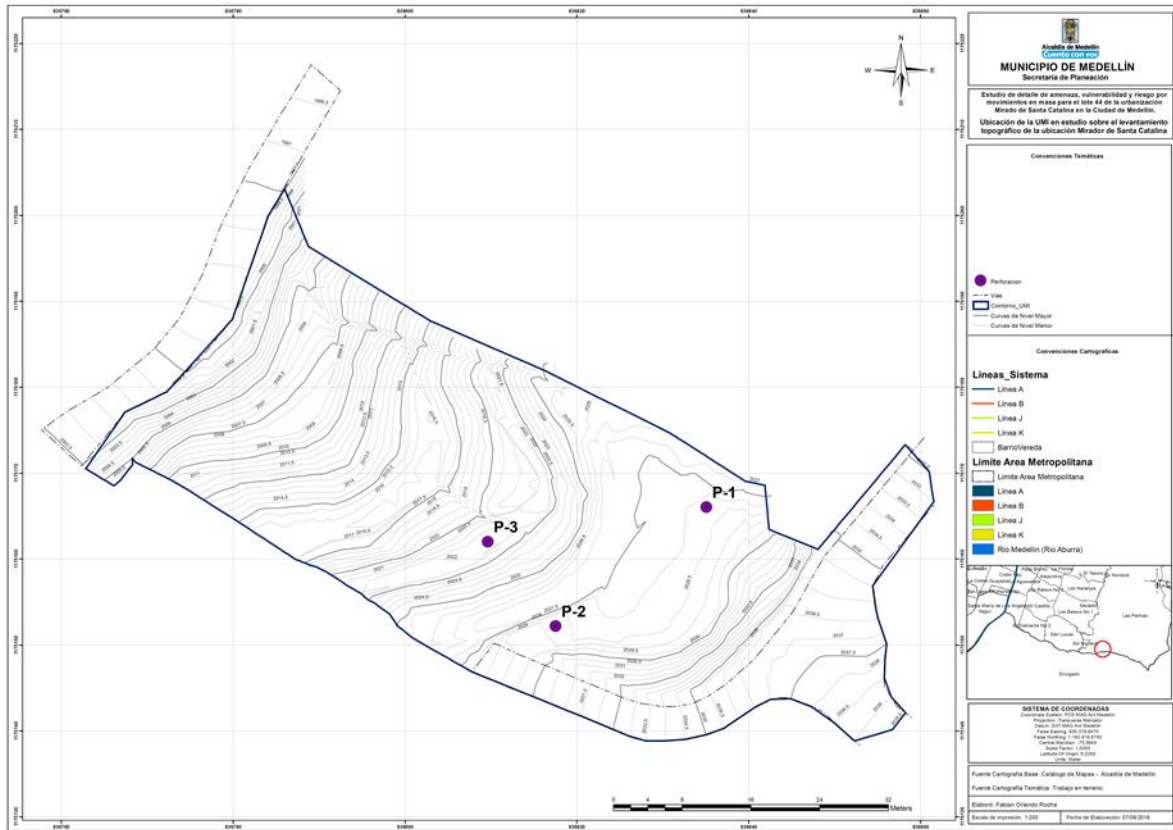


Figura 6. Ubicación de los trabajo de campo realizados por varios geotecnistas en el área de estudio.

Durante la ejecución de las perforaciones se realizó el ensayo de penetración estándar “SPT”, la metodología de trabajo se ajustó a los requerimientos de la norma ASTM D 1586 que regula dicho ensayo, el cual se realiza en el fondo de la perforación; consiste en determinar el número N de golpes de un martillo con peso de 63.5 kg y 762 mm de altura de caída, necesarios para

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

hincar en el suelo inalterado un toma muestras partido en una distancia de 300mm. Debido a la presencia de bolas de roca en algunos tramos de la perforación, fue necesario avanzar por medio de un sistema a rotación con recuperación de núcleos de roca.

En la **Figura 7** a la **Figura 9**, se presenta un resumen con los resultados de los ensayos de penetración estándar y una descripción del perfil estratigráfico obtenido en las perforaciones. .

En la **Figura 10** a la **Figura 12**, se resume la corrección realizada al ensayo de penetración estándar (SPT) teniendo en cuenta metodologías definidas por varios autores y resumidas por Bowles (1996) y se presentan los valores del módulo de Young (E) y el ángulo de fricción interna del suelo definidos a partir de correlaciones con los valores de N_{spt} corregidos para la perforación.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA
 ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

	SEÑOR JUAN URREA ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.		Perforación P-1	Ingeniero: MEC.B.	GRÁFICO No. 8
			Localización: VER GRAFICO No 2	Revisó: CMNL.	
			Fecha: Enero - 2015	Equipo: Sprague	
			Cota:		

EXPLORACIÓN DE CAMPO							ENSAYOS DE LABORATORIO															
Profundidad m	Muestra no	Muestreador	Golpes/30cm	% de Recuperación	Nivel Freático	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	Curva de Evolución ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (Profundidad vs. Número de golpes)	VARIACIÓN DE LA HUMEDAD NATURAL CON LA PROFUNDIDAD	W %	γ _d kN/m ³	q _u kPa	Limite Líquido %	Limite Plástico %	Índice Plástico %	Índice de grupo	q _c kPa	Clasificación U.S.C. Grupo	GRANULOMETRÍA				
																		PORCENTAJE MAS FINO POR PESO				
																	1"	N.4	N.10	N.40	N.200	
0.50																						
1.00	1	STD	11			LLENO A NTRÓPICO LIMO ARCILLOSO DE COLOR CAFÉ INTERCALADO CON FRAGMENTOS DE ESCOMBRO. PRESENTA HUMEDAD NATURAL Y PLASTICIDAD MEDIA, LA DENSIDAD ES BAJA.			35													
1.50																						
2.00	2	NQ	39																			
2.50																						
3.00	3	STD	5			CAPA ORGANICA CON LLENO					42	30	12	6								
3.50																						
4.00	4	STD	4																			
4.50																						
5.00	5	STD	19			DEPOSITO DE VERTIENTE TIPO FLUJO DE LODOS Y/O ESCOMBROS LIMO ARENOSO DE COLOR CAFÉ CON TONALIDADES DE COLOR GRIS. PRESENTA HUMEDAD NATURAL Y PLASTICIDAD MEDIA, LA DENSIDAD ES MEDIA.																
5.50																						
6.00	6	STD	18																			
6.50																						
7.00	7	STD	8																			
7.50																						
8.00	8	STD	30																			
8.50																						

Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
	Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

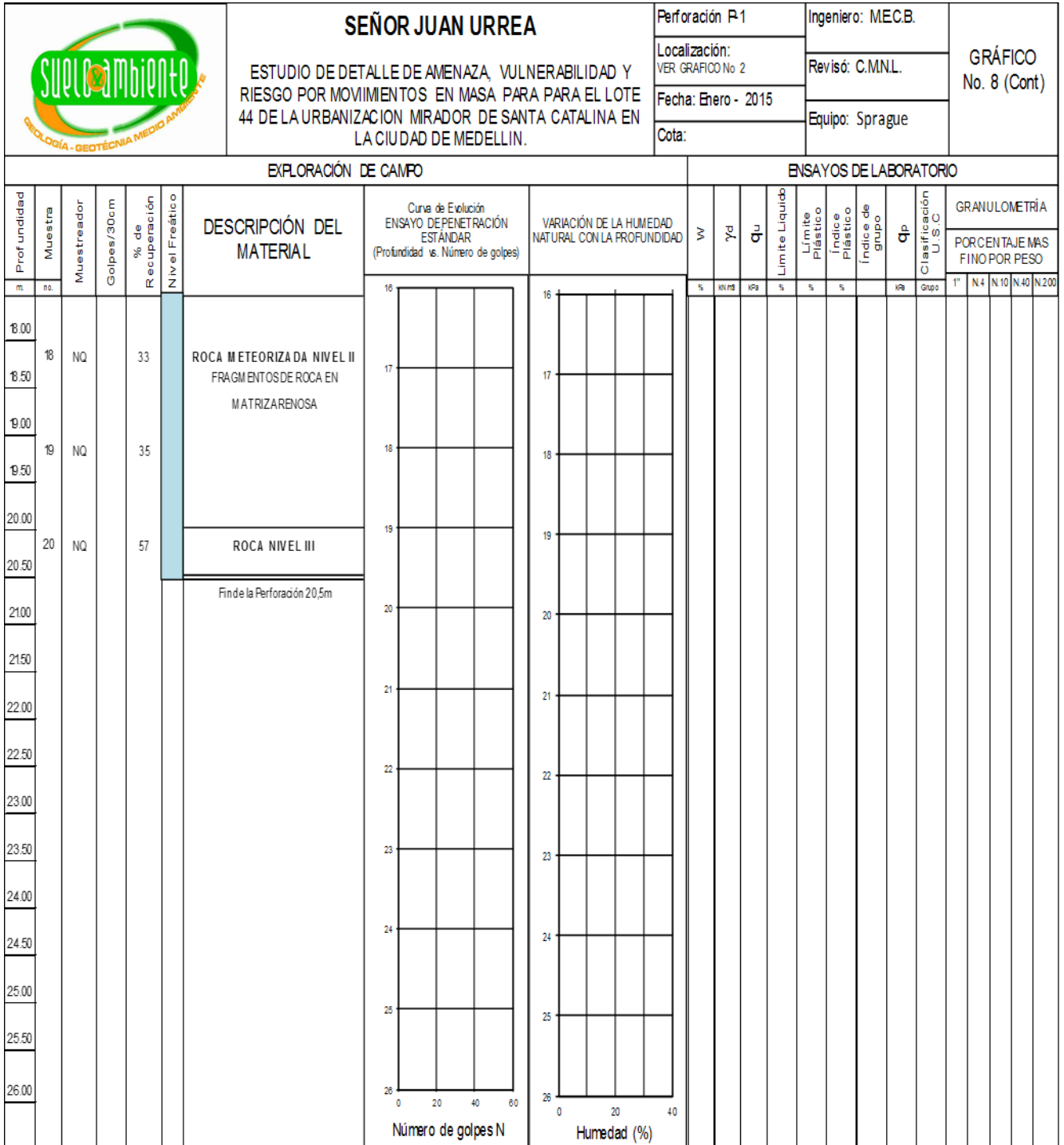


Figura 7. Resumen de la perforación P1, estudio de detalle.

Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
	Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

	<p align="center">SEÑOR JUAN URREA</p> <p align="center">ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.</p>	Perforación P-2	Ingeniero: MEC.B.	<p align="center">GRÁFICO No. 9</p>
		Localización: VER GRÁFICO No 2	Revisó: CMNL.	
		Fecha: Enero - 2015	Equipo: Sprague	
		Cota:		

EXPLORACIÓN DE CAMPO						ENSAYOS DE LABORATORIO																											
Profundidad m	Muestra No.	Muestreador	Golpes/30cm	% de Recuperación	Nivel Freático	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	Curva de Evolución ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (Profundidad vs. Número de golpes)	VARIACIÓN DE LA HUMEDAD NATURAL CON LA PROFUNDIDAD	W %	γ_d kN/m ³	qu kPa	Limite Líquido %	Limite Plástico %	Índice Plástico %	Índice de grupo	qp kPa	Clasificación U.S.C. Grupo	GRANULOMETRÍA															
																		PORCENTAJE MAS FINO POR PESO															
																	1"	N.4	N.10	N.40	N.200												
0.50						LLENO HETEROGENEO LIMO ARCILLOSO CON GRAVAS INTERCALADAS. PRESENTA COLOR CAFÉ CLARO Y TONOS GRIS																											
1.00	1	STD	8																														
1.50						CAPA ORGANICA																											
2.00	2	STD	17																														
2.50						DEPOSITO DE VERTIENTE TIPO FLUJO DE LODOS Y/O ESCOMBROS LIMO ARENOSO DE COLOR CAFÉ CON TONALIDADES DE COLOR GRIS. PRESENTA HUMEDAD NATURAL Y PLASTICIDAD MEDIA, LA DENSIDAD ES MEDIA.																											
3.00	3	STD	10																														
3.50						SUELO RESIDUAL ARENA LIMOSA DE COLOR CAFÉ																											
4.00	4	STD	26																														
4.50						SUELO RESIDUAL ARENA LIMOSA DE COLOR CAFÉ																											
5.00	5	NO	49																														
5.50						SUELO RESIDUAL ARENA LIMOSA DE COLOR CAFÉ																											
6.00	6	NO	50																														
6.50						SUELO RESIDUAL ARENA LIMOSA DE COLOR CAFÉ																											
7.00	7	NO	50																														
7.50						SUELO RESIDUAL ARENA LIMOSA DE COLOR CAFÉ																											
8.00	8	STD	75																														
8.50						SUELO RESIDUAL ARENA LIMOSA DE COLOR CAFÉ																											
9.00	9	NO	60																														
9.50						SUELO RESIDUAL ARENA LIMOSA DE COLOR CAFÉ																											
10.00	10	STD	20																														
10.50						SUELO RESIDUAL ARENA LIMOSA DE COLOR CAFÉ																											
11.00	11	STD	59																														

<p>Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co</p>	Archivo
	Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA
 ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

	PARCELACION MIRADOR DE SANTA CATALINA		Perforación P-3	Ingeniero: MECB.	GRÁFICO No. 10
	ESTUDIO GEOTECNICO PARA MANEJO DE INESTABILIDAD EN LOS LOTES 42, 43 Y 44 DE LA PARCELACION MIRADOR DE SANTA CATALINA		Localización: VER GRAFICO No 1	Revisó: CMNL.	
			Fecha: JULIO - 2011	Equipo: Sprague	
			Cota:		

EXPLORACIÓN DE CAMPO						ENSAYOS DE LABORATORIO																
Profundidad	Muestra	Muestreador	Golpes/30cm	% de Recuperación	Nivel Freático	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	Curva de Evolución ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (Profundidad vs. Número de golpes)		VARIACIÓN DE LA HUMEDAD NATURAL CON LA PROFUNDIDAD					GRANULOMETRÍA								
							N	H (%)	W	γ_d	q_u	Limite Líquido	Limite Plástico	Índice Plástico	Índice de grupo	q_p	Clasificación U.S.C	POR CENTAJE MAS FINO POR PESO				
a	b								%	kN/m ²	%	%	%	%	kg	Grupo	1"	N 4	N 10	N 40	N 200	
0.50						LLENO HETEROGENEO LIMO ARCILLOSO CON GRAVAS INTERCALADAS. PRESENTA COLOR CAFÉ CLARO Y TONOS GRIS	0	0														
1.00	1	STD	2				1	10														
1.50						CAPA ORGANICA	2	20														
2.00	2	STD	18				2	25														
2.50						DEPOSITO DE VERTIENTE TIPO FLUJO DE LODOS Y ESCOMBROS LIMO ARENOSO DE COLOR CAFÉ OSCURO CON ALGUNOS TONOS GRIS CON GRAVAS Y BOLAS DE ROCA FRESCA INTERCALADAS	3	35														
3.00	3	STD	4				3	40														
3.50						PRESENTA HUMEDAD NATURAL Y PLASTICIDAD MEDIA, LA DENSIDAD ES MEDIA A ALTA	4	45														
4.00	4	STD	7				4	50														
4.50							5	55														
5.00	5	STD	17				5	60														
5.50							6	65	24		37	27	10	8			ML		100	93	88	
6.00	6	STD	48				6	70														
6.50							7	75														
7.00	7	STD	36				7	80														
7.50							8	85	21		43	32	11	5			ML		100	92	80	65
8.00	8	STD	47				8	90														
8.50																						

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

	PARCELACION MIRADOR DE SANTA CATALINA		Perforación P-3	Ingeniero: M.E.C.B.	GRÁFICO No. 10 (Cont)
	ESTUDIO GEOTECNICO PARA MANEJO DE INESTABILIDAD EN LOS LOTES 42, 43 Y 44 DE LA PARCELACION MIRADOR DE SANTA CATALINA		Localización: VER GRAFICO No 1	Revisó: C.M.N.L.	
			Fecha: JULIO - 2011	Equipo: Sprague	
			Cota:		

EXPLORACIÓN DE CAMPO							ENSAYOS DE LABORATORIO																			
Profundidad m	Muestra no.	Muestreador	Golpes/30cm	% de Recuperación	Nivel Freático	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	Curva de Evolución ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (Profundidad vs. Número de golpes)		VARIACIÓN DE LA HUMEDAD NATURAL CON LA PROFUNDIDAD		W	γ _d	q _u	Limite Líquido	Limite Plástico	Índice Plástico	Índice de grupo	q _p	Clasificación U.S.C	GRANULOMETRÍA						
																				PORCENTAJE MAS FINO POR PESO						
										%	kN/m ³	kPa	%	%	%		kPa	Grupo	1"	N.4	N.10	N.40	N.200			
9.00	9	NQ	26			DEPOSITO DE VERTIENTE TIPO FLUJO DE LODOS Y ESCOMBROS LIMO ARENOSO DE COLOR CAFÉ OSCURO CON ALGUNOS TONOS GRIS. CON GRAVAS Y BOLAS DE ROCA FRESCA INTERCALADAS PRESENTA HUMEDAD NATURAL Y PLASTICIDAD MEDIA, LA DENSIDAD ES MEDIA A ALTA	9		9																	
9.50							10		10																	
10.00	10	NQ	44				11		11																	
10.50							12		12																	
11.00	11	NQ	42			ROCA NIVEL III	13		13																	
11.50							14		14																	
12.00	12	NQ	25				15		15																	
12.50							16		16																	
13.00	13	NQ	39				17		17																	
13.50							18		18																	
14.00	14	NQ	32				19		19																	
14.50							20		20																	
15.00	15	NQ	49																							
15.50																										
16.00	16	NQ	45																							
16.50																										
17.00																										

Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
	Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA
 ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

	SEÑOR JUAN URREA ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.	CONTIENE: CORRECCIÓN DEL N _{spt} Y CALCULO DEL MÓDULO DE YOUNG (E _s) Y DEL ANGULO DE FRICCIÓN DEL SUELO (φ)		Perforación P-1	Ingeniero: M.C.U.G.	GRÁFICO No. 11
		Localización: VER GRAFICO No 3	Revisó: C.M.N.L.			
		Fecha: Enero-2015	Equipo: Sprague			

Nivel Freático: 7,0m

Profundidad de toma de la muestra		Ensayo de penetración estándar	Densidad húmeda	FACTORES DE AJUSTE DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR				Esfuerzo total	Presión de poros	Esfuerzo Efectivo	Cn = 2/(1+Rs) Rs = σ_v' / P_a P _a = 100 kPa (Skempton)	N CORREGIDO			CORRELACIONES	
Inicial	Final			γ	Por relación promedio de energía	Por longitud del eje	Por muestreador					Por diámetro del hueco	N ₇₀	N ₅₅	N ₄₅	E _s
(m)	(m)	N _{spt}	(kPa)	n ₁ = 55 / 70	0 - 4 m : n ₂ = 0,75 4 - 6 m : n ₂ = 0,85 6 - 10 m : n ₂ = 0,95 > 10 m : n ₂ = 1,00	Sin tubo interno: n ₃ = 1,00 Con tubo interno: n ₃ = 0,80 arcilla densa: n ₃ = 0,80 arcilla suelta: n ₃ = 0,90	60 - 120 mm: n ₄ = 1,00 120 - 150 mm: n ₄ = 1,05 150 - 200 mm: n ₄ = 1,15	σ	μ	σ'	Cn				(Kpa)	(grados)
1.00	1.45	11	15.00	0.79	0.75	1.00	1.00	18.38	0.00	18.38	1.69	11	14	17	8,305	24
3.00	3.45	5	15.00	0.79	0.75	1.00	1.00	48.38	0.00	48.38	1.35	4	5	6	6,071	21
4.00	4.45	4	15.00	0.79	0.85	1.00	1.00	63.38	0.00	63.38	1.22	3	4	5	5,846	20
5.00	5.45	19	17.00	0.79	0.85	1.00	1.00	88.83	0.00	88.83	1.06	13	17	21	9,101	24
6.00	6.45	18	17.00	0.79	0.95	1.00	1.00	105.83	0.00	105.83	0.97	13	17	20	8,978	24
7.00	7.45	8	17.00	0.79	0.95	1.00	1.00	122.83	7.23	115.60	0.93	6	7	9	6,573	21
8.00	8.45	30	17.00	0.79	0.95	1.00	1.00	139.83	8.23	131.60	0.86	19	25	30	10,988	26
9.00	9.45	30	18.00	0.79	0.95	1.00	1.00	166.05	9.23	156.83	0.78	17	22	27	10,380	25
10.00	10.45	47	18.00	0.79	1.00	1.00	1.00	184.05	10.23	173.83	0.73	27	34	42	13,431	27
11.00	11.45	31	18.00	0.79	1.00	1.00	1.00	202.05	11.23	190.83	0.69	17	21	26	10,160	25
12.00	12.45	27	18.00	0.79	1.00	1.00	1.00	220.05	12.23	207.83	0.65	14	18	21	9,211	24
13.00	13.45	38	18.00	0.79	1.00	1.00	1.00	238.05	13.23	224.83	0.62	18	23	29	10,683	26

Figura 10. Corrección del N_{spt} y cálculo del módulo de Young (E_s) y del ángulo de fricción del suelo (φ) para la perforación 1, estudio de detalle.

Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
	Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

	<p>SEÑOR JUAN URREA ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.</p>	<p>CONTIENE: CORRECCIÓN DEL Nspt Y CALCULO DEL MÓDULO DE YOUNG (Es) Y DEL ANGULO DE FRICCIÓN DEL SUELO (φ)</p>	Perforación P-2	Ingeniero: M.C.U.G.	GRÁFICO No. 12
			Localización: VER GRAFICO No 3	Revisó: C.M.N.L.	
			Fecha: Enero-2015	Equipo: Sprague	

Nivel Freático: 5,0m

Profundidad de toma de la muestra	Ensayo de penetración estándar		Densidad húmeda	FACTORES DE AJUSTE DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR				Esfuerzo total	Presión de poros	Esfuerzo Efectivo	Cn = 2/(1+Rs) Rs = cv' / Pa Pa = 100 kPa (Skempton)	N CORREGIDO			CORRELACIONES	
	Inicial	Final		γ	Por relación promedio de energía	Por longitud del eje	Por muestreador					Por diámetro del hueco	N ₇₀	N ₅₅	N ₄₅	E _s
(m)	(m)	Nspt	(kPa)	n ₁ = 55 / 70	0 - 4 m : n ₂ = 0,75 4 - 6 m : n ₂ = 0,85 6 - 10 m : n ₂ = 0,95 > 10 m : n ₂ = 1,00	Sin tubo interno: n ₃ = 1,00 Con tubo interno: arena densa: n ₃ = 0,80 arcilla : n ₃ = 0,80 arena suelta : n ₃ = 0,90	60 - 120 mm: n ₄ = 1,00 120 - 150 mm: n ₄ = 1,05 120 - 200 mm: n ₄ = 1,15	(kPa)	(kPa)	(kPa)				(Kpa)	(grados)	
1.00	1.45	8	15.00	0.79	0.75	1.00	1.00	18.38	0.00	18.38	1.69	8	10	12	7,349	23
2.00	2.45	17	15.00	0.79	0.75	1.00	1.00	33.38	0.00	33.38	1.50	15	19	23	9,607	25
3.00	3.45	10	15.00	0.79	0.75	1.00	1.00	48.38	0.00	48.38	1.35	8	10	12	7,342	23
4.00	4.45	26	17.00	0.79	0.85	1.00	1.00	71.83	0.00	71.83	1.16	20	26	31	11,268	26
6.00	6.45	75	17.00	0.79	0.95	1.00	1.00	105.83	6.23	99.60	1.00	56	71	87	22,750	31
7.00	7.45	20	17.00	0.79	0.95	1.00	1.00	122.83	7.23	115.60	0.93	14	18	22	9,231	24
8.00	8.45	59	18.00	0.79	0.95	1.00	1.00	148.05	8.23	139.83	0.83	37	47	57	16,552	29

Figura 11. Corrección del Nspt y cálculo del módulo de Young (Es) y del ángulo de fricción del suelo (φ) para la perforación 2, estudio de detalle.

<p>Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co</p>	Archivo
	Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA
ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

Profundidad de toma de la muestra	Ensayo de penetración estándar		Densidad húmeda γ	FACTORES DE AJUSTE DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR				Esfuerzo total σ	Presión de poros μ	Esfuerzo Efectivo σ'	$C_n = 2/(1+R_e)$ $R_s = \sigma' / P_a$ $P_a = 100 \text{ kPa}$ (Skempton)	N CORREGIDO			CORRELACIONES	
	Inicial (m)	Final (m)		Nspt	$n_s = 55/70$	Por longitud del eje 0-4 m : $n_2 = 0,75$ 4-6 m : $n_2 = 0,85$ 6-10 m : $n_2 = 0,95$ > 10 m : $n_2 = 1,00$	Por muestreador Sin tubo interno : $n_3 = 1,00$ Con tubo interno arena densa : $n_3 = 0,80$ arcilla : $n_3 = 0,60$ arena suelta : $n_3 = 0,90$					Por diámetro del hueco 60 - 120 mm : $n_4 = 1,00$ 120 - 150 mm : $n_4 = 1,05$ 120 - 200 mm : $n_4 = 1,15$	N_{70}	N_{55}	N_{45}	E_s (Kpa)
1.00	1.45	2	15.00	0.79	0.75	1.00	1.00	18.38	0.00	18.38	1.69	2	3	3	5,437	19
2.00	2.45	18	15.00	0.79	0.75	1.00	1.00	33.38	0.00	33.38	1.50	16	20	25	9,890	25
3.00	3.45	4	17.00	0.79	0.75	1.00	1.00	54.83	0.00	54.83	1.29	3	4	5	5,774	20
4.00	4.45	7	17.00	0.79	0.85	1.00	1.00	71.83	0.00	71.83	1.16	5	7	8	6,541	21
5.00	5.45	17	17.00	0.79	0.85	1.00	1.00	88.83	0.00	88.83	1.06	12	15	19	8,648	24
6.00	6.45	48	17.00	0.79	0.95	1.00	1.00	105.83	0.00	105.83	0.97	35	44	54	15,941	29
7.00	7.45	36	17.00	0.79	0.95	1.00	1.00	122.83	0.00	122.83	0.90	24	31	38	12,518	27
8.00	8.45	47	17.00	0.79	0.95	1.00	1.00	139.83	8.23	131.60	0.86	30	39	47	14,495	28

Figura 12. Corrección del Nspt y cálculo del módulo de Young (Es) y del ángulo de fricción del suelo para la perforación 3, estudio geotécnico lotes 42,43 y 44, año 2011.

Luego de realizar una inspección visual de las muestras obtenidas en las perforaciones se ordenó la ejecución sobre todas las muestras de ensayos de humedad natural y sobre las muestras más representativas ensayos de límites de consistencia y granulometría con lavado sobre tamiz No. 200 con el objeto de clasificar los suelos de acuerdo con los sistemas de clasificación unificado y ASSHTO.

Las pruebas de laboratorio fueron realizadas de acuerdo con los procedimientos descritos en las normas ASTM pertinentes, los resultados se resumen en la **Tabla 1**.

Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
	Varios 2018

SONDEO	MUESTRA		Humedad Natural (%)	Límite Líquido (%)	Índice plástico (%)	Clasificación (USCS)	GRANULOMETRIA(%)		
	NUM	PROF. (m)					GRAVA	ARENA	FINOS
P-1 Estudio de detalle, 2018	6	6,00-6,45	35	42	12	ML	6	32	62
	9	9,00-9,45	23	36	8	ML	3	32	65
	11	11,00-11,45	20	40	17	SC	18	48	34
	13	13,00-13,45	19	35	9	SM	10	41	49
P-2 Estudio de detalle, 2018	10	7,00-7,45	28	40	9	ML		35	65
	11	8,00-8,45	20	33	11	SM	8	47	45
P-3 Estudio geotecnico para manejo de inestabilidad en los lotes 42,43 y 44, 2011.	6	6,00-6,45	24	37	10	ML		12	88
	8	8,00-8,45	21	43	11	ML		35	65

Tabla 1. Resumen de ensayos de laboratorio

En general, se observa que las muestras se clasifican como limos de baja compresibilidad (ML), arenas limosas (SM) y arenas arcillosas (SC). Los ensayos de límites de consistencia (Límites de Atterberg) realizados sobre las muestras más representativas obtenidas a diferentes profundidades, son presentados en el **Figura 13**

Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
	Varios 2018

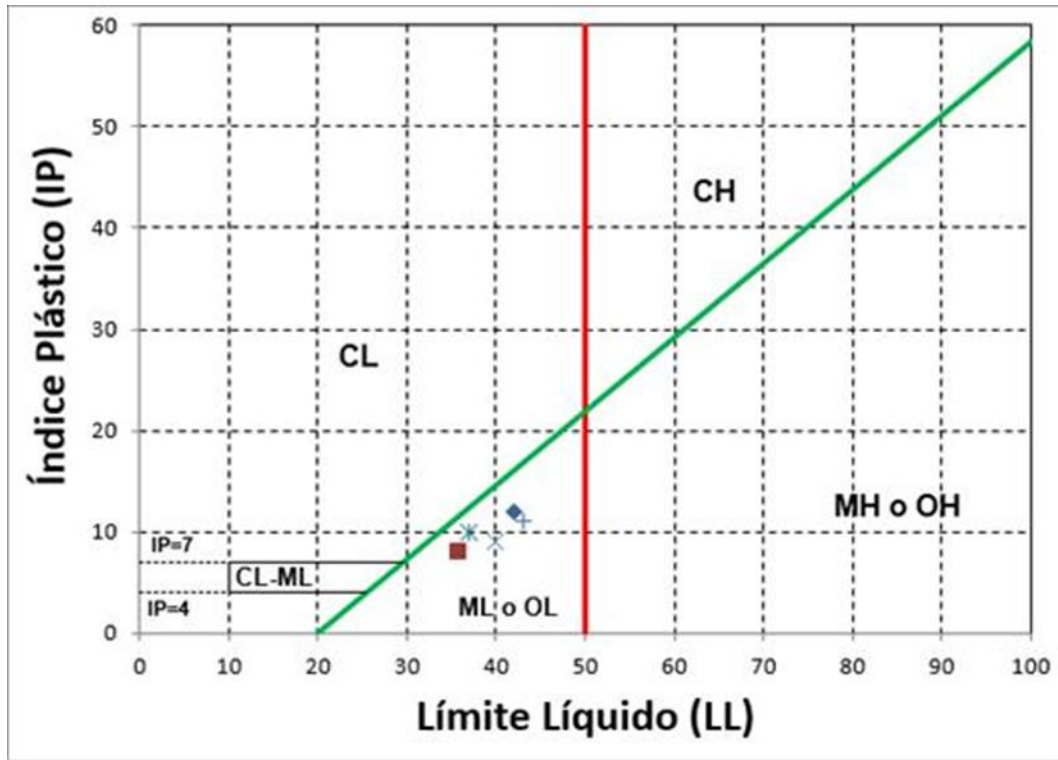


Figura 13. Límites en carta de plasticidad de Casagrande.

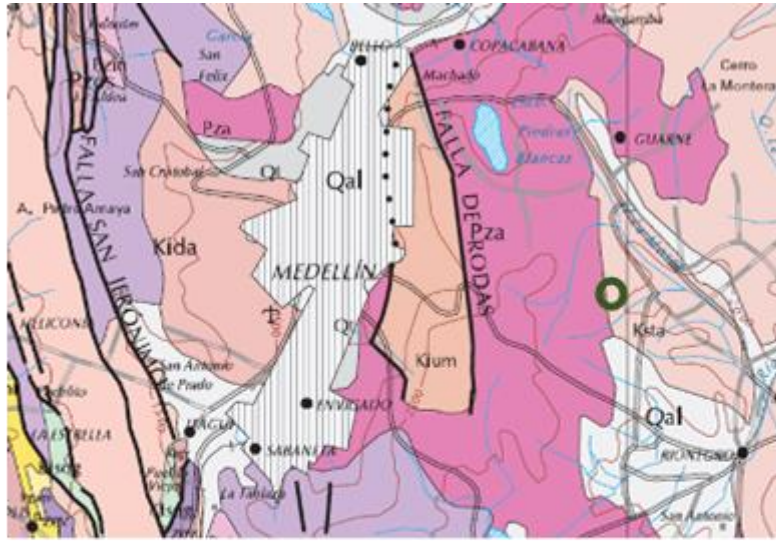
4 MARCO GEOLOGICO REGIONAL

La ciudad de Medellín se encuentra en un amplio valle enmarcado por laderas que comienzan con fuertes pendientes y rematan en zonas de baja pendiente hacia el río Medellín. Estas laderas se caracterizan por la presencia de unidades litológicas y geomorfológicas muy diversas, que se describen a continuación:

4.1 LITOLOGÍA

En la ciudad de Medellín afloran diferentes rocas y sus suelos residuales asociados, entre las rocas se presentan diferentes tipos, tales como: metamórficas del paleozoico y cretáceo, rocas ígneas del cretáceo y depósitos no consolidados de edad posiblemente cuaternaria, éstas se describen brevemente a continuación y su ubicación se presenta en el **Figura 14**

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



Tomado del mapa geológico de Antioquia, Ingeominas, 1999

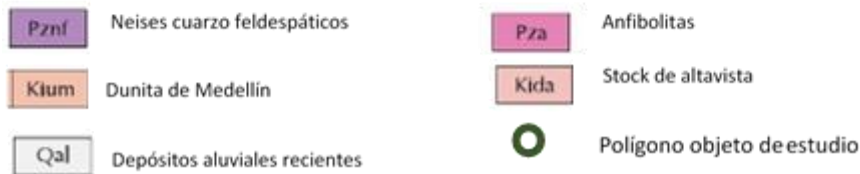


Figura 14. Mapa geológico municipio de Medellín

• **Neis cuarzo feldespático (Pzmf):**

Corresponde a un neis feldespático con cuarzo, presenta un avanzado estado de meteorización, desarrollando perfiles de suelos residuales limosos y arcillosos de colores claros entre 15 m y 40 m de espesor aproximadamente. Este cuerpo se encuentra en el sector occidental de Medellín, principalmente en la cuenca media y baja de la quebrada La Iguaña, en los barrios Calazans parte alta, Ferrini, La Pradera, Blanquizal y Palenque No.2.

• **Anfibolitas (Pza):**

Corresponde a una anfibolita bandeada o de textura néisica con bandas y lentes bien formados, constituye los cerros El Volador, Nutibara y El Picacho, también se encuentra en forma de ventanas erosivas en la comuna noroccidental y en la parte alta de El Poblado y la Vía Las Palmas. Hacen parte del Grupo El Retiro dentro del Complejo Cajamarca. En muestra de mano se aprecia una roca de color oscuro con texturas variables.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

La unidad de Anfibolita presenta perfiles de meteorización moderadamente espesos, los horizontes más comunes que corresponden a esta unidad son VI, V, IV y II; los contactos intercalados de Anfibolita y gneis de la unidad de Migmatitas de Puente Peláez, en la parte oriental este cuerpo se encuentra fallado con la Dunita de Medellín.

- **Dunitas de Medellín (Kium):**

Hace parte del Complejo Ofiolítico de Aburrá; se caracteriza por ser una roca de textura afanítica, de color verde oliva a verde oscuro en estado fresco, que se aclara tomando tonalidades verdosas según su grado de meteorización. Constituye una franja NS, separada del cuerpo de anfibolita por un contacto fallado.

El perfil de meteorización de la dunita en el sector altiplano es de bajo espesor con los horizontes VI, V y el horizonte I, el suelo residual se caracteriza por una textura limosa, color pardo amarilloso, el horizonte V corresponde al perfil de mayor predominio en el área del altiplano presenta una textura limo arcillosa. Esta unidad se encuentra en contacto fallado con la Anfibolita de Medellín.

Son de color negro o verde oscuro, presentan un fuerte fracturamiento que se hace más fuerte en las proximidades de la zona de falla. Se ubica en la parte nororiental del Valle, desarrolla suelos con espesor variable entre 10 m y 40 m.

- **Stock de Altavista (Kida):**

Corresponde a una roca ígnea plutónica muy heterogénea tanto en textura como en composición. Se encuentra altamente meteorizada y desarrolla suelos hasta de 45 m de espesor. Aflora en el flanco occidental del valle del río Medellín desde Itagüí hasta la quebrada La Iguana.

El Stock de Altavista presenta una forma alargada en dirección N10°W paralela a la tendencia regional de las estructuras geológicas del área. A diferencia del Batolito Antioqueño, caracterizado por su uniformidad, este Plutón sobresale por la variedad petrográfica tan amplia, textural y estructural, y por su relación compleja con las rocas encajantes, lo cual permite clasificarlo como Plutón de epizona (Buddington, 1959). Los tipos de roca observados varían desde porfídicos con matriz afanítica y composición intermedia a dioritas, cuarzodioritas y granitos; con textura hipidiomórfica; en los bordes presenta facies gabroides por asimilación de las encajantes y son comunes estructuras brechoides. La descripción petrográfica de esta unidad, se basa en el trabajo de Rodríguez & Montoya (1993).

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



El color de la roca varía desde muy oscuro, casi negro, hasta gris medio a claro, en los tipos granulares; las porfíricas son, por lo general, de color gris verdoso a veces crema; la textura varía de fanerítica granular fina a porfírica y a medida que se acerca a las zonas de contacto presenta numerosas zonas de brecha.

El Stock de Altavista, se caracteriza por la diversidad petrográfica y el aspecto brechoide autolítico. Los estudios de campo, permiten determinar tres facies petrográficas (Rodríguez y Montoya 1993), Facies Autolítica (Dioríticas), Facies Félsica y Facies de Dique. A continuación, se describe brevemente las características más relevantes de dichas Facies.

4.2 DEPOSITOS RECIENTES

Por las condiciones topográficas y la gran cantidad de drenajes que se presentan en la ciudad de Medellín, coexisten depósitos cuaternarios generados por procesos dinámicos que implican movimiento de material de zonas cercanas o transportadas de zonas lejanas., Los depósitos se clasifican como de tipo flujo, de deslizamiento y depósitos aluviales recientes.

- **Depósitos de vertiente (Qdv)**

Corresponden a depósitos de deslizamientos y flujos de lodos y escombros, los cuales se presentan en medio de la vertiente montañosa, localizados como peldaños de acumulación que suavizan la pendiente de la ladera en cuestión.

Este tipo de depósitos se encuentran confinados principalmente a la zona escarpada que limita con el valle de Aburrá. Se caracterizan por bloques de roca en matriz limo arcillosa. Dado que la composición de las unidades del escarpe, dependen del tipo de roca, pueden encontrarse bloques de diferente composición dependiendo de la zona en la que se ubique el depósito, teniendo en cuenta esto, pueden encontrarse zonas en las que los bloques pueden ser centimétricos hasta alcanzar unos tres metros de diámetro con formas que varían desde angulosos a subredondeados.

- **Depósitos aluviales (Qal)**

Restringidos a los drenajes y quebradas localizadas en el sector. Se caracterizan por presentar variabilidad en la forma de estos depósitos, debido a que dependiendo de la energía que mantenga el afluente durante su depositación de material, este puede llegar a formar paquetes de finos si la energía es baja y gruesos si la energía es alta. Además dependiendo de la distancia de la cual lo clastos sean transportados, pueden llegar a encontrarse desde muy redondeados hasta poco angulosos. En general la matriz que soporta estos depósitos, también depende de la energía, sin embargo, presenta por lo general arenas.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

Teniendo en cuenta esto, pueden encontrarse diversos tipos de depósitos aluviales en el flanco occidental del Valle de Aburrá, los cuales llegan a definir en general, la energía que este afluente puede llegar a alcanzar y la cantidad de material que puede transportar.

4.3 GEOMORFOLOGIA

El valle de Aburrá ocupa un valle intramontano profundo relativamente estrecho que corta un sistema de superficies de erosión o altiplanos, los cuales conforman los rasgos geomorfológicos más sobresalientes de la parte norte de la cordillera central. Tiene un área de 1152 km² con una longitud de 65 km. Morfológicamente, es definido por Arias (2003) como una depresión con orientación sur-norte de fondo plano, localizada en la parte alta de la cordillera Central, Limitada por respaldos laterales muy inclinados en roca y cubiertos en la parte baja por flujos de lodos. Las alturas del fondo del valle varían entre 1000 y 3000 msnm hacia su nacimiento.

El municipio de Medellín limita al este por un relieve de altiplano y hacia el oeste por un relieve de vertientes montañosas de filos largos y escarpes. En muchas ocasiones las unidades geomorfológicas coinciden con las litológicas, ya que el origen de los suelos condiciona sus geoformas, entre ellas se encuentran en la ciudad de Medellín desde planicies aluviales hasta vertientes empinadas y escarpadas (**Figura 15**)

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



Figura 15. Geomorfología del municipio de Medellín. Tomado de la galería de imágenes de la escuela del Hábitat – CEHAP de la UNAL

4.4 TECTONICA

El municipio de Medellín por estar localizado hacia el sector occidental de la Cordillera Central, está dominado desde el punto de vista tectónico regional por el sistema de fallas Cauca-Romeral; este sistema atraviesa el territorio nacional con una dirección aproximada N-S, bifurcándose en inmediaciones de Santa Barbará- Montebello. Situación que le permite afectar ambos flancos del Valle de Aburrá en el tramo comprendido entre los municipios de Caldas y Bello (Case et al, 1973).

Toro y Velásquez (1984) planean una separación de las fallas en el valle del río Medellín agrupando en dos dominios: Romeral al oeste del río Medellín con fallas NS-NNW y otro oriental representado por lineamientos con tendencia NW. Algunas de las fallas asociadas al sistema de fallas de Romeral son las que presentan mayor incidencia sobre la ciudad de Medellín, este sistema está localizado en el valle del río Cauca desde el Ecuador hasta el norte

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACIÓN MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

del departamento de Antioquia, está compuesto por fallas inversas con componentes variables de rumbo. Entre las fallas que lo conforman se encuentran:

- **Falla Iguaná Boquerón:** Corresponde a un sistema de rumbo con orientación N15°W con buzamiento vertical. Presenta un grado de actividad bajo a muy bajo.
- **Falla San Jerónimo:** Corresponde a un sistema de rumbo con orientación N20°W con buzamiento vertical. Presenta un grado de actividad bajo a moderado.
- **Falla Romeral:** Corresponde a un sistema de rumbo con orientación N-S con buzamiento 30°W. Presenta un grado de actividad bajo a moderado.
- En cuanto a la **Falla de Rodas**, algunos estudios la consideran como una zona de obducción por tener relación con el emplazamiento del cuerpo de Dunitas que se encuentra al norte de la ciudad, es de carácter inverso con un grado de actividad muy bajo a nulo.

5 CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD DE ANALISIS

Las principales características de la unidad de análisis en los aspectos relacionados con la geología, geomorfología, los suelos presentes y la presencia del nivel freático se resumen a continuación, se basan en la información secundaria recopilada, y corroborada en campo como parte del presente estudio.

5.1 GEOLOGÍA

El sitio objeto del presente estudio se caracteriza desde el punto de vista geológico por la presencia de rocas metamórficas foliadas de tipo anfibolita. Esta roca debido a procesos de meteorización tanto químicos como físicos se transforma hasta convertirse en suelo, el grado máximo de alteración corresponde a un suelo residual, en el cual no se observa ni la textura ni la estructura original de la roca. Con el nombre de saprolito se denomina a los suelos menos alterados que el suelo residual. Según la clasificación de Deere y Patton los suelos residuales corresponden a los niveles IA y IB y el saprolito a los niveles IC y IIA, siendo el nivel IA el más alterado y el nivel IIA el menos alterado.

Sobre los suelos derivados de la meteorización de la roca o sobre la roca parcialmente meteorizada se presentan depósitos de vertiente de tipo flujo de lodos, compuestos por gravas y bolas de roca en matriz limo arenosa de color café. Los depósitos flujo de lodos son producto de la acumulación de materiales provenientes de las partes altas de las vertientes, su dinámica puede estar asociada a saturación, condición que disminuye marcadamente sus propiedades de resistencia y cohesión, haciéndolos vulnerables a fenómenos como fuertes precipitaciones o

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

sismos. Adicionalmente se presentan llenos que cubren parte de la zona superior del sitio en estudio.

Actualmente se presentan llenos que cubren solo parte de la zona superior del sitio en estudio, debido a que con el terraceo implementado en el lote como parte de las intervenciones dadas en los estudios previos, el lleno en la parte sur del lote se removió, quedando existencias puntuales de poca proporción no cartografiables.

Basados en el análisis de toda la información disponible se construye un mapa de formaciones superficiales y un perfil geológico de la UMI, el cual se presenta en el **Figura 16**

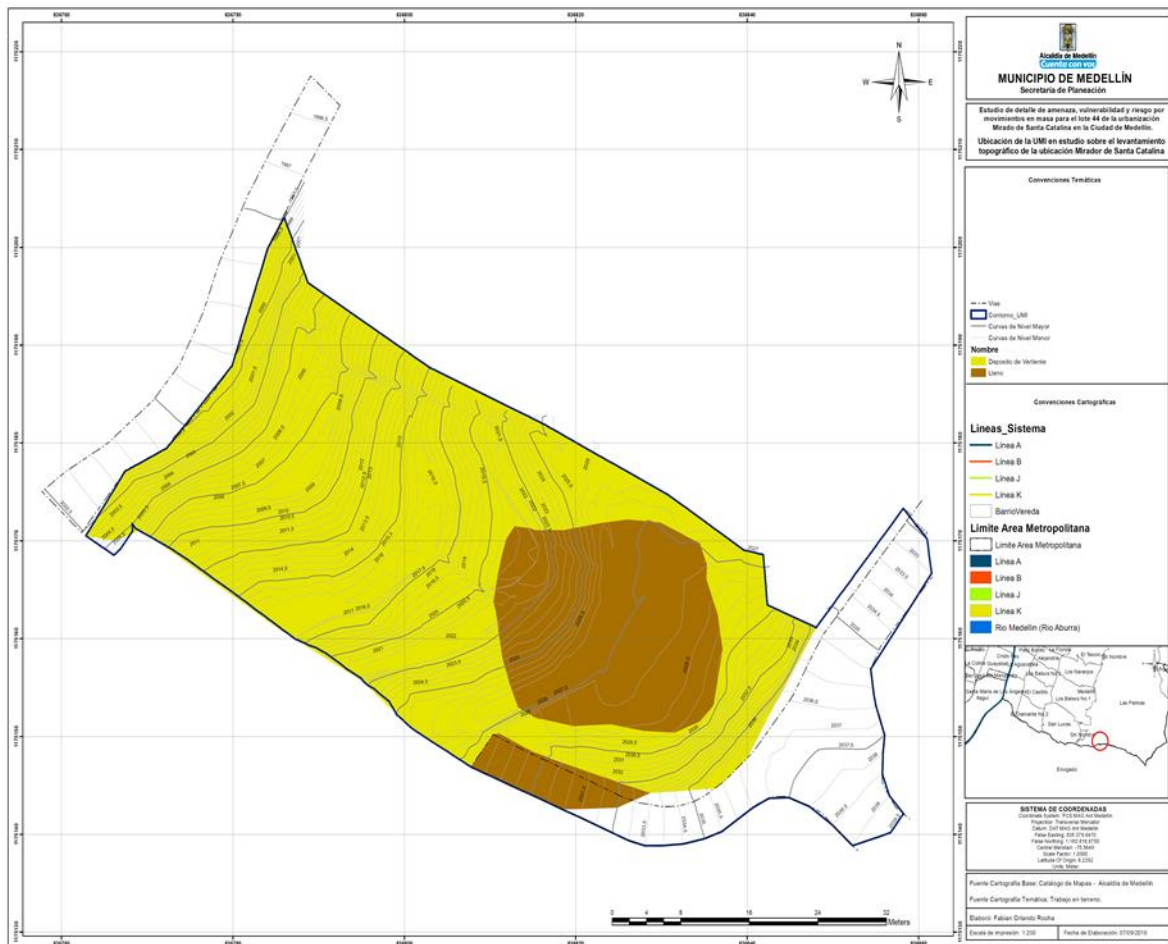


Figura 16. Mapa de formaciones superficiales y perfil geológico de la UMI

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

5.2 GEOMORFOLOGÍA

La zona en estudio se ubica sobre la vertiente suroriental del Valle de aburrá se caracteriza principalmente por encontrarse sobre un depósito de vertiente el cual ha dejado zonas con superficies que van de suaves a moderadas, típicas de este tipo de flujos provenientes de cotas superiores, siendo así la unidad geomorfológica más representativa dentro del área de estudio **Figura 17.**

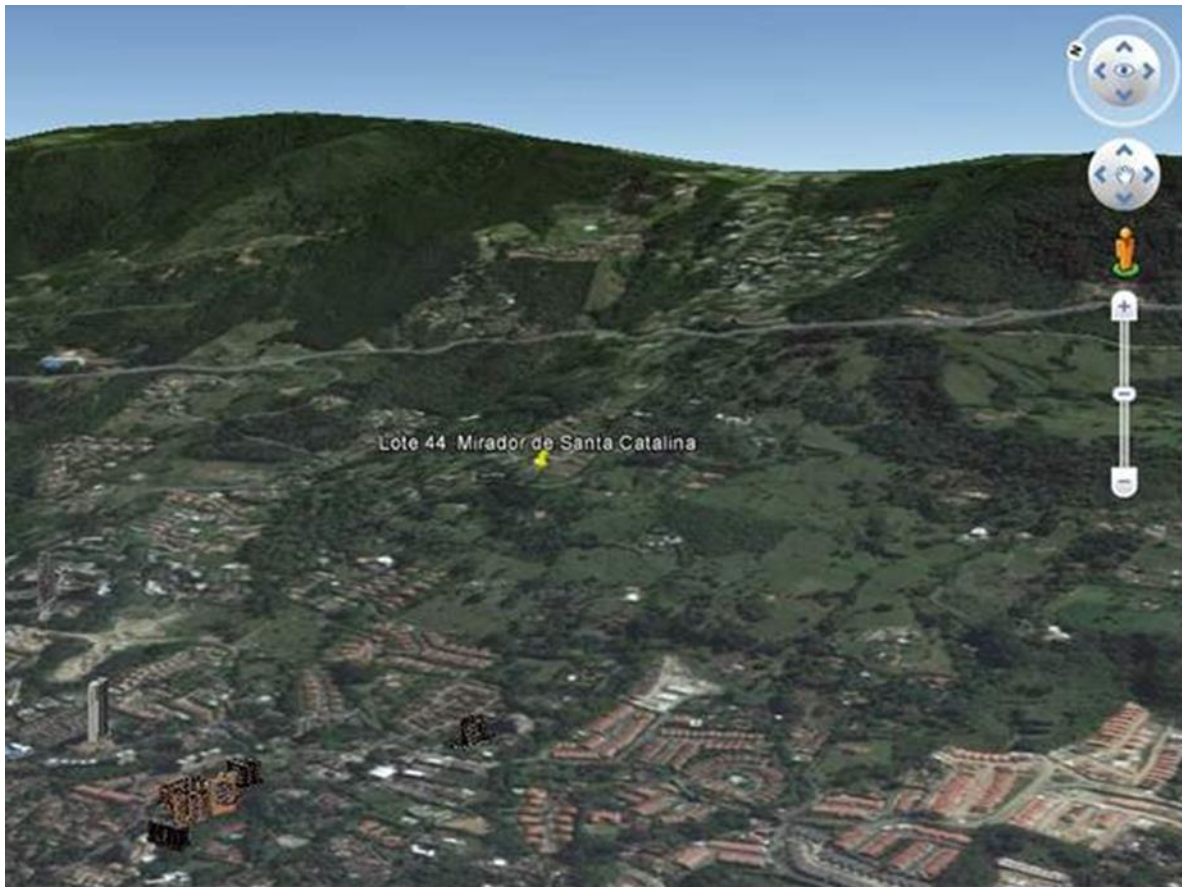


Figura 17. Geomorfología zona en estudio. Imagen tomada de Google Earth.

En general la morfología original ha sido modificada en algunos sectores para planear construcciones, generando algunas zonas planas conformadas por llenos y taludes de mayor pendiente por cortes, por lo que se ha modificado en parte la geomorfología local original (**Figura 18**), y en la **Figura 19** se observa el mapa de unidades morfológicas de la zona de estudio.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



Figura 18. Geomorfología zona en estudio.

5.3 MORFOMETRIA

Con relación a la distribución de las pendientes al interior de la zona en estudio, se realizó un mapa de pendientes teniendo en cuenta los valores definidos por el área Metropolitana en el documento Directrices y Lineamientos para la elaboración de los estudios geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, hidráulicos, hidrogeológicos y geotécnicos para intervenciones en zonas de ladera, en el Valle de Aburra.

En la **Figura 20**, se presenta el mapa de pendientes y se observa que existen todos los rangos de pendientes.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

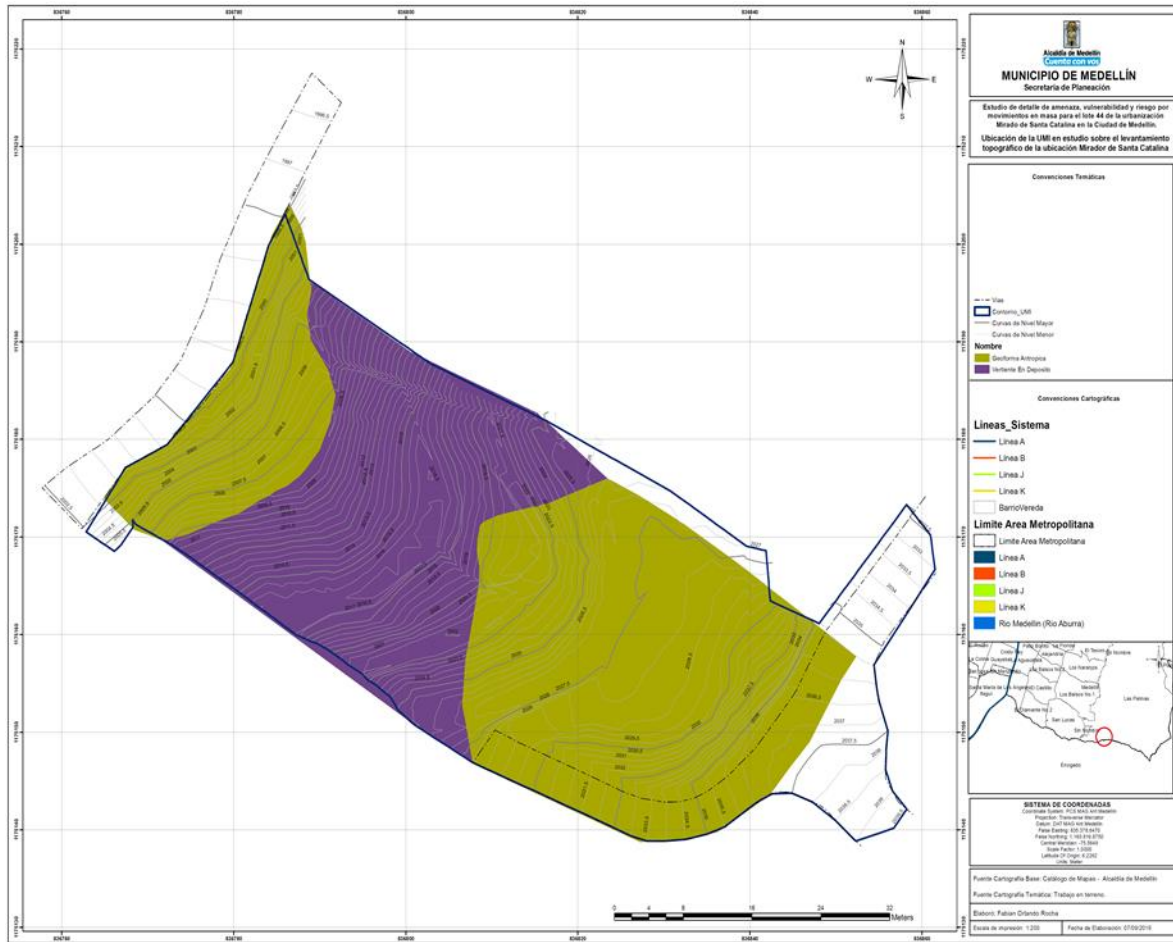


Figura 19. Mapa de Unidades geomorfológicas

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

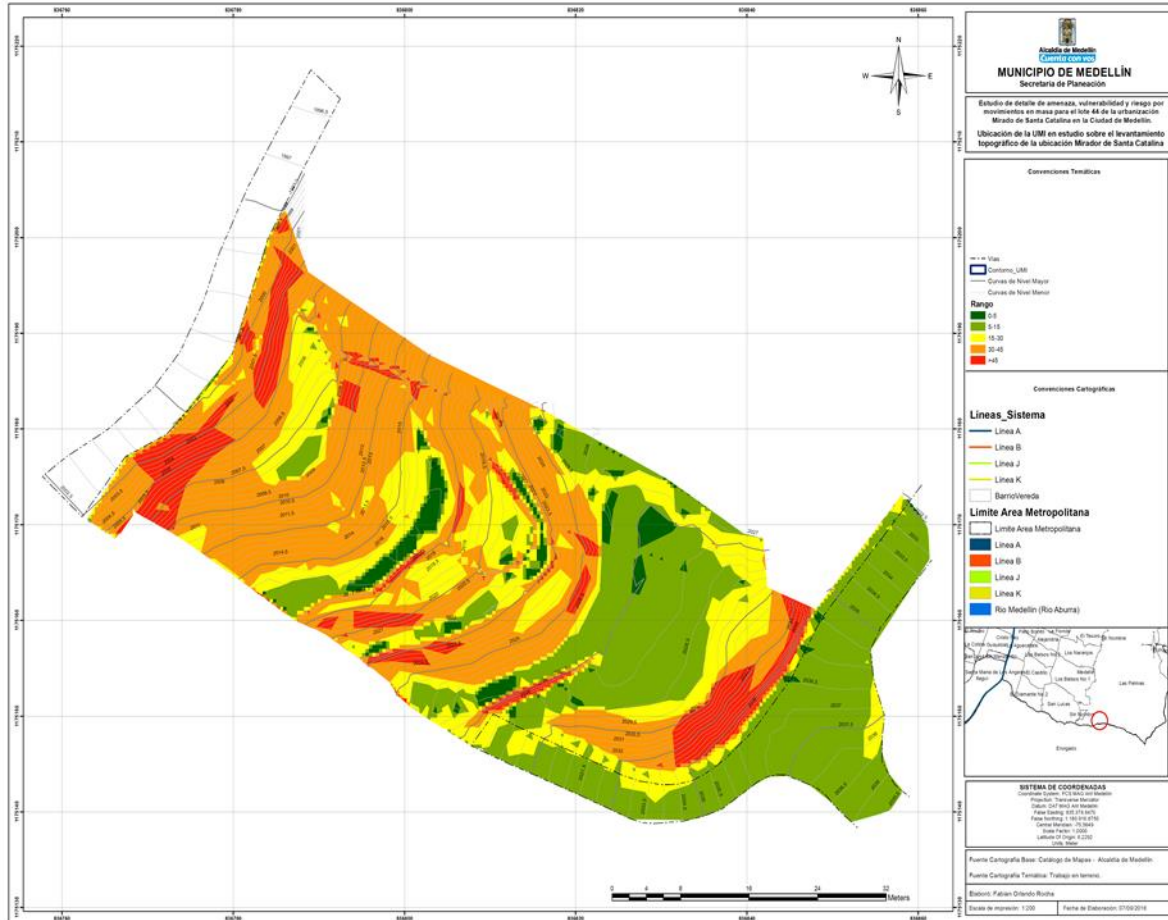


Figura 20. Mapa de Pendientes

5.4 PROCESOS MORFODINAMICOS ACTUALES

En la actualidad no se observan procesos morfodinámicos en el área en estudio, para el año 2011 se presentó un deslizamiento de tierras (**Figura 21**), caracterizado por haber dejado un escarpe entre 2.0m y 3.0m de altura. Este deslizamiento estuvo asociado principalmente con el manejo inadecuado de las aguas de escorrentía e infiltración, así como a la predisposición de los materiales presentes en superficie (lleno antrópico).

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



Figura 21. Deslizamiento de tierras lote 44 Mirador de Santa Catalina. Año 2011.

Posterior al deslizamiento y para el mismo año, se realizó un tratamiento del talud, el cual consistió en la implementación de un terraceo y una serie de obras de drenajes (**Figura 22**), las cuales permitieron mitigar el avance de la inestabilidad, logrando que hasta la fecha el talud presente condiciones de estabilidad aceptables.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



Figura 22. Condiciones actuales sobre el lote en estudio.

5.5 FOTOINTERPRETACION

Para la definición de los diferentes procesos existentes en la zona en donde se encuentra ubicada la urbanización Santa Catalina, se realizó un análisis de un conjunto de fotografías aéreas de diferentes años para poder realizar un comparativos entre ellas sobre cómo ha sido el avance de los procesos erosivos y la respectiva modificación que ha sufrido el paisaje, ya sea por el curso natural o por la intervención antrópica. Se utilizaron orto-fotos para analizar cómo se dan estos procesos en la actualidad y como han sido manejados y para apoyar la fotointerpretación se utilizaron herramientas tecnológicas como Google Earth para complementar los procesos observados.

Inicialmente se realizó una fotointerpretación de las Fotos 8 389 y 8 390 del vuelo S-178 realizado el 19 de Abril del año 1958, en las que se pueden observar claramente un conjunto de

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACIÓN MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

afluentes mayores con tendencia subparalelo que atraviesan toda el área desde la Vía Las Palmas hasta las partes más bajas de la ubicación de la unidad residencial.

El patrón de los drenajes es subparalelos (un poco dendríticos hacia los bordes) y que convergen a estos afluentes mayores, densificándose hacia las partes más altas de la zona por la presencia de un relieve más escarpado sobre toda la parte alta de la vía Las Palmas, que facilita la erosión de materiales que terminan por depositarse sobre las zonas planas o de caída de las pendientes, que a su vez tienden a suavizarse sobre la zona de influencia del estudio.

La morfología de la zona tiene pendientes medias a suaves que podría considerarse oscilan entre 20% y máximo 30%, con algunos declives en las partes de las vertientes por el efecto modelador que producen con el paso del tiempo los drenajes y sus respectivos afluentes.

Dentro de este relieve de vertientes se reconocen algunos lomos estrechos modelados sobre suelos residuales provenientes de las anfibolitas y gneises de la geología regional, por el mencionado efecto de moldeamiento que hacen los drenes sobre los depósitos de vertiente, coluviales y suelos residuales preexistentes, inicialmente erosionando todo ese material antiguo y depositando nuevos sedimentos que pueden llegar a tener espesores considerables, tal y como lo evidencia el registro de perforaciones.

La zona tiene coberturas de depósitos de vertientes de hasta 12 metros de espesor en algunos lugares y donde se tiene un gran volumen de bloques de roca de diversos tamaños que oscilan principalmente en los tamaños grava y que son litológicamente hablando de la misma composición de las rocas de la zona y tienden a ser subangulosos indicando poco transporte.

De igual forma en esta interpretación se aprecian algunas pocas cicatrices de movimientos ocurridos en el pasado, que dejan una huella en donde se encontraba el material que se deslizó, y que hace parte de los procesos preexistentes inactivos si en la imagen no presentan evidencias de deslizamientos, en cuyo caso solo se grafica una curva sobre la cicatriz, pero que si presenta evidencias de deslizamientos se le coloca una flecha en la dirección del mismo y que se muestran en el **Figura 23** de color rojo, en donde se evidencia que para la fecha del vuelo no se tienen deslizamientos activos, tan sólo algunas pocas cicatrices que no comprometen la estabilidad de la zona ni la hacen de tratamiento especial; así como también se muestran en ella, los diferentes drenajes y afluentes en color azul.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

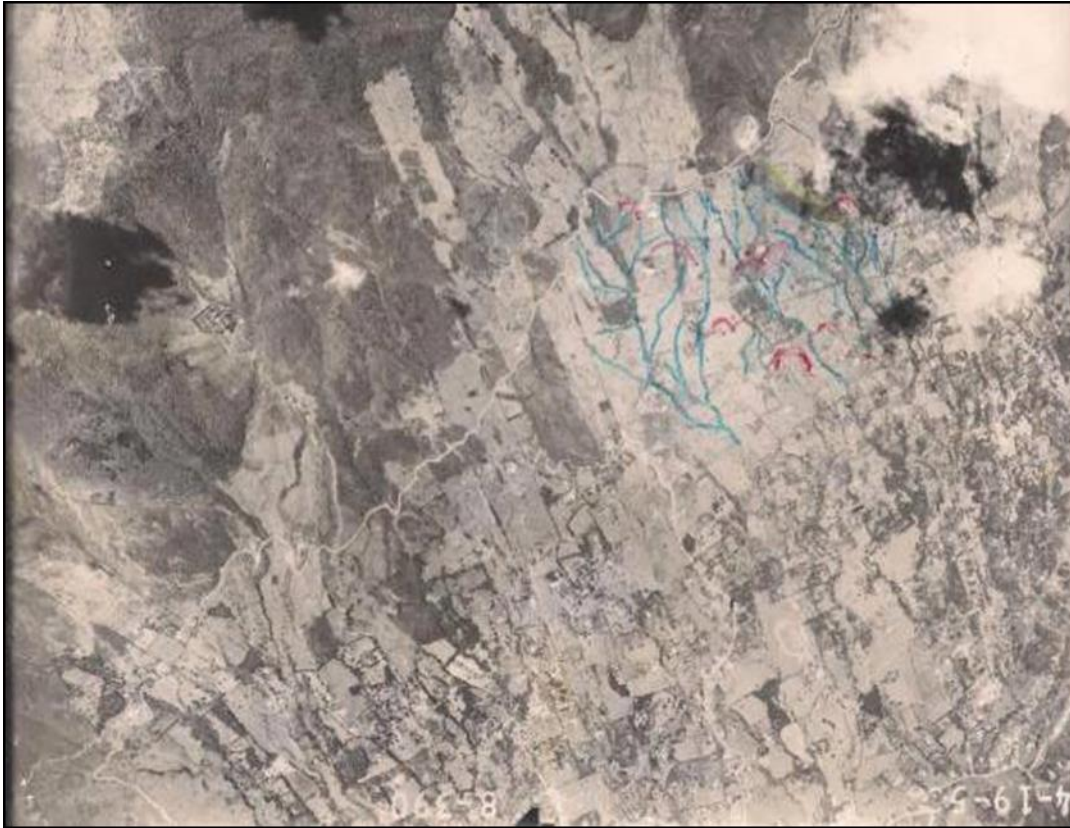


Figura 23. Fotografía aérea 8-390 del año 1958.

Adicional a la fotografía aérea 8-390 del año 1958 se realiza la fotointerpretación de una segunda fotografía aérea 125 del año 1998 con el objetivo de observar los cambios registrados en el relieve de forma natural y los ocurridos por acción de la intervención antrópica sobre lo que antes eran zonas rurales y ahora se han convertido en zonas urbanas con una fuerte modificación de las características naturales no solo del relieve, sino del paisaje, la topografía y las características geomecánicas del suelo, dado por las pobres propiedades geotécnicas poseen los llenos antrópicos del sector. Por esta razón la topografía se sometida a drásticas modificaciones por los cortes y taludes que se realizan para carreteras, edificaciones y demás obras civiles, que cambian la configuración de laderas, pendientes, filos, drenajes...

En las fotografías aéreas de 125 y 126 del vuelo FAL 402 Franja 3-1 del año 1998 **Figura 24.** En donde pueden apreciarse los afluentes con tendencia subparalelo que fueron encontrados inicialmente en la fotografía aérea 8-390 del año 1958 se identifica que algunos drenajes sufrieron modificaciones por efecto del urbanismo, que en muchos casos desvían el curso de

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

**SEÑOR JUAN URREA**

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

estos para realizar construcciones en estos lugares afectando el curso natural de los mismos, encausándolos en otros drenajes, aumentando los caudales naturales.

De igual forma con respecto a los drenajes se puede observar que muchos de ellos convergen a zonas comunes y se cortan entre si concentrándose en puntos específicos de la zona, que pueden corresponder a zonas planas de acumulación de aguas superficiales y escorrentía, dando como respuesta un aumento de la capacidad de remoción de partículas, erosionando la cuenca y así aumentando la posibilidad de generar inestabilidades en las laderas de la zona.

En conclusión, se puede decir que el manejo de drenajes del área constituye uno de los principales factores detonantes de procesos erosivos, puesto que sobre estos convergen las aguas que vienen en la parte superior como se observa en la gráfica. Estos procesos localizados en la fotointerpretación pueden constituir un riesgo para la estabilidad de la zona.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



Figura 24. Fotografía aérea 125 del año 1998.

A partir de las imágenes de Google Earth, se definió la evolución del área en estudio entre los años 2006 y 2015.

Para el año 2006 se observa que el proceso de urbanismo estaba completo, no se había construido ninguna vivienda al interior de la urbanización mirador de Santa Catalina y se observa estable el predio 44 en estudio (**Figura 25**).

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



Figura 25. Imagen de Google Earth de septiembre de 2006.

En mayo de 2008, ya se observa la evolución del proceso de urbanismo, se encuentra algunas viviendas al interior de la urbanización construidas y se observa un movimiento de tierras en el lote 44 (**Figura 26**).

En septiembre de 2011, tal como se evidencia en la **Figura 27** se observa la inestabilidad que afecto al lote 44 y se observa una mayor consolidación del proceso de urbanismo al interior de la urbanización.

En la **Figura 28**. Se presenta una imagen de la zona de diciembre de 2015, en la cual se observa que el lote se ha preservado estable desde que se realizaron las obras de mitigación.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



Figura 26. Imagen de Google Earth de mayo de 2008



Figura 27. Imagen de Google Earth de septiembre de 2011

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

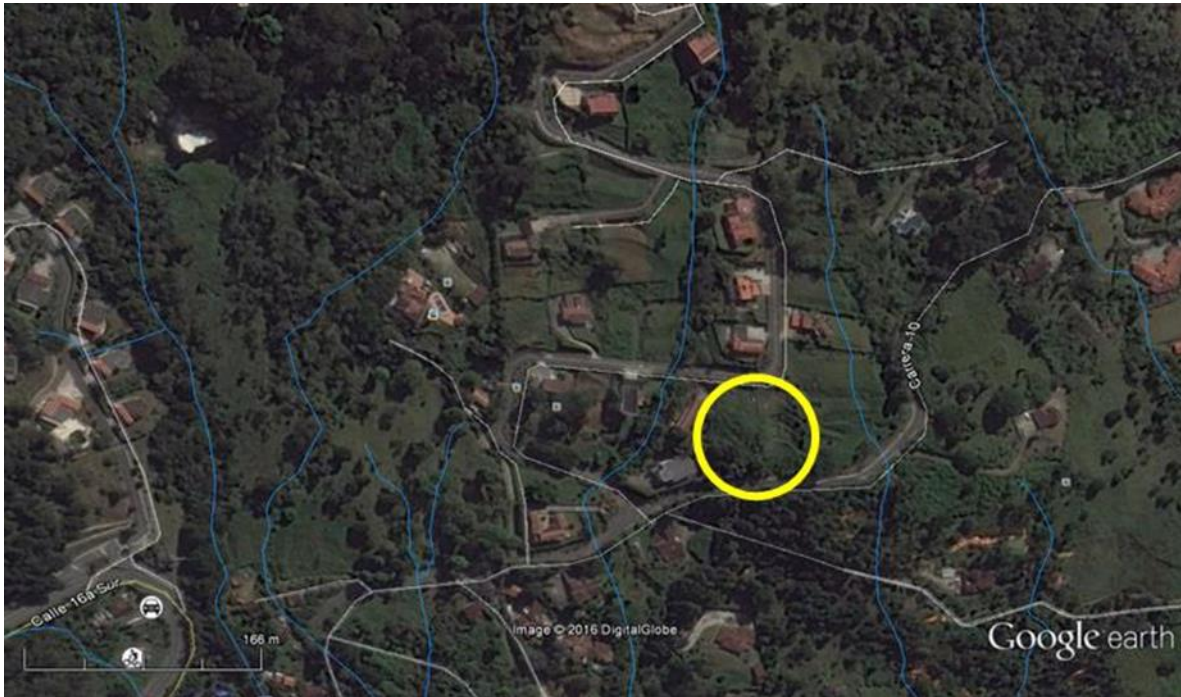
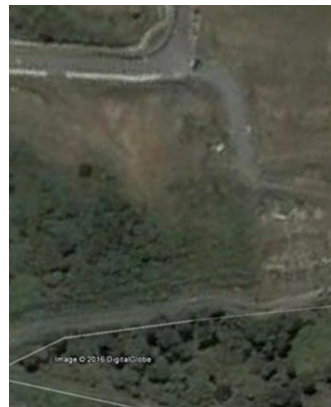


Figura 28. Imagen de Google Earth de diciembre de 2015.

En el **Figura 29** se presenta imágenes de Google Earth del lote específico, en las cuales se puede observar la evolución del mismo.

- Septiembre de 2006: Se observa aun, parte del lleno que fue depositado para conformar el lote.
- Septiembre de 2011: Se observa la inestabilidad, especialmente e material removido a partir del lote.
- Julio 2013: Se observa el lote estabilizado y el terraceo planteado como parte de la mitigación del lote.
- Diciembre 2015: Se observa que aun continua estable el lote.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



2006



2011



2013



2015

Figura 29. Imagen de Google Earth del lote de varios años

5.6 SUELOS PRESENTES.

A continuación, se presenta un resumen de la estratigrafía presente en la zona de estudio con sus respectivas propiedades geotécnicas, las cuales se obtienen a partir de los resultados de los trabajos de campo.

- **Lleno Antrópico.**

En los sitios de perforación, desde la superficie del terreno y hasta una profundidad promedio de 3.5 m, se encuentra un lleno antrópico compuesto por un material limo arcilloso de color Pardo Claro con tonos grises. Presenta humedad natural y plasticidad media, la densidad es baja.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

**SEÑOR JUAN URREA**

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

- **Capa Orgánica.**

En todas las perforaciones, bajo el lleno y con espesor del orden de 0,20 m a 0,40 se encontró una capa orgánica, lo que indica que para la ejecución de los llenos durante el proceso de urbanismo, no se realizó ningún tipo de descapote del terreno.

- **Depósito De Vertiente Tipo Flujo De Lodos Y Escombros.**

Bajo la capa orgánica se encuentra un depósito de vertiente de tipo mixto, es decir en unas zonas aparece como un flujo de lodos y en otras como un flujo de escombros. Este depósito presenta un espesor aproximado de 7,5 m en el área en estudio y se caracteriza por estar compuesto por un material de tamaño limo arenoso de color pardo oscuro y gris que envuelve gravas y bolas de roca tipo anfibolita parcialmente meteorizadas a frescas. Presenta humedad natural baja, plasticidad media y densidad variable entre baja y media. La matriz de este depósito se ubica dentro del sistema unificado de clasificación en el grupo ML, es decir, un limo de baja compresibilidad.

- **Suelo Residual y Saprolito.**

Subyaciendo el depósito de vertiente en el sector de las perforaciones P-1 y P-3 con un espesor variable entre 0,5 y 3,5, se presenta un suelo residual con variaciones a saprolito, compuesto por un material areno-limoso de color gris con tonalidades blancas. Presenta humedad natural baja, plasticidad baja y densidad media. Se ubica dentro del sistema unificado de clasificación en los grupos SC y SM, es decir una arena arcillosa o limosa respectivamente

- **Roca Parcialmente Meteorizada y Roca Fresca Niveles II-III.**

Por debajo del depósito de vertiente mixto o del suelo residual y hasta la profundidad explorada, se encuentra una roca metamórfica tipo anfibolita con niveles II y III de meteorización, con algunas caras oxidadas y parcialmente fracturadas.

5.7 NIVEL FREÁTICO

Durante la época que se realizó el trabajo de campo y hasta la profundidad investigada se encontró un nivel freático a profundidades de 7,0 m, 5,0 m y 8,0 m para las perforaciones P-1, P-2 y P-3 respectivamente

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

6 ANTECEDENTES DE ESTABILIDAD SOBRE EL AREA EN ESTUDIO

De acuerdo con los reportes que se tiene de informes técnicos, se resume a continuación la historia y evolución que ha tenido la zona de estudio en relación al fenómeno de inestabilidad que se presentó en el Lote 44 de la urbanización Mirador de Santa Catalina.

- En el año 2011 y por solicitud de la administración de la parcelación Mirador de Santa Catalina se procedió a realizar por parte de esta oficina, el estudio geotécnico para determinar el manejo más indicado para la inestabilidad que se presentaba en los lotes 42, 43 y 44 de dicha parcelación. El deslizamiento que se presentó sobre el lote 44 (**Figura 30**) fue de tipo rotacional y se generó debido al manejo inadecuado de las aguas de escorrentía y la predisposición de los materiales antrópicos que conformaban la parte más superficial del terreno, depositados durante el proceso de urbanismo para la construcción de la parcelación.



Figura 30. Deslizamiento sobre el lote 44 de la parcelación Mirador de Santa Catalina. Año 2011.

- En septiembre del 2012 se centraron los estudios geotécnicos en los lotes 42 y 43 de la parcelación y se evaluaron las condiciones de estabilidad una vez se llegara a realizar la ampliación de la carrera 10 entre las Abscisas 0+725 a 0+830, talud exterior de la parcelación mirador de Santa Catalina.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACIÓN MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

Este informe incluyó un resumen de los trabajos de campo y laboratorio, también una descripción de las principales características geológicas, geomorfológicas y morfodinámicas. Se analiza la estabilidad en los lotes 42 y 43, definiendo las obras de estabilización necesarias para garantizar la seguridad del talud una vez construida la ampliación de la carrera 10.

Se presentaron los parámetros para el diseño estructural de las soluciones planteadas, con relación a empujes de tierra, sistema de fundación, el nivel de emplazamiento y capacidad portante del suelo.

- En mayo del 2013 se enfocan los estudios en el talud existente entre la parcelación Mirador de Santa Catalina y la carrera 10, presentando unas condiciones de estabilidad aceptables para los casos de estabilidad estática y pseudoestático.
- En junio del 2014 a petición de la administración de la parcelación mirador de Santa Catalina se realiza un informe donde se concentran las recomendaciones en la estabilidad del lote 44 una vez ampliada la carrera 10 en el tramo correspondiente a la parcelación Mirador de Santa Catalina.

En este informe se evalúan las condiciones de estabilidad iniciales y las condiciones de estabilidad una vez se ejecutada la ampliación que en ese tiempo proyectaba el municipio de Medellín para la carrera 10 en el tramo correspondiente al lote 44.

En este informe los parámetros de resistencia mecánica del suelo necesarios para la realización de los análisis geotécnicos fueron obtenidos de los resultados de los ensayos de laboratorio y de la evaluación de varias fórmulas matemáticas

- En septiembre de 2015 se desarrolla un estudio de suelos con el objetivo de determinar el sistema de cimentación más adecuado para la construcción de una vivienda de dos niveles, ubicada en el lote 44 de la urbanización Santa Catalina.

Este informe incluye una recopilación de todos los trabajos realizados en la zona además de la descripción general de las características geomorfológicas, morfodinámicas y suelos presente en la zona.

- En agosto 2016 a petición de la administración de la urbanización Santa Catalina se desarrolla una caracterización y descripción de las diferentes unidades litológicas presentes en los lotes de estudio, incluyendo los diferentes tipos de materiales que componen el terreno y procesos morfodinámicos de la zona. Además de presentar una zonificación de la aptitud geológica del área de estudio y un análisis conceptual de la amenaza y la vulnerabilidad, con el objeto de hacer una re-categorización del riesgo para el área que ocupa el lote 44 de la urbanización mirador de Santa Catalina

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

- Se ha realizado un monitoreo topográfico desde el 9 de Mayo de 2017, con la instalación de 21 puntos de control (**Tabla 2**), de los cuales se obtiene una primera medición el 15 de Julio de 2017 (**Tabla 3**).

En general hasta el momento *no se observan movimientos relevantes* para los mojones instalados. Los desplazamientos observados están por dentro del rango de precisión del equipo de medición, por lo que se puede concluir que el lote no está en movimiento. Es importante también mencionar, que no se evidenciaron ni deformaciones, ni movimientos en las cunetas que están a lo largo del lote. A la fecha las deformaciones registran variaciones que comparadas con las lecturas iniciales alcanzan casi los 3,0 mm. En el Anexo 2 se presenta el informe completo del monitoreo realizado.

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
201	1175153.472	836835.391	2043.973	M1
202	1175156.467	836838.093	2043.756	M2
203	1175161.577	836841.152	2042.954	M3
204	1175186.277	836813.9	2032.978	M4
205	1175182.288	836810.74	2032.627	M5
206	1175173.26	836819.371	2034.456	M6
207	1175164.023	836816.948	2034.387	M7
208	1175156	836804.795	2034.47	M8
209	1175160.516	836791.11	2028.857	M9
210	1175164.464	836803.945	2029.204	M10
211	1175174.098	836807.785	2028.333	M11
212	1175169.074	836804.901	2028.092	M12
213	1175166.137	836780.674	2023.434	M13
214	1175170.817	836794.764	2024.129	M14
215	1175176.585	836797.863	2023.952	M15
216	1175182.937	836797.881	2023.945	M16
217	1175177.197	836789.933	2019.883	M17
218	1175182.509	836784.423	2015.676	M18
219	1175176.065	836775.592	2016.442	M19
220	1175172.307	836774.982	2019.683	M20
221	1175172.106	836825.912	2035.118	M21

Tabla 2. Cartera topográfica puntos de control instalados en Mayo de 2017.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
201	1175153.473	836835.401	2043.974	M1
202	1175156.477	836838.092	2043.755	M2
203	1175161.577	836841.152	2042.956	M3
204	1175186.267	836813.91	2032.977	M4
205	1175182.289	836810.739	2032.627	M5
206	1175173.26	836819.381	2034.456	M6
207	1175164.033	836816.948	2034.388	M7
208	1175156.01	836804.795	2034.471	M8
209	1175160.526	836791.12	2028.856	M9
210	1175164.454	836803.944	2029.204	M10
211	1175174.108	836807.785	2028.333	M11
212	1175169.084	836804.911	2028.092	M12
213	1175166.157	836780.674	2023.436	M13
214	1175170.827	836794.763	2024.129	M14
215	1175176.595	836797.873	2023.954	M15
216	1175182.947	836797.881	2023.945	M16
217	1175177.207	836789.933	2019.883	M17
218	1175182.529	836784.433	2015.679	M18
219	1175176.075	836775.592	2016.442	M19
220	1175172.297	836774.992	2019.683	M20
221	1175172.116	836825.913	2035.121	M21

Tabla 3. Cartera topográfica lectura puntos de control en Julio de 2017.

7 ANALISIS DE ESTABILIDAD PARA LAS CONDICIONES ACTUALES Y CON FUTURO DESARROLLO DE VIVIENDAS EN LOS LOTES

Para la evaluación de los análisis de estabilidad se consideró una sección del terreno. En el **Gráfico No. 32** se muestra la ubicación en planta de esta sección y en el **Gráfico No. 33** el perfil geológico-geotécnico.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

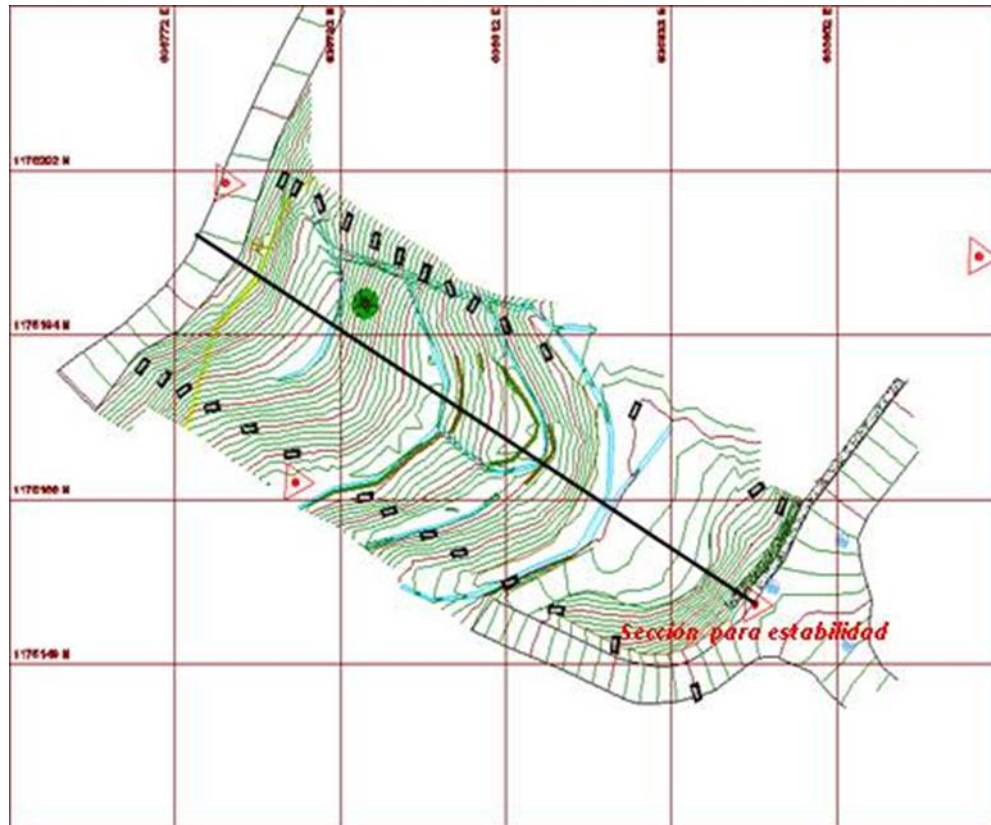


Figura 31. Sección considerada para evaluar la estabilidad de la zona en estudio.

Los parámetros de resistencia mecánica del suelo necesarios para la realización de los análisis geotécnicos fueron obtenidos de los resultados de los ensayos de laboratorio y de la evaluación y comparación de varias formulaciones matemáticas propuestas por diferentes autores con los resultados del ensayo de penetración estándar realizado durante el avance de las perforaciones (Tabla 4).

Lleno	15kN/m ³	c=5kPa	$\phi = 19^\circ$
Depósito de vertiente	17kN/m ³	c=14kPa	$\phi = 26^\circ$
Suelo residual	18kN/m ³	c=12kPa	$\phi = 28^\circ$
Roca tipo II	19kN/m ³	c=18kPa	$\phi = 30^\circ$
Roca tipo III	22kN/m ³	c=33kPa	$\phi = 46^\circ$

Tabla 4. Formulaciones propuestas

Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
	Varios 2018

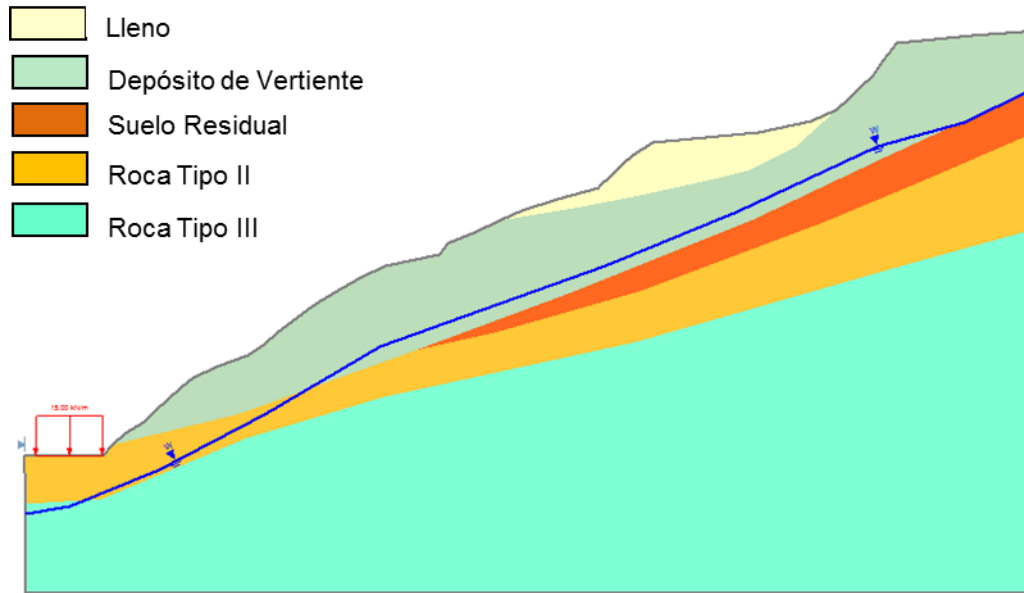


Figura 32. Perfil Geológico - Geotécnico típico de la zona.

Con las propiedades geotécnicas de cada estrato antes definidas, se aplicaron metodologías de evaluación para la estabilidad de la sección considerada, teniendo en cuenta los rangos de valores de factores de seguridad definidos dentro de las directrices y lineamientos para la intervención de laderas en el Valle de Aburrá.

Los diseños elaborados a partir de lo regulado en el documento para la intervención de laderas del Valle de Aburrá, deben cumplir factores de seguridad definidos según las pérdidas probables. Como factor de seguridad para el diseño estático se debe adoptar el mayor valor que se obtenga al considerar la **Tabla 5**.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

Nivel de seguridad contra pérdidas de vidas	Alto	Medio	Bajo
Nivel de seguridad deseable para daños materiales y ambientales			
Alto	1.5	1.5	1.4
Medio	1.5	1.4	1.3
Bajo	1.4	1.3	1.2

Tabla 5. Factores de seguridad estáticos de acuerdo con los niveles de seguridad requeridos.

Los niveles de pérdidas de vidas y de seguridad deseables para daños materiales y ambientales se determinan como se describe en la **Tabla 6** y **Tabla 7**.

Nivel de seguridad	Criterio
Alto	Áreas con intenso movimiento y permanencia de personas como edificaciones públicas, residenciales o industriales, estadios, parques, plazas, y demás sitios, urbanos o no, con posibilidad de concentración de un elevado número de personas. Carreteras de tráfico intenso
Medio	Áreas y edificaciones con movimiento y permanencia restringida de personas, ferrocarriles y carreteras de tráfico moderado
Bajo	Áreas y edificaciones con movimientos y permanencia eventual de personas, ferrocarriles y carreteras de poco tráfico

Tabla 6. Nivel de seguridad contra pérdidas de vidas

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

Nivel de seguridad	Criterio
Alto	Daños materiales: Lugares próximos a propiedades de alto valor histórico, social o patrimonial, obras de gran tamaño y áreas que afecten servicios vitales Daños ambientales: Lugares sujetos a accidentes ambientales graves, tales como los próximos a oleoductos, bombas de gasolina, tanques de almacenamiento (combustible, tóxicos), escombreras, depósitos de relaves, rellenos sanitarios y plantas industriales con productos tóxicos
Medio	Daños materiales: lugares próximos a propiedades de valor moderado Daños ambientales: Lugares sujetos a accidentes ambientales moderado
Bajo	Daños materiales: lugares próximos a propiedades de bajo valor Daños ambientales: Lugares sujetos a accidentes ambientales reducidos

Tabla 7. Nivel de seguridad deseable para daños materiales y ambientales

De acuerdo con lo anterior se define para el proyecto en estudio, un factor de seguridad mínimo para la condición estática de 1.4 para el lote (recuadro rojo), previo a la construcción de viviendas y de 1,5 para el lote una vez se construya las viviendas (recuadro amarillo), con relación al factor de seguridad seudoestático, debe ser mínimo de 1.05, con las viviendas construidas.

El método de evaluación del análisis de estabilidad está basado en la teoría del equilibrio límite. La simulación computacional se llevó a cabo en el programa SLIDE V.6.0 desarrollado por Rockscience Inc. (Rockscience, 2003), utilizando el método de Bishop para la obtención de la relación entre la resistencia del material y los esfuerzos solicitantes. Este programa modela mecanismos de falla circulares y no circulares, para combinaciones de carga estáticas y dinámicas, considerando variaciones de los niveles piezométricos, distribuciones de presión de poros, variación de los coeficientes de la relación de presión de poros y redes de flujo por el método de los elementos finitos.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

7.1 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD CON CONDICIONES TOPOGRÁFICAS ACTUALES

Se realiza el análisis de estabilidad para las condiciones topográficas actuales, encontrando que para la condición estática se obtiene un factor de seguridad del orden de 1.377 que indica que la estabilidad actual se ubica en el rango de aceptable a bajo. Para el análisis pseudoestático, al considerar las fuerzas de sismo se obtuvo un factor de seguridad del orden 1,047, ubicando igualmente la estabilidad igualmente en el rango de aceptable a bajo. La superficie potencial de falla se presenta sobre la parte superior del talud, en el material identificando como un lleno antrópico **Figura 33** y **Figura 34**

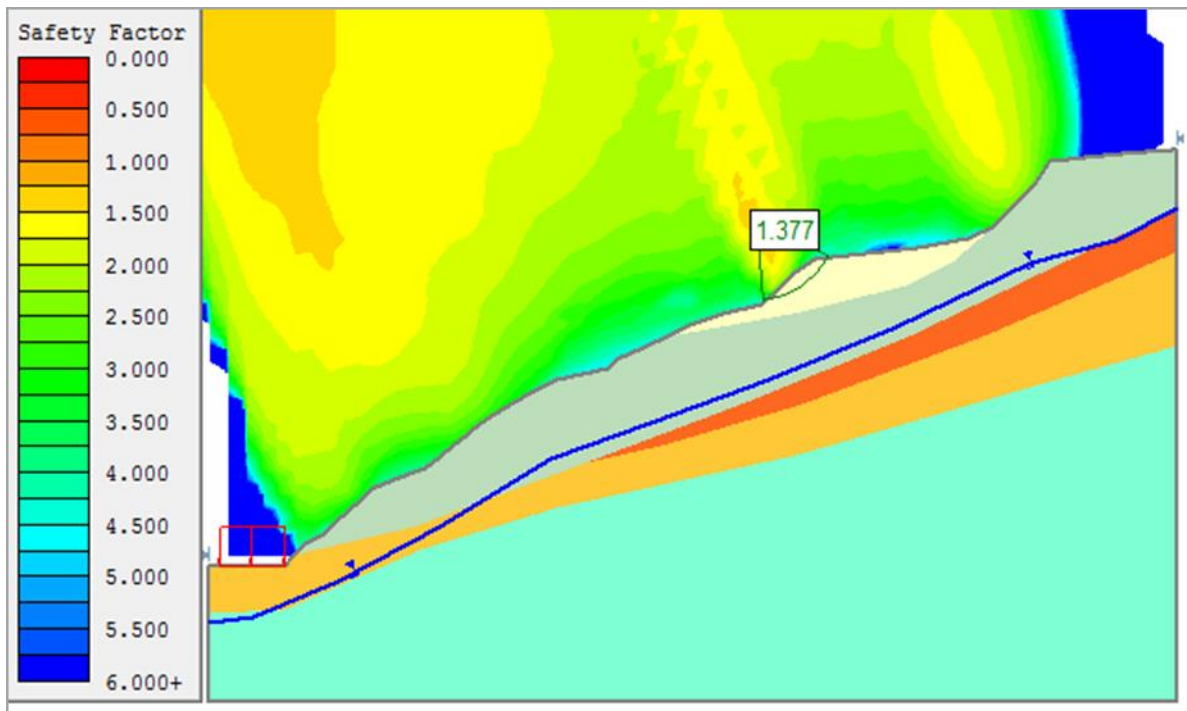


Figura 33. Análisis de estabilidad estático con las condiciones topográficas actuales.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

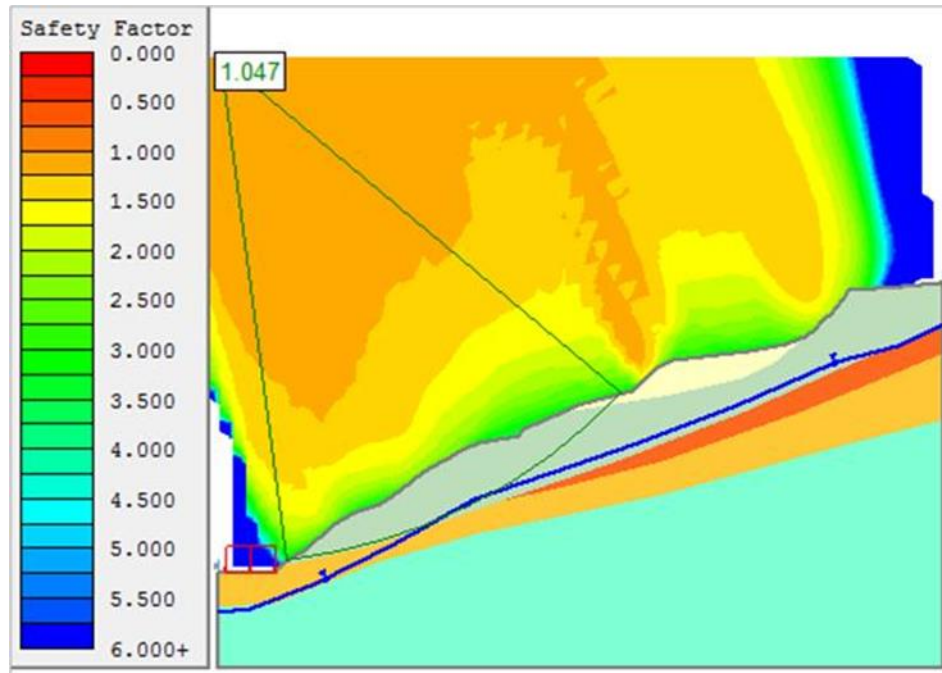


Figura 34. Análisis de estabilidad seudoestático con las condiciones topográficas actuales.

Las condiciones de estabilidad que se muestran en los gráficos anteriores reflejan los observado en campo, en donde a pesar de la presencia del lleno antrópico en la parte superior del lote, es posible visualizar unas condiciones de estabilidad adecuadas (**Figura 35**), producto de la implementación de las obras recomendadas en los estudios previos y constatadas por esta oficina en visita realizada al predio en estudio.

En el **Anexo 4** se presenta el informe de la visita realizada con el estado actual de las obras de estabilización y de drenaje implementadas actualmente en el sitio.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



Figura 35. Condiciones de estabilidad actuales.

Análisis de estabilidad con implementación de una construcción futura en cimentación profunda. Teniendo en cuenta los procesos de tipo morfodinámicos ocurridos con anterioridad en el lote en estudio, se plantea como sistema de cimentación pilas pre excavado y vaciado en el sitio. En los **Figura 36** y **Figura 37** se muestran los análisis de estabilidad para la condición estática y seudoestático, considerando además la sobrecarga impuesta por la vivienda.

En el análisis estático se obtiene un factor de seguridad para la condición de falla crítica del orden de 1,430 por condiciones topográficas de la ladera y 1.759 en la zona proyectada para una futura construcción, y que indica que la estabilidad una vez ejecutadas las obras alcanza los factores de seguridad establecidos como los de diseño. Para el análisis seudoestático, al considerar las fuerzas de sismo se obtuvo un factor de seguridad del orden de 1,060 ubicando la estabilidad igualmente en por encima del factor de seguridad de diseño. Las superficies de falla se trasladan hacia la parte baja del talud.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

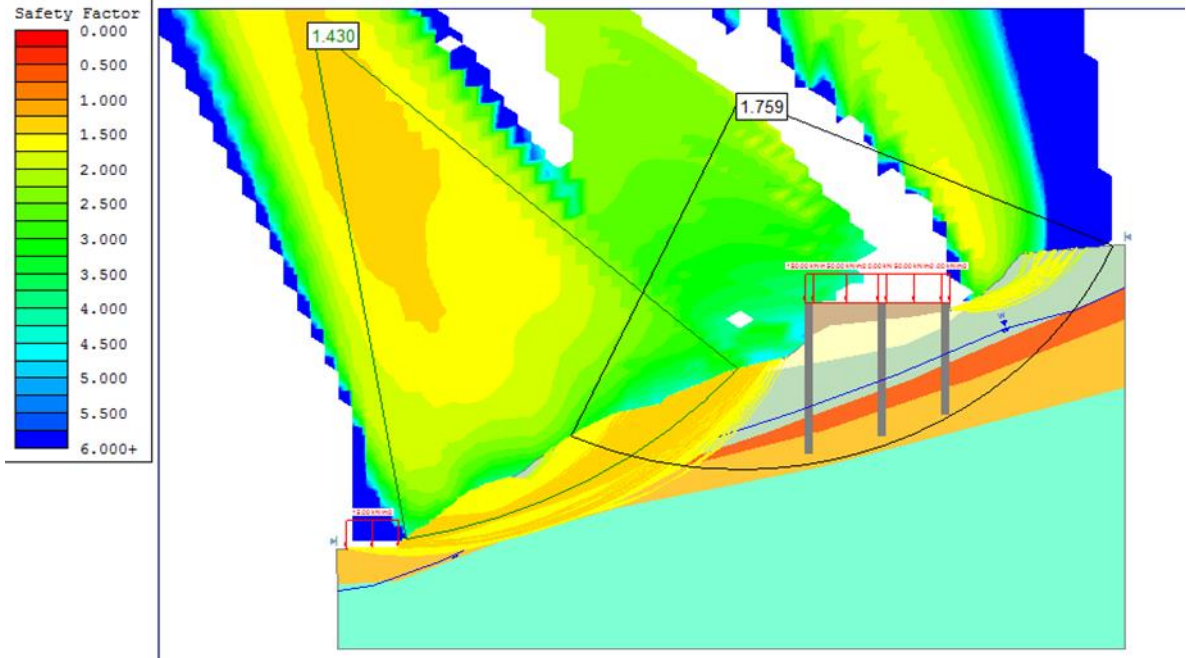


Figura 36. Análisis de estabilidad estático considerando la construcción de la vivienda.

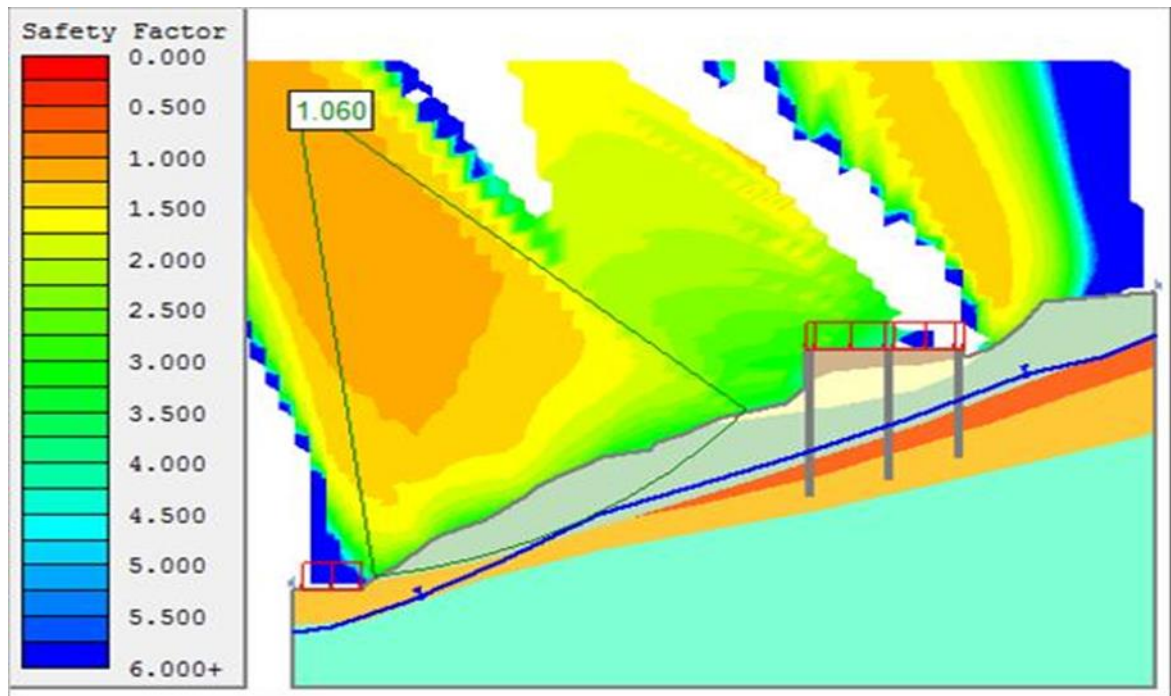


Figura 37. Análisis de estabilidad estático considerando la construcción de la vivienda.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

Además de la evaluación determinista del factor de seguridad, se realizó una evaluación de la probabilidad de falla de estos taludes. Para esto se utilizó el método de Montecarlo que permite determinar la probabilidad de falla de forma probabilista, generando una distribución de probabilidades de los factores de seguridad, a partir de las distribuciones de probabilidad de las variables aleatorias que tienen influencia en la estabilidad. Se realizaron 1000 iteraciones para la estimativa de la probabilidad de falla. Los datos requeridos de los parámetros del suelo son las medias y las desviaciones estándar. Para efectos de esta evaluación la media de cada parámetro se tomó como el valor que se usó en la evaluación determinista del factor de seguridad, y la desviación estándar se estimó a partir de información publicada (Vega JA, Hidalgo C.A.2016). En la **Tabla 8** se presentan los parámetros empleados.

Suelo	Propiedad	Distribución	Media	Desviación estándar
Lleno	cohesión (kPa)	Lognormal	6	2
Lleno	Phi (°)	Normal	20	3
Lleno	Peso unitario (kN/m ³)	Normal	15	1
Depósito de Vertiente	cohesión	Lognormal	14	3
Depósito de Vertiente	Phi	Normal	26	3
Depósito de Vertiente	Peso unitario	Normal	17	1
Suelo Residual	cohesión	Lognormal	12	4
Suelo Residual	Phi	Normal	28	3
Suelo Residual	Peso unitario	Normal	18	0.5
Roca Tipo II	Cohesión	Lognormal	18	6
Roca Tipo II	Phi	Normal	30	3
Roca Tipo II	Peso unitario	Normal	19	1

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



Roca Tipo III	Cohesión	Lognormal	33	10
Roca Tipo III	Phi	Normal	46	5
Roca Tipo III	Peso unitario	Normal	22	1
Lleno estructural	Cohesión	Lognormal	10	3
Lleno estructural	Phi	Normal	25	3
Lleno estructural	Peso unitario	Normal	17	1

Tabla 8. Parámetros probabilistas del suelo

Como se observa en las **Figura 38 a Figura 40** se muestran los resultados obtenidos. Como se observa, en las condiciones iniciales, el terreno presenta una probabilidad de falla de 0.005 (Gráfico No.39), la cual es mayor que el 0.0002 requerido por Planeación Municipal para considerar el terreno en amenaza baja. En **Figura 39** se observa que con una modificación de la geometría consistente en la conformación de dos terrazas, se logra obtener un índice de confiabilidad (4.0), el cual equivale a una probabilidad de falla de 3.5×10^{-5} , valor inferior a 0.0002, colocando el terreno en una condición de amenaza baja.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

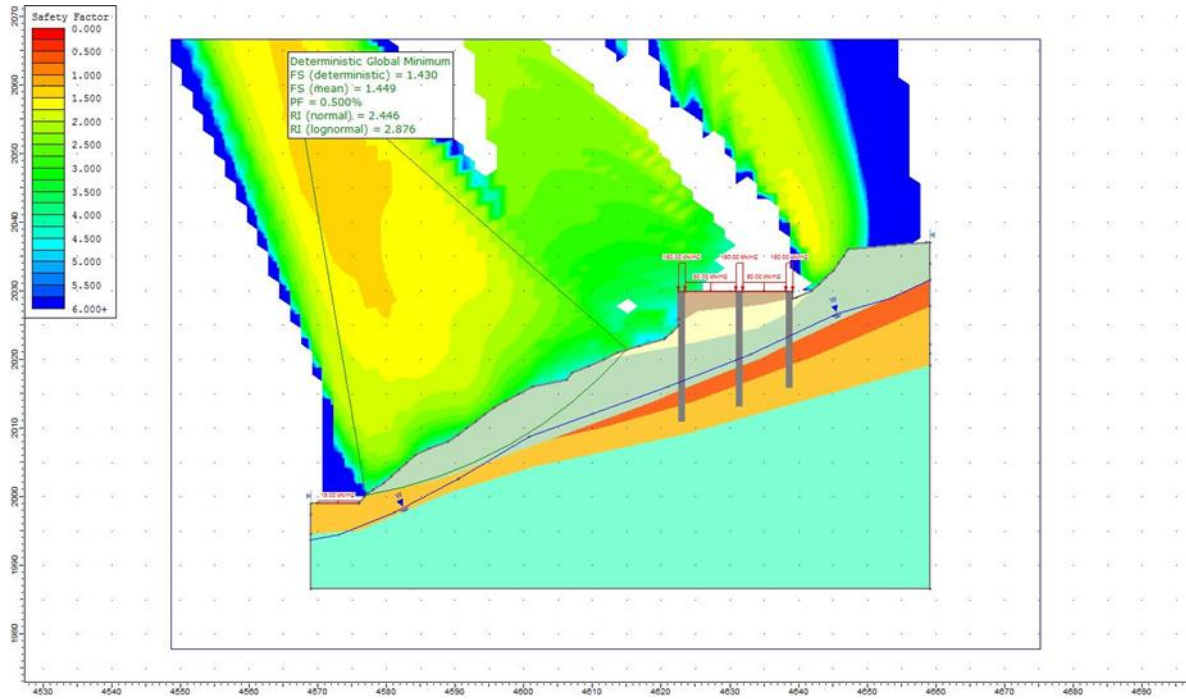


Figura 38. Análisis probabilista en condición estática con la topografía actual

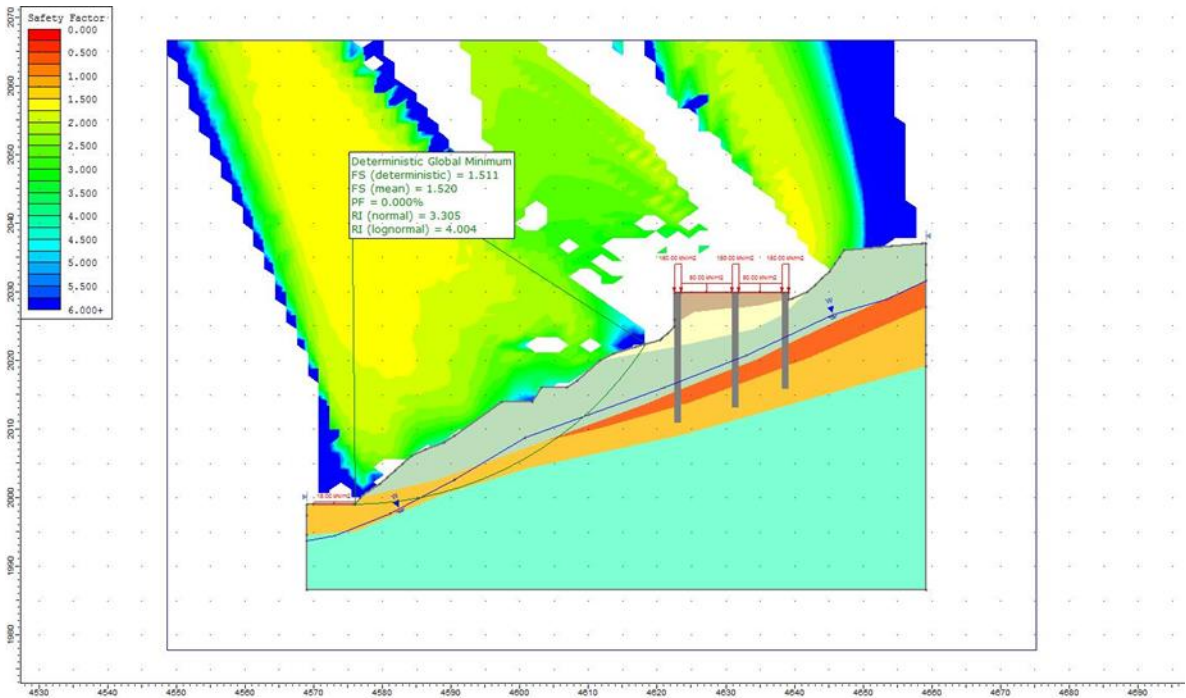


Figura 39. Análisis probabilista en condición estática, con la topografía modificada.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

En la **Figura 40** se observa que en condición pseudoestático, se obtiene un índice de confiabilidad de 3.0, el cual equivale a una probabilidad de falla total del talud es 0.001, la cual dividida por el periodo de retorno del sismo de diseño (475 años) nos da una probabilidad del 2.1×10^{-6} /año, lo cual indica que el talud con esta modificación presenta una amenaza baja tanto en condición estática como pseudoestático. En el **Figura 41** se muestran las dimensiones de las terrazas propuestas.

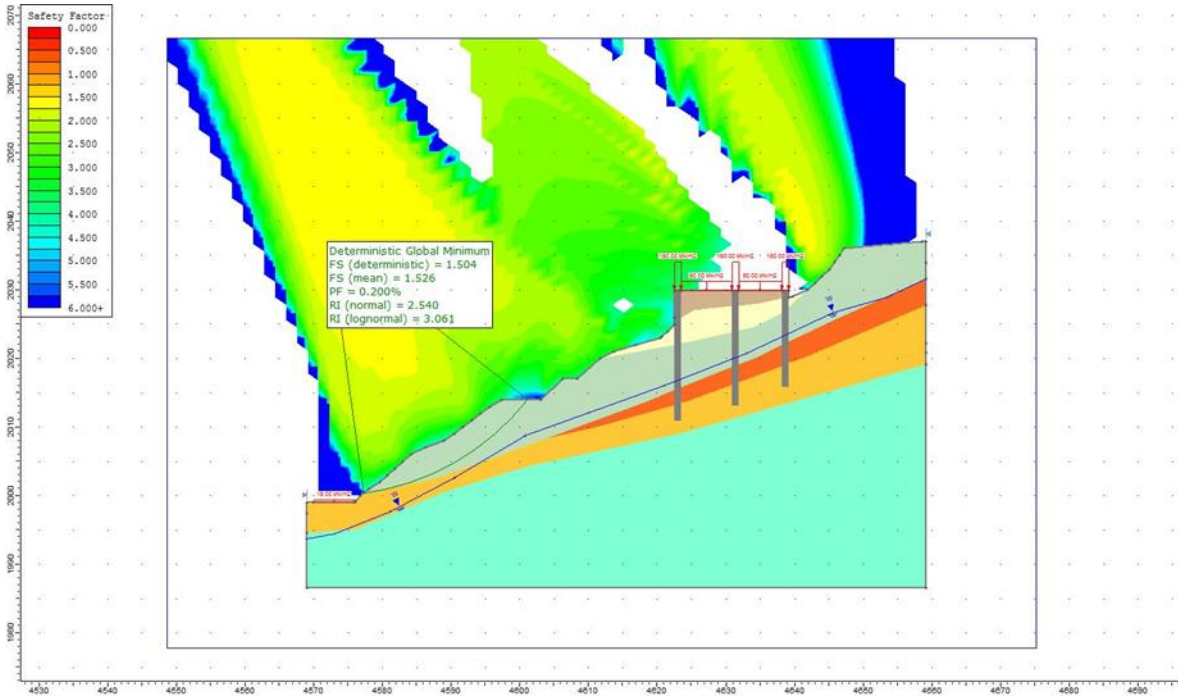


Figura 40. Análisis probabilista en condición pseudoestático con la topografía modificada

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

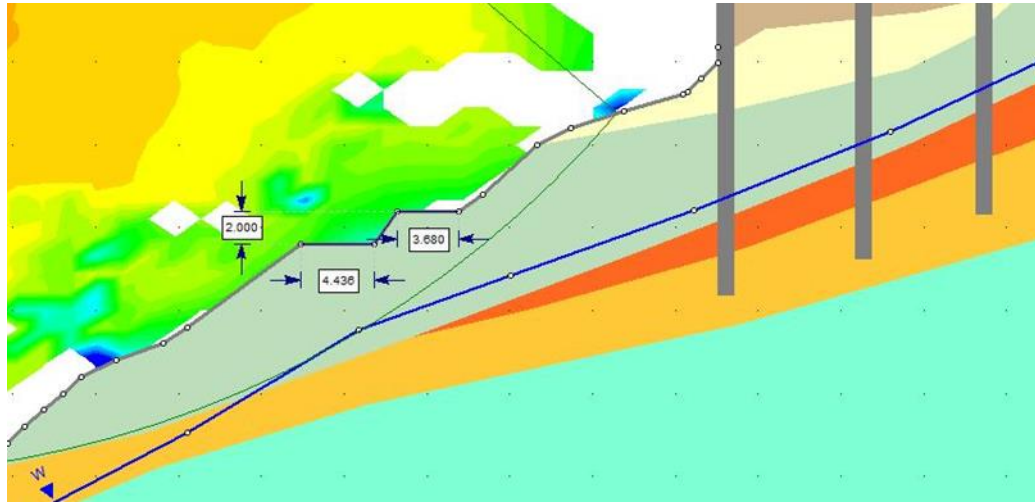


Figura 41. Dimensiones de las terrazas propuestas

8 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD CON IMPLEMENTACIÓN DE UNA CONSTRUCCIÓN FUTURA EN CIMENTACIÓN PROFUNDA Y AUMENTO DEL NIVEL FREÁTICO.

Se realiza el análisis de estabilidad considerando un aumento del nivel freático, el cual puede verse incrementado debido el manejo inadecuado de las agua de escorrentía e infiltración durante periodos intensos de lluvia. En las **Figura 42** y **Figura 43** se muestra el análisis para la condición estática y pseudoestático.

En el análisis estático se obtiene un factor de seguridad para la condición de falla crítica del orden de 1.261, que indica que la estabilidad bajo estas condiciones se ubica en el rango de aceptable a bajo. Para el análisis pseudoestático; considerando las fuerzas de sismo, el factor de seguridad es del orden de 0.949, ubicando la estabilidad en el rango de aceptable a bajo. Las superficies de falla se presentan sobre la parte baja del talud y están condicionadas a la pendiente del terreno y el consecuente aumento del nivel freático.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

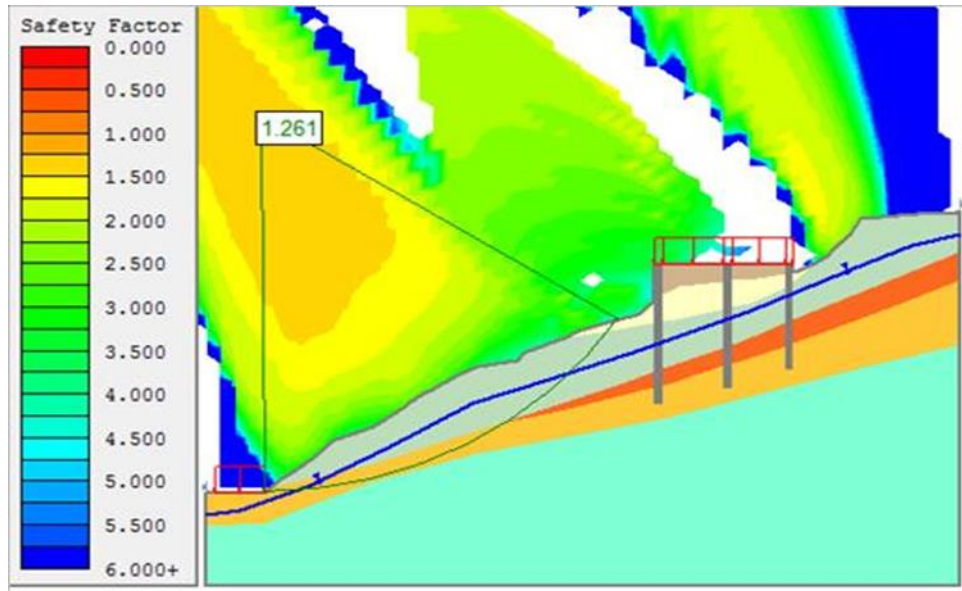


Figura 42. Análisis de estabilidad estático considerando la construcción de la vivienda y un aumento del nivel freático.

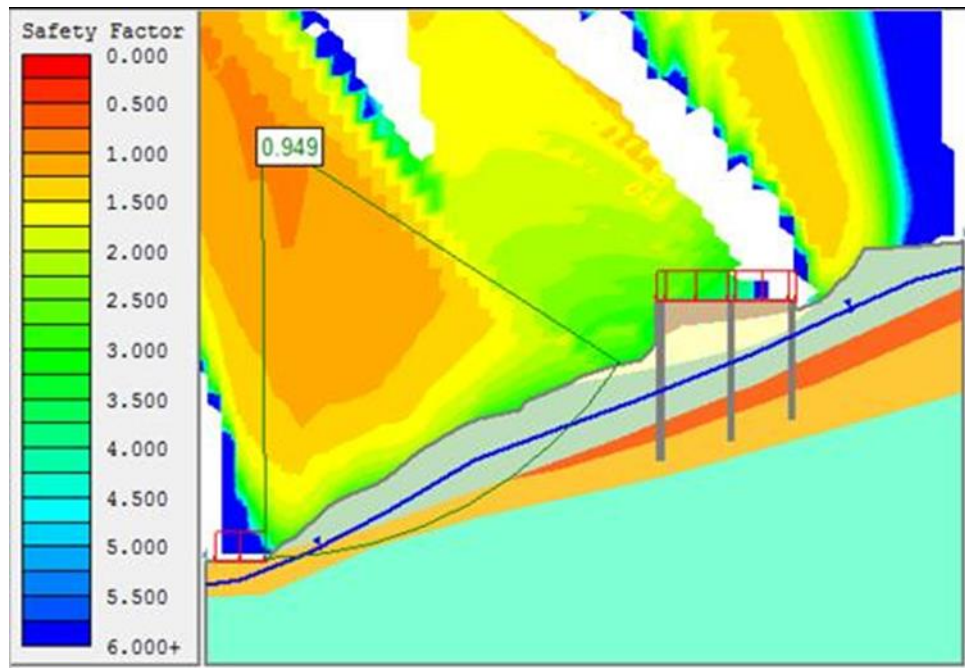


Figura 43. Análisis de estabilidad estático considerando la construcción de la vivienda y un aumento del nivel freático.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

Con los anteriores análisis de estabilidad se muestra la importancia de generar unas obras para el manejo de aguas de escorrentía debidamente conducidas al sistema de alcantarillado más cercano.

Los análisis de estabilidad que se muestran en los gráficos anteriores se realizaron utilizando el método de Bishop simplificado para la obtención de la relación entre la resistencia del material y los esfuerzos solicitantes, sin embargo se efectúa una comparación de los valores del factor de seguridad con los métodos de Morgenstern and Price y Janbu corregido.

Los análisis de estabilidad que se presentaron en los gráficos anteriores, son para ilustrar lo que puede suceder con la estabilidad del lote una vez se construyan las obras en el lote 44 en estudio y arrojan que para la futura intervención de este se hace necesario, realizar una cimentación en pilas de una profundidad mínima de 13.0m, para garantizar la estabilidad actual **y pasar a una condición de amenaza por movimiento en masa en un nivel bajo**, sin embargo la profundidad dada deberá ser corroborada en obra una vez se vaya a urbanizar el lote.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



A manera de conclusión para este capítulo de estabilidad de taludes se presenta:

- EL LOTE 44 DE LA URBANIZACIÓN MIRADOR DE SANTA CATALINA, PRESENTAN EN LA ACTUALIDAD Y DESPUÉS DE HABER IMPLEMENTADO Y CONSTRUIDO EN ÉL, LAS OBRAS DE TERRACEO Y DRENAJE RECOMENDADAS EN EL 2011, UNOS FACTORES DE SEGURIDAD PARA LA CONDICIÓN ESTÁTICA SUPERIORES A 1,3 Y PARA LA CONDICIÓN SEUDOESTÁTICA IGUALES A 1,05, ESTO INDICA QUE EL LOTE EN LA ACTUALIDAD PRESENTAN UNA AMENAZA MEDIA AL DESLIZAMIENTO.
- SE MODELÓ LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA EN EL LOTE, ARROJANDO QUE LOS FACTORES DE SEGURIDAD SERIAN DE 1,5 PARA LA CONDICIÓN ESTÁTICA O SUPERIORES SI SE IMPLEMENTA UN SISTEMA DE CIMENTACIÓN MEDIANTE PILAS, Y SUPERIOR A 1.05 PARA LA CONDICIÓN SEUDOESTÁTICA, RAZÓN POR LA CUAL ES NECESARIO GARANTIZAR QUE LAS OBRAS QUE SE PROYECTEN CUENTEN CON LAS CIMENTACIONES ADECUADAS, DE ESTA MANERA LA AMENAZA AL DESLIZAMIENTO QUE ESTÁ EN MEDIA, PASA A SER AMENAZA AL DESLIZAMIENTO BAJA.

9 AMENAZA VULNERABILIDAD Y RIESGO DEL AREA EN ESTUDIO

Teniendo en cuenta lo contenido en el Decreto No. 1626 de 2015 de la Alcaldía de Medellín en su anexo: “Especificaciones técnicas para los estudios de detalle de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales, con sus respectivas medidas de intervención en el municipio de Medellín”, se presenta a continuación la valoración conceptual de la amenaza, vulnerabilidad y el riesgo que tiene el área en estudio en la actualidad.

De acuerdo con los resultados de los estudios realizados por esta oficina en diferentes años, con ensayos de campo y laboratorio y análisis de manera cuantitativa y con los análisis hasta acá expuestos, se demuestra que el lote 44 presenta factores de seguridad por encima de 1,3, es decir que de acuerdo con el ítem de “Probabilidad de falla” del Decreto 1626 de 2015 el lote 44, presenta un nivel de amenaza medio.

Con lo anterior queda claro que el nivel de amenaza encontrado en los estudios ya efectuados en el terreno es medio ($1.2 < FS < 1.5$), se puede observar que los factores de seguridad obtenidos en este estudio de detalle en la sección modelada en el capítulo anterior de Análisis de estabilidad indican que la amenaza pasa a ser baja, pues se

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

obtienen $FS > 1.5$, considerando las obras de estabilización ya ejecutadas en el lote y la proyección de una vivienda cimentada en un sistema de pilas profundas.

9.1 ZONIFICACION DE LA APTITUD GEOLOGICA

Basados en las directrices y lineamientos para la elaboración de los estudios geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, hidráulicos, hidrogeológicos y geotécnicos para la intervención en zonas de ladera en el valle de Aburrá planteado por el área metropolitana, fue realizada la zonificación de la Unidad de Análisis, la cual establece cuatro tipos de zonas de acuerdo a las características geológicas, geomorfológicas y a la complejidad de los procesos morfodinámicos identificados dentro de este y de la unidad de análisis tal como se indica a continuación:

- Zonas Aptas (ZARB): Corresponden a zonas que presentan alto grado de estabilidad, no se aprecia la ocurrencia de procesos morfodinámicos activos e inactivos tales como socavación de márgenes y movimientos en masa que afecten la estabilidad global del predio de interés y de la unidad asociada; la estabilidad global de estas zonas está condicionada al tipo de intervención que se proyecte y al uso y manejo que se dé a estas y a la unidad asociada.
- Zonas Aptas con Restricciones Moderadas (ZARM): Corresponden a zonas estables dentro del predio de interés; sin embargo, su estabilidad está condicionada por la incidencia directa que presentan procesos morfodinámicos activos tales como socavación de márgenes y movimientos en masa identificados en la unidad asociada; la estabilidad global de estas zonas dependerá del manejo que se dé a los procesos morfodinámicos y al tipo de intervención que se proyecte. Se considera que las obras de estabilización proyectadas son técnica y económicamente viables.
- Zonas Aptas con Restricciones Altas (ZARA): En las cuales se evidencia la ocurrencia de procesos morfodinámicos activos tales como socavación de márgenes y movimientos en masa localizados en el predio de interés y en la unidad asociada; la estabilidad global de estas zonas dependerá del manejo que se dé a los procesos morfodinámicos y al tipo de intervención que se proyecte sobre estas. El estudio debe evaluar la viabilidad técnica y económica de las obras de estabilización proyectadas dentro del lote y la unidad asociada.
- Zonas No Aptas (ZNA): Son aquellas con evidente inestabilidad por la ocurrencia de procesos morfodinámicos activos tales como socavación de márgenes y movimientos en masa dentro del lote de interés y la unidad asociada; el estudio considera que las obras de estabilización proyectadas son técnicamente complejas y de alto costo con respecto a las

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

inversiones proyectadas en la zona o predio de interés. Las zonas con restricciones normativas se considerarán como No Aptas

La zonificación para la unidad de análisis, fue realizada tomando las diferentes características tales como suelos presentes, pendientes, antecedentes de inestabilidad, estructuras y obras construidas para el manejo de la inestabilidad que se ha dado en el lote, resultados de las modelaciones de estabilidad que se han realizado para el lote en estudio .

Como resultado de la interacción cualitativa de las condiciones antes expuestas se tiene que el área en estudio se puede catalogar como ***una zona apta con restricciones moderadas***, la cual se describe a continuación y se presentan en el grafico

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

9.2 ZONAS APTAS CON RESTRICCIONES MODERADAS (ZARM):

Corresponden a zonas que hoy son estables dentro del predio de interés; sin embargo, su estabilidad está condicionada por la presencia de llenos, por la inestabilidad que antes afectó el área y su pendiente. En la actualidad no presenta procesos morfodinámicos activos ni movimientos en masa **Figura 44**.

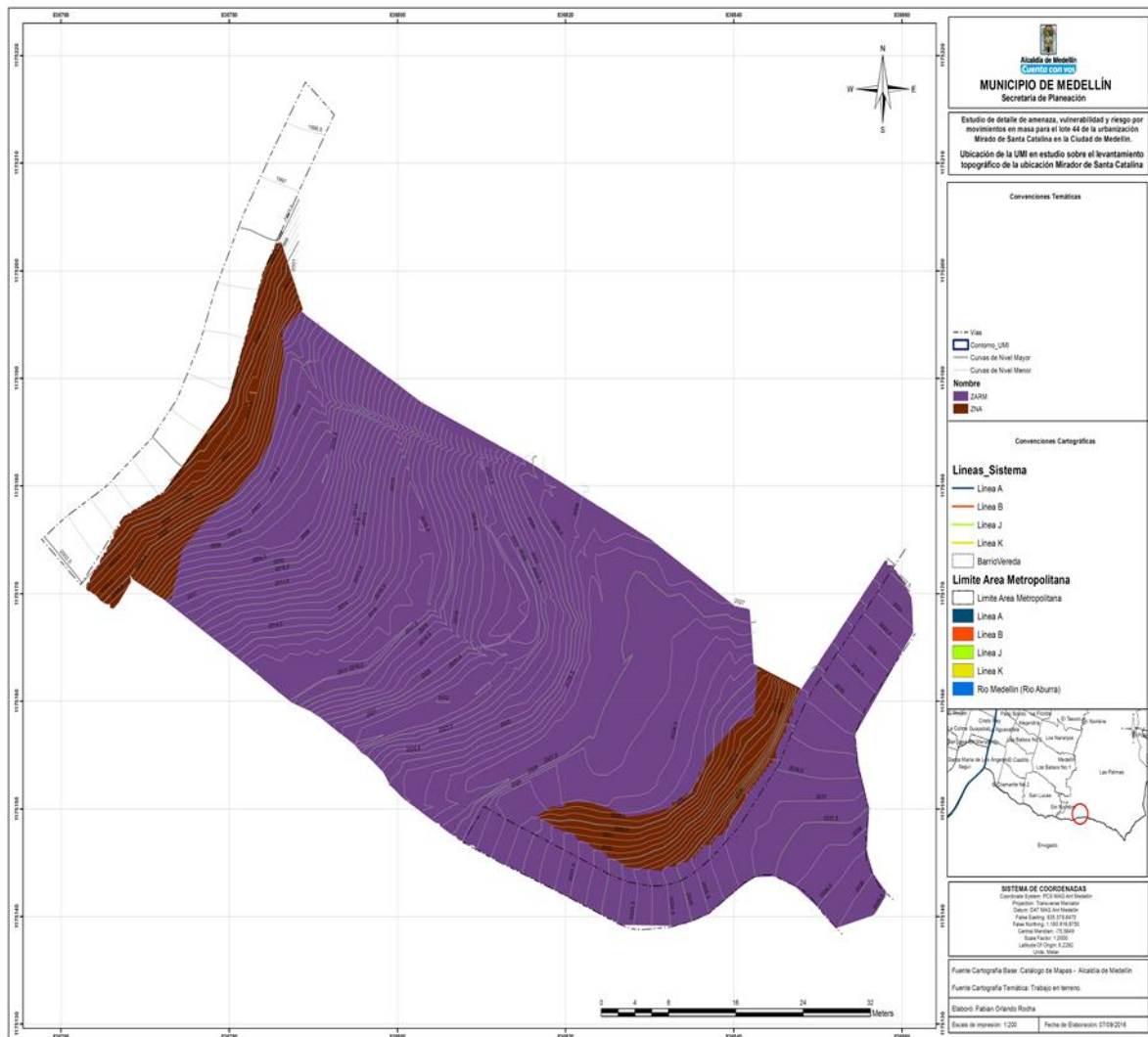


Figura 44. Mapa de zonificación de aptitud geológica.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

**SEÑOR JUAN URREA**

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

La estabilidad global de estas zonas dependerá del manejo que se dé a las intervenciones urbanísticas que en él se proyecten, es así como las estructuras se deben apoyar en cimentaciones profundas, que no generen ningún tipo de sobrecarga al terreno superficialmente. Se debe tener especial cuidado con el manejo de las aguas lluvias al interior de estos predios y por ningún motivo se pueden construir llenos al interior del mismo.

- **ZONAS NO APTAS**

Corresponde especialmente a la zona de retiro a la vía interna de la urbanización y a la carrera 10.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA
ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta los estudios hasta el momento ejecutado, las características del área y el comportamiento que ha presentado el lote 44, desde que se implementaron las obras de estabilización recomendadas en los diferentes estudios, Se presentan las siguientes conclusiones y recomendaciones:

11 CONDICIONES GEOLOGICAS Y GEOMORFOLOGICAS

- En el predio, no se presentan en la actualidad procesos morfodinámicos que puedan afectar el desarrollo del lote o limiten el uso del suelo, para poder adelantar la construcción de viviendas en un futuro.
- La zonificación de aptitud geológica del terreno, depende principalmente de los suelos presentes, las pendientes, los antecedentes de inestabilidad, los resultados de las modelaciones de estabilidad que se han realizado para el lote en estudio con las obras de mitigación ya construidas. Teniendo en cuenta esto, la zona presenta en su mayoría Zonas Aptas con restricciones moderadas.

12 AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA

- El lote en la actualidad se puede catalogar con un nivel de amenaza medio al deslizamiento.
- Si las obras que se construyen en el lote cuentan con cimentaciones adecuadas, de tipo profundo, las estructuras tendrán un nivel de vulnerabilidad bajo y la amenaza del terreno sería baja, ya que se podría complementar la estabilización del lote con un corte en la parte baja del terreno.
- Los lotes se catalogan en la categoría geotécnica 2, de acuerdo con la matriz contenido en el Decreto No. 1626 de 2015 de la Alcaldía de Medellín.
- No se encuentran evidencias para catalogar el lote como de amenaza alta, tal como está hoy catalogado en el POT, por lo cual se debe **recategorizar el lote**, teniendo en cuenta todos los estudios de detalle realizados en el sitio.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACIÓN MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

• FUTURO DESARROLLO DE LOS PREDIOS

El lote 44 de la Urbanización Mirador de Santa Catalina presenta condiciones adecuadas para el desarrollo de proyectos que se ajusten a la normatividad actual (viviendas de hasta tres niveles) y que **tengan en cuenta todos los estudios hasta el momento ejecutados en los predios**, es necesario implementar cimentaciones profundas.

En el **Anexo 3**: Planos se incluye el “Mapa de zonas recomendadas para construcción”.

METODOLOGÍA DEL ANALISIS GEOTECNICO

Los parámetros de resistencia mecánica del suelo necesarios para la realización de los análisis geotécnicos fueron obtenidos de la evaluación y comparación de varias formulaciones matemáticas propuestas por diferentes autores con los resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados sobre las muestras analizadas y los resultados de los ensayos de penetración estándar, tal como se expresó en el numeral suelos presentes.

Para la definición del sistema de fundación de una estructura se necesita inicialmente que la presión que transmitan las fundaciones al terreno para las cargas de servicio estimadas no supere la presión admisible de contacto del suelo, evitando así la ocurrencia de fallas locales y generales por cizalladura y que la presión de contacto establecida sea tal que no se presenten asentamientos diferenciales que generen esfuerzos adicionales en los elementos estructurales, para evitar fenómenos de redistribución de cargas y agrietamientos que puedan afectar la estructura.

El modelo fundamental aplicado para los análisis de capacidad última y admisible de soporte del suelo estuvo referido a la idea original de las zonas activas y pasivas de Rankine que se forman bajo las fundaciones para los estados de equilibrio plástico del suelo, de acuerdo con la solución de la espiral logarítmica de Terzaghi.

OBRAS DE MANEJO DE AGUAS

- Con el fin de preservar la estabilidad en la zona y garantizar un adecuado manejo de las aguas de escorrentía, se recomienda que las obras de manejo de aguas que ya existen, tengan un mantenimiento preventivo rutinario enfocado a garantizar que estas funcionen en condiciones óptimas.
- Cualquier tipo de fallo o daño en las obras de drenaje se debe reparar de manera inmediata.
- De igual manera todas las cunetas que existan, debe tener un descole adecuado.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

**SEÑOR JUAN URREA**

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACIÓN MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

- Cuando se construya la vivienda en el lote 44, se deben recoger todas las aguas lluvias que se puedan concentrar por los techos de la vivienda o pisos duros, para lo cual se recomienda la utilización de canoas y bajantes en techos y la construcción de cañuelas en pisos exteriores.

REVEGETALIZACIÓN

Si bien en la actualidad toda la zona cuenta con una protección vegetal adecuada, cuando se lleve a cabo el desarrollo de la vivienda de suma importancia proteger la cara de cualquier talud en corte que se genere durante el proceso de intervención, para lo cual se recomienda implementar cualquiera de los siguientes cubrimientos con vegetación, la decisión de cual utilizar dependerá de los costos que se tenga para cada una:

Bloques de césped: los bloques de césped deberán ser de forma rectangular y dimensiones regulares. Estos bloques deberán tener las raíces del pasto sanas y adheridas a la capa de materia orgánica.

Para la colocación de este tipo de cubrimiento vegetal, se extenderán los bloques de césped haciéndolos casar en la mejor forma posible, evitando traslapos y vacíos y buscando que los extremos del área empradizada empalmen armónicamente con el terreno natural adyacente. En las uniones de los bloques, se colocará tierra orgánica. Una vez plantada la superficie, se deberá regar de manera abundante y en lo sucesivo diariamente y se apisonará con frecuencia con un cilindro manual, con el fin de emparejarla y detectar las irregularidades, la cuales deberán ser corregidas.

Empradización con Vetiver: Este pasto presenta alta resistencia y adaptabilidad. Su sistema radicular es fuerte y fibroso el cual penetra y fija el suelo hasta una profundidad de tres metros y más. Se recomienda emplear buenos materiales de siembra con retoños maduros y en pleno crecimiento. El intervalo vertical puede variar entre 0.75m a 1.2m y el espaciamiento entre surcos debe ser de 15cm. Este tipo de pasto deberá sembrarse en filas, cavando zanjas de 15cm de ancho por 23cm de profundidad.

Se recomienda sembrar el Vetiver sobre suelo húmedo y considerar la utilización de algún tipo de fertilizante al momento de su siembra o para su mantenimiento posterior. Durante el primer mes de mantenimiento de las plantas deberán reemplazarse todas las fallas y deslaves.

En caso de que ningunas de las alternativas anteriores funcione en el sitio, se recomienda colocar sobre la cara de los taludes un manto de control de erosión permanente, el cual se aplica donde la vegetación no es suficiente para resistir las condiciones de flujo y no provee la protección suficiente para la erosión a largo plazo. El producto que se emplea en estos casos

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018

**SEÑOR JUAN URREA**

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACIÓN MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

tiene las propiedades necesarias para reforzar la vegetación bajo las condiciones del sitio a largo plazo.

La matriz del manto permanente TRM500 Pavco, está conformada por fibras 100% estabilizadas de polipropileno, colocadas dentro de dos mallas biorientadas estabilizadas contra rayos UV. Su espesor es homogéneo en toda el área del manto, lo que permite un establecimiento rápido de la vegetación. Cada componente del manto es estabilizado contra la degradación ultravioleta y resistente a químicos normalmente encontrados en el suelo.

En caso de que ningunas de las alternativas anteriores funcione en el sitio, se recomienda colocar sobre la cara de los taludes un manto de control de erosión permanente, el cual se aplica donde la vegetación no es suficiente para resistir las condiciones de flujo y no provee la protección suficiente para la erosión a largo plazo. El producto que se emplea en estos casos tiene las propiedades necesarias para reforzar la vegetación bajo las condiciones del sitio a largo plazo.

La matriz del manto permanente TRM500 Pavco, está conformada por fibras 100% estabilizadas de polipropileno, colocadas dentro de dos mallas biorientadas estabilizadas contra rayos UV. Su espesor es homogéneo en toda el área del manto, lo que permite un establecimiento rápido de la vegetación. Cada componente del manto es estabilizado contra la degradación ultravioleta y resistente a químicos normalmente encontrados en el suelo.

INCIDENCIA DE LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO

De acuerdo con los resultados hasta acá expuestos, consideramos que si las intervenciones que se hagan en el lote 44 siguen estrictamente los lineamientos de sistema de cimentación y profundidad de desplante que arrojados, no existe una incidencia negativa para los terrenos colindantes con la construcción del proyecto.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

13 LIMITACIONES

Las conclusiones y recomendaciones consignadas en el presente informe se basan en los resultados de las investigaciones de campo y laboratorio que se describen en los capítulos respectivos y en la experiencia de los profesionales que participaron en el estudio.

Las investigaciones programadas, así como los alcances y conclusiones consignadas en el presente informe, se ajustan solo a las características del lote en mención y al posible proyecto que en este se puede construir. Si en estudios o etapas posteriores se encuentran en la zona condiciones del subsuelo diferentes a las descritas como típicas en este informe, o se presentan variaciones en las condiciones de estabilidad del lote, se debe dar aviso oportuno a esta oficina para complementar las conclusiones y recomendaciones consignadas en el presente informe.

Quedamos atentos a resolver cualquier inquietud con respecto al presente informe.

CLAUDIA MARCELA NARANJO L.

Geóloga MP 1440

Envigado, Agosto de 2021

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

ANEXO 1 ESTUDIOS PREVIOS

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA MANEJO DE INESTABILIDAD EN LOS LOTES 42, 43 Y 44 DE LA PARCELACIÓN MIRADOR DE SANTA CATALINA.
SUELO&AMBIENTE. AÑO 2011.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

INFORME DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA AMPLIACIÓN DE LA CARRERA 10 ENTRE LAS ABSCISAS 0+725 A 0+830, TALUD EXTERIOR DE LA PARCELACIÓN MIRADOR DE SANTA CATALINA SUELO&AMBIENTE. AÑO 2012.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA CARRERA 10 EN EL TRAMO CORRESPONDIENTE A LA TOTALIDAD DEL TALUD EXTERIOR DE LA PARCELACIÓN MIRADOR DE SANTA CATALINA. SUELO&AMBIENTE. AÑO 2013.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

ANEXO 2 CONTROL TOPOGRÁFICO

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

ANEXO 3 PLANOS

Mapa de Ubicación de perforaciones

Mapa de formaciones superficiales

Mapa de unidades geomorfológicas

Mapa de pendientes

Mapa de zonificación de la aptitud geológica

Mapa amenaza movimientos en masa

Mapa de zonas recomendadas para construcción

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018



SEÑOR JUAN URREA

ESTUDIO DE DETALLE DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL LOTE 44 DE LA URBANIZACION MIRADOR DE SANTA CATALINA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN.

ANEXO 4. ESTADO ACTUAL DE LAS INTERVENCIONES REALIZADAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE ESTABILIDAD DEL LOTE 44 DE MIRADOR DE SANTA CATALINA.

	Carrera 42B No. 46 SUR 11 Envigado - Antioquia Tel 448 40 23 Celular 310 505 42 64 E-mail: info@sueloyambiente.com.co	Archivo
		Varios 2018