

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**ANÁLISIS DE AMENAZAS
HIDROGEOMORFOLÓGICAS PRESENTES EN LA
PARROQUIA: ANTÍMANO, MAMERA, MUNICIPIO
LIBERTADOR, CARACAS, VENEZUELA**

**Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Bachiller Diego Castillo
Para optar por el Título de
Ingeniero Geólogo**

Tutor Académico: Prof. Liliana Urbina

Cotutor Académico: Prof. Enrique Toribio

Caracas, mayo 2024

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**ANÁLISIS DE AMENAZAS
HIDROGEOMORFOLÓGICAS PRESENTES EN LA
PARROQUIA: ANTÍMANO, MAMERA, MUNICIPIO
LIBERTADOR, CARACAS, VENEZUELA**

**Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Bachiller Diego Castillo
Para optar por el Título de
Ingeniero Geólogo**

Tutor Académico: Prof. Liliana Urbina

Cotutor Académico: Prof. Enrique Toribio

Caracas, mayo 2024

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen María que siempre me acompañan en cada paso de mi vida.

A mi familia, principalmente a mis padres, mi hermana, que han sido mi motor para nunca rendirme y seguir adelante.

Este T.E.G. me lo dedico a mí, por superar muchas adversidades y nunca rendirme, en cumplir mis sueños y metas.

"Nuestra grandeza no está en no caer nunca, sino en levantarse cada vez que nos caemos"

Ralph Waldo Emerson

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por siempre guiarme en este camino y la Virgen María por nunca abandonarme.

A mis padres Héctor y Mireya, por ser un ejemplo a seguir y siempre acompañarme, nunca dudar de mí y estar conmigo en las buenas y las malas.

Mi hermana Dayana por ser una gran hermana, apoyarme y estar allí en todo momento.

En mis compañeros de la universidad, Samuel, Francisco, Paola, Geilin, Andreina, Jesús, en todos estos años estudiando, donde se forjó una amistad incondicional, donde nos apoyamos a cada paso y llegar a la meta de graduarnos.

En mi equipo del trabajo del Intu especialmente en Valeria, Héctor y Gabriel que me animaron en seguir con mis estudios y formar un gran equipo.

Diego A. Castillo S.

**ANÁLISIS DE AMENAZAS HIDROGEOMORFOLÓGICAS PRESENTES EN
LA PARROQUIA: ANTÍMANO, MAMERA, MUNICIPIO LIBERTADOR,
CARACAS, VENEZUELA**

Tutor Académico: Prof. Liliana Urbina.

Cotutor Académico: Prof. Enrique Toribio

**T.E.G. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología,
Minas y Geofísica. Departamento de Geología. 2024, 120 páginas.**

Palabras claves: Riesgo, Amenaza, Vulnerabilidad, Susceptibilidad, Antímano, Mamera, Hidrogeomorfológicas, Movimientos de masa, Gestión de Riesgo.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es analizar las amenazas hidrogeomorfológicas de la parroquia Antímano, Mamera, del municipio Libertador en Caracas, que servirá como una serie de propuestas para mitigar la susceptibilidad de dicha parroquia en relación a las amenazas hidrogeomorfológicas.

El área estudiada se encuentra en la Cordillera de la Costa al Sur de la misma, donde las coordenadas de estudio van desde los Este: 717.000 a 722.000 y Norte: 1.155.000 a 1.160.000, Huso:19, con un área de 25 km². Para llevar a cabo el trabajo se ejecutó una investigación previa de antecedentes en la zona, en materia de geología ambiental, a su vez se localizaron los mapas bases y las fotografías aéreas, posteriormente se realizó una etapa de campo donde se visitaron las comunidades presentes en la misma, aplicando encuestas y a su vez, visitando la Cantera Distrito Capital S.A, para culminar en una etapa de oficina donde se realizaron los diferentes mapas: geológico-estructural, movimiento de masa, hidrografía, pendiente, elevación y vegetación. En consecuencia, se analizaron las diferentes amenazas hidrogeomorfológicas y se integraron diferentes factores para realizar los mapas de susceptibilidad hidrográfica, litológica, de vegetación y geomorfológico-estructural.

Para culminar con el mapa final de susceptibilidad por amenazas hidrogeomorfológicas donde se determina en toda el área cual es el rango de mayor porcentaje en relación a su alta o baja susceptibilidad, presentando las propuestas prospectivas, correctivas y reactivas, para la mitigación del riesgo

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
1.1 Planteamiento del Problema	3
1.2 Antecedentes	3
1.3 Preguntas de Investigación	6
1.4 Objetivo general	7
1.5 Objetivos específicos	7
1.6 Delimitación y Alcance	7
1.7 Ubicación de la Zona de Estudio	8
1.8 Descripción Físico-natural de la zona	9
CAPITULO II	11
MARCO TEÓRICO	11
II.1.1 Conceptos Generales	11
II.1.1.1 Exposición	11
II.1.1.2 Resiliencia	11
II.1.1.3 Riesgo	12
II.1.1.4 Peligrosidad	12
II.1.1.5 Susceptibilidad	12
II.1.1.6 Vulnerabilidad	12
II.1.1.7 Periodo de retorno	13
II.1.2 Conceptos de geomorfología	13
II.1.2.1 Caída (<i>Fall</i>)	14
II.1.2.2 Volcamiento (<i>Toppling</i>)	15
II.1.2.3 Deslizamientos (<i>Slide</i>)	15
II.1.2.4 Propagación lateral (<i>Lateral Spread</i>)	16
II.1.2.5 Flujos (<i>Flow</i>)	16
II.1.2.6 Reptación	17
II.1.2.7 Deformaciones gravitacionales profundas	17
II.1.3 Conceptos Sísmicos	18
II.1.3.1 Terremoto	18
II.1.3.2 Licuación	18

II.1.4 Conceptos de minería _____	19
II.1.4.1 Cantera _____	19
II.1.4.2 Fosa abierta (<i>Open Pit</i>) _____	19
II.1.4.3 Banco _____	20
II.1.4.4 Operaciones básicas en minería _____	20
II.1.5 Conceptos Climatológicos _____	21
II.1.5.1 Fenómeno de El Niño _____	22
II.1.5.2 Fenómeno de La Niña _____	22
II.2 Marco Legal _____	23
II.2.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela _____	23
II.2.2 Ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos _____	24
II.2.3 Ley Orgánica del Ambiente _____	26
II.2.4 Ley Penal del Ambiente _____	26
II.3 Geología Regional y Estructural _____	26
II.3.1 Cordillera de la Costa _____	26
II.4 Geología Local _____	35
II.4.1 Marco Geológico _____	36
II.4.2 Secuencia y descripción litológica _____	37
II.4.3 Geología Estructural _____	39
CAPITULO III _____	42
MARCO METODOLÓGICO _____	42
III.1.1 Proceso Cualitativo _____	42
III.1.2 Proceso Cuantitativo _____	42
III.1.3 Utilización del proceso cualitativo y cuantitativo en el T.E.G. _____	43
III.1.4 Etapas de la metodología _____	43
III.1.4.1 Etapa de recopilación de información _____	44
III.1.4.2. Etapa de Campo _____	45
III.1.4.3. Etapa de Oficina _____	47
CAPÍTULO IV _____	51
RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS _____	51
IV.1 Generalidades _____	51
IV.2. Mapas _____	52
IV.2.1. Mapa de Movimientos de Masa. _____	52

IV.2.2. Mapa de Vegetación _____	54
IV.2.3. Mapa Hidrográfico _____	56
IV.2.4. Mapa Geológico-Estructural. _____	58
IV.2.5. Mapa de Elevaciones _____	60
IV.2.6. Mapa de Pendientes _____	62
IV.3. Zonas de susceptibilidad _____	63
IV.3.1. Mapa de Susceptibilidad Hidrográfico _____	64
IV.3.2. Mapa de Susceptibilidad Geomorfológico Estructural _____	65
IV.3.3. Mapa de susceptibilidad litológica _____	66
IV.3.4. Mapa de Susceptibilidad por Vegetación _____	67
IV.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS (ENCUESTAS) _	68
CAPÍTULO V _____	75
V.1. Presentación de la Propuesta _____	75
V.2. Análisis Multiamenazas _____	75
V.3. Reconocimiento general de la Vulnerabilidad _____	77
V.4. Evaluación del Riesgo Local _____	78
V.5. Presentación del Mapa de Susceptibilidad _____	80
V.6. Análisis e Interpretación del Mapa de Susceptibilidad _____	84
V.7. Estrategias prospectivas, correctivas y reactivas _____	86
V.7.1. Estrategias Prospectivas _____	87
V.7.2. Estrategias correctivas _____	88
V.7. Factibilidad técnica, social y económica _____	90
V.8. Gestión de Riesgo Local _____	96
CAPÍTULO VI _____	100
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES _____	100
VI.1. Conclusiones _____	100
VI.2. Recomendaciones _____	101
BIBLIOGRAFÍA _____	102

Tabla De Figuras

FIGURA 1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO. (GOOGLE EARTH.2024).	9
FIGURA 2. ESQUEMA DE LA CAÍDA DE ROCAS. TOMADO DEL PROYECTO MULTINACIONAL ANDINO: GEOCIENCIA PARA LAS COMUNIDADES ANDINAS (2007).	15
FIGURA 3. ESQUEMA DEL VUELCO EN BLOQUES. TOMADO DEL PROYECTO MULTINACIONAL ANDINO: GEOCIENCIA PARA LAS COMUNIDADES ANDINAS (2007)	15
FIGURA 4. ESQUEMA DE UN DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL. TOMADO DEL PROYECTO MULTINACIONAL ANDINO: GEOCIENCIA PARA LAS COMUNIDADES ANDINAS (2007)	16
FIGURA 5. ESQUEMA DE EXPANSIONES LATERALES. TOMADO DEL PROYECTO MULTINACIONAL ANDINO: GEOCIENCIA PARA LAS COMUNIDADES ANDINAS (2007)	16
FIGURA 6. ESQUEMA DE FLUJOS CANALIZADOS Y NO CANALIZADOS. TOMADO DEL PROYECTO MULTINACIONAL ANDINO: GEOCIENCIA PARA LAS COMUNIDADES ANDINAS (2007)	17
FIGURA 7. REPTACIÓN. TOMADO DEL PROYECTO MULTINACIONAL ANDINO: GEOCIENCIA PARA LAS COMUNIDADES ANDINAS (2007)	17
FIGURA 8. ESQUEMA DE DEFORMACIONES GRAVITACIONALES PROFUNDAS. TOMADO DEL PROYECTO MULTINACIONAL ANDINO: GEOCIENCIA PARA LAS COMUNIDADES ANDINAS (2007)	18
FIGURA 9. LICUACIÓN DERIVADA DE UN TERREMOTO. PROYECTO MULTINACIONAL ANDINO: GEOCIENCIA PARA LAS COMUNIDADES ANDINAS (2009).	19
FIGURA 10. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA DE BANCOS. TOMADO DE METODOLOGÍA DE PLANIFICACIÓN MINERA A CORTO PLAZO Y DISEÑO MINERO A MEDIANO PLAZO EN LA CANTERA PIFO. (RECALDE, 2009)	20

FIGURA 11. FASES DEL CICLO MINERO. TOMADO DE (PORTAL MINERO, 2006).	21
FIGURA 12. FENÓMENO DEL NIÑO Y LA NIÑA. TOMADO DEL MUSEO DE CIENCIAS DE PUERTO RICO (2024)	23
FIGURA 13. DISTRIBUCIÓN DE LAS TRES FAJAS METAMÓRFICAS: COSTERA, ÁVILA Y CARACAS POR URBANI & OSTOS (1989). TOMADO DE LA GUÍA DE EXCURSIÓN URBANI (2002)	29
FIGURA 14. SUBDIVISIÓN GEOGRÁFICA DE VENEZUELA NORCENTRAL. 1: FALCÓN 2: SERRANÍAS DE BOBARE Y AROA 3: ESTRIBACIONES NORORIENTALES DE LOS ANDES DE MÉRIDA CON ROCAS DE DOMINIO TECTÓNICO CARIBE 4: CERROS DE YUMARE 5: SERRANÍA DEL LITORAL 6: SERRANÍA DEL INTERIOR 7: BARLOVENTO. TOMADO DE URBANI (2018).	29
FIGURA 15. UBICACIÓN REGIONAL. TOMADO DE: PLAN DE EXPLOTACIÓN, CANTERAS DEL DISTRITO CAPITAL (2019).	36
FIGURA 16. SECUENCIA LITOLÓGICA QUE AFLORA ENTRE EL TOPE DE MINA 1 AL OESTE, VISTA AL NORTE. FUENTE: CANTERAS DEL DISTRITO CAPITAL S.A. (2000)	37
FIGURA 17. AFLORAMIENTO DE MÁRMOL AL NOROESTE DE LA MINA 1. FUENTE: CANTERAS DEL DISTRITO CAPITAL S.A. (2019).	38
FIGURA 18. DEPÓSITO DE ALUVIÓN GRANULAR-ARCILLOSO. (COTAS 1060-1090 AL OESTE DE LA MINA). FUENTE: CANTERAS DEL DISTRITO CAPITAL S.A. (2019).	39
FIGURA 19. ESPEJO DE FALLA EN ESQUISTO MICÁCEO. FUENTE: CANTERAS DEL DISTRITO CAPITAL S.A. (2019).	39
FIGURA 20. SISTEMA DE DIACLASAS. FUENTE: CANTERAS DEL DISTRITO CAPITAL S.A. (2019).	40
FIGURA 21. ETAPAS DE LA METODOLOGÍA.	44
FIGURA 22. VISITA A LA CANTERA DISTRITO CAPITAL. S.A.	46

FIGURA 23. MEDICIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LOS PLEGAMIENTOS.	46
FIGURA 24. ESQUEMA DE ELABORACIÓN DE LOS MAPAS.	48
FIGURA 25. ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA PARA LA REALIZACIÓN DE LOS MAPAS DE SUSCEPTIBILIDAD, PELIGROSIDAD Y RIESGO (GONZÁLEZ, FERRER, OTOÑO & OTERO, 2004).	49
FIGURA 26. DIVISIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.	52
FIGURA 27. MAPA DE MOVIMIENTOS DE MASA.	53
FIGURA 28. MAPA DE VEGETACIÓN.	55
FIGURA 29. MAPA DE HIDROGRAFÍA.	57
FIGURA 30. MAPA GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL.	59
FIGURA 31. MAPA DE ELEVACIONES.	61
FIGURA 32. MAPA DE PENDIENTES.	62
FIGURA 33. MAPA SUSCEPTIBILIDAD HIDROGRÁFICO	65
FIGURA 34. MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD GEOMORFOLÓGICO-ESTRUCTURAL.	66
FIGURA 35. MAPA SUSCEPTIBILIDAD LITOLÓGICO.	67
FIGURA 36. MAPA SUSCEPTIBILIDAD VEGETACIÓN.	68
FIGURA 33. MODELO DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS (ENCUESTAS)	69
FIGURA 37. MODELO DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS (ENCUESTAS)	69
FIGURA 38. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS.	70

FIGURA 39. GRÁFICA DEL TIEMPO DE CONVIVENCIA EN LA COMUNIDAD.	70
FIGURA 40. GRÁFICA DE EDADES DE LAS PERSONAS ENCUESTADAS.	71
FIGURA 41. GRÁFICA QUE REPRESENTA EL NIVEL DE EDUCACIÓN DE LA COMUNIDAD.	71
FIGURA 42. GRÁFICA QUE REFLEJA EL CONOCIMIENTO QUE TIENE LA COMUNIDAD, SOBRE AMENAZAS.	72
FIGURA 43. GRÁFICA DE TIPOS DE AMENAZAS.	73
FIGURA 44. GRÁFICA SOBRE EL CONOCIMIENTO DE MAPAS DE AMENAZAS NATURALES.	73
FIGURA 45. GRÁFICA QUE REFLEJA SI A LA POBLACIÓN LE GUSTARÍA CONTAR CON MÁS INFORMACIÓN SOBRE AMENAZAS NATURALES.	74
FIGURA 46. MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD HIDROGEOMORFOLÓGICA.	83
FIGURA 48. MAPA: ÁREA PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO LOCAL.	_ 97

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. TIPOS DE MOVIMIENTO DE MASA. TOMADO DEL PROYECTO MULTINACIONAL ANDINO: GEOCIENCIA PARA LAS COMUNIDADES ANDINAS (2007). _____ 14

TABLA 2. CARACTERÍSTICAS DE LOS TERRENOS DE LA SERRANÍA LITORAL Y REGIÓN SUROCCIDENTAL DE LA CORDILLERA DE LA COSTA (URBANI, 2018). _____ 28

TABLA 3. CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA. ATLAS DE LA CORDILLERA DE LA COSTA. (URBANI & RODRÍGUEZ, 2004). _____ 45

INTRODUCCIÓN

La Geología ambiental se enfoca en la relación que existe entre los riesgos geológicos y la planificación del uso del terreno, con la finalidad de darle un manejo más apropiado a los espacios geográficos, preservando el ambiente. En las grandes ciudades, como es el caso particular de la ciudad de Caracas, existen riesgos asociados a la exposición que presenta la población, frente a la activación de fenómenos naturales que pueden constituirse en amenazas, sin embargo, en la gran mayoría de los casos, estos riesgos son el resultado de la espontaneidad en el crecimiento demográfico, donde las ciudades crecen y crecen sin una base sólida en materia de planificación y uso del terreno. En la parroquia de Antímano, la concentración demográfica responde también a esa idiosincrasia social de crecimiento espontáneo, donde algunos de los riesgos presentes en la zona, se asocian a fenómenos naturales, pero la gran mayoría son de origen antrópico.

Por su parte, la minería ha sido considerada por años como una de las actividades industriales de mayor impacto ambiental y al mismo tiempo como una fuente de empleos, de riquezas económicas y tecnológicas que permiten el desarrollo de los países. Cuando se habla de minería en general, inmediatamente se piensa en la afectación que se puede generar desde el punto de vista geográfico, se piensa en fuertes modificaciones del paisajismo, en la contaminación de ríos, de suelos y en peligros de todo tipo. En la parroquia de Antímano se realizan actividades mineras, específicamente asociadas a la explotación de canteras, con el desarrollo de operaciones que requieren estudios detallados de impacto ambiental, con propuestas puntuales para la atención de los riesgos locales que se puedan presentar en el sector.

En este sentido es importante destacar, que no todos estos riesgos dependen en sí de la minería, ciertamente, la sociedad en general, tiende a responsabilizar a este tipo de operaciones, por los daños, las pérdidas y por algunos eventos naturales o tecnológicos que se presenten en zonas mineras, pero en muchas ocasiones estos riesgos dependen en sí de otros tipos de procesos como son los hidrogeomorfológicos, pero sobre todo a la falta de atención que se le da a la geología ambiental.

Entre estos eventos naturales de riesgos, que pueden afectar a la población expuesta y vulnerable ante los mismos, están los derrumbes, los deslizamientos, la caída de material rocoso, en fin, la ocurrencia de peligrosidades de origen geomorfológico, como son los movimientos de masa; además de otras amenazas, como la sísmica, en consecuencia, se deben preparar planes de emergencia acorde a la realidad geológica ambiental de la zona. Esta investigación pretende presentar una propuesta que sirva de base

para la elaboración de estos planes de emergencia y de la gestión del riesgo local, a partir del análisis de las amenazas hidrogeomorfológicas presentes en la parroquia de Antímamo, Mamera, municipio libertador, Caracas, Venezuela.

Para cumplir con la idea planteada en los supuestos anteriores, este Trabajo Especial de Grado, se presenta en 6 capítulos: (i) un primer capítulo dedicado al planteamiento del problema,, (ii) el capítulo II el cual incluye el marco teórico, el marco legal y la geología de la zona en estudio, (iii) el capítulo III donde se presenta el marco metodológico, (iv) un cuarto capítulo dedicado a los resultados y al análisis de resultados, (v) el capítulo V que corresponde con la propuesta en materia de gestión de riesgo local y (vi) el último capítulo con las conclusiones y las recomendaciones generadas a partir de esta investigación. En este sentido, con base en los principios básicos de geología ambiental, la investigación se enfoca en una metodología mixta, la cual abarca datos cualitativos y cuantitativos que permiten la recolección de información, además de las etapas de campo, y de oficina.

Capítulo I

1.1 Planteamiento del Problema

Actualmente la geología ambiental, vista desde la gestión de riesgos socionaturales y tecnológicos, se está convirtiendo en uno de los principales pilares en los planes de la nación, vinculada al ordenamiento territorial, previsto en materia legal como el vértice que continúa a la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. El motivo principal de este auge que ha experimentado la geología ambiental, incluso a nivel internacional, es la importancia que se le está dando a todos los fenómenos naturales, convertidos en amenazas o peligrosidades que afectan el óptimo desarrollo de las sociedades.

En estos escenarios, las amenazas pueden ser de origen natural o antrópicas, afectando significativamente a las comunidades. En el transcurso de la historia, en la zona en estudio, se han presentado riesgos geológicos asociados a la litología y a la susceptibilidad a la erosión de las laderas, generando inestabilidad en los taludes (Blanco & Colmenares, 2007). En tal sentido, entre las amenazas que pueden estar presentes en el área de estudio, la sísmica es evidente, en consideración a su ubicación en Caracas, como espacio geográfico de alta peligrosidad por la ocurrencia de terremotos. Entre otras amenazas de origen socio ambiental, se pueden mencionar las hidrogeomorfológicas y las generadas por contaminación. En la parroquia de Antímano, la población ubicada en Mamera se encuentra expuesta ante algunas de las amenazas mencionadas en párrafos anteriores, es por ello, que se hace pertinente su análisis y en especial, la elaboración de mapas de susceptibilidad y la presentación de propuestas que faciliten la gestión del riesgo local de esta zona.

1.2 Antecedentes

La presentación de los antecedentes para esta investigación, será dividida con base en tres enfoques, (i) el primero referente a otras investigaciones que muestran ciertas similitudes a la idea planteada en este documento, (ii) el segundo basado en eventos de riesgos que han ocurrido como emergencias o desastres asociados a actividades mineras, en consideración a la explotación de canteras en la parroquia de Antímano y (iii) un tercer enfoque con antecedentes de gestión de riesgos en general, que no necesariamente están relacionados a la minería, pero presentan propuestas que permiten seguir un esquema de atención a amenazas y vulnerabilidades de la zona en estudio.

En consideración a ideas similares como propuestas para esta investigación, destaca (i) Figueredo & Pinto (2016), en vista de que los autores de este

documento, elaboraron un plan de manejo ambiental para mitigar los impactos generados por la explotación minera en la localidad colombiana de Nechí. La propuesta muestra medidas y acciones correctivas que sirvieron para prevenir, mitigar y corregir los efectos negativos asociados a las actividades mineras y su impacto socio-ambiental, demostrando que es posible y necesario gestionar los riesgos locales asociados a este tipo de operaciones industriales.

También es relevante mencionar a (i) Castillo (2017), en este caso, el investigador se enfoca específicamente en el transporte de sedimentos en suspensión hídrica, aplicado a 14 minas a cielo abierto ubicadas en 6 estados de Venezuela, con una discusión detallada de los factores que intervienen en la dinámica erosión-sedimentación, basados en la energía de rompimiento de fuerzas de enlace en los suelos, en cálculos de volúmenes de sedimentos en suspensión hídrica, estableciendo propuestas de diseño de minas, con recomendaciones para estabilidad de taludes, obras de conducción, y elementos de retención y contención de sólidos transportados, para reducir los riesgos asociados a los procesos erosivos, la consecuente formación de surcos y cárcavas e inestabilidad de masas de suelos y rocas en equilibrio.

Con base en los eventos de riesgos ocurridos en zonas con actividades mineras, es posible mencionar un caso en (ii) España, ocurrido en 1998 (Zarza, 1998), específicamente en abril, cuando acontece un derrame tóxico en las cercanías del Río Agrío, en la Mina Los Frailes de la localidad de Aznalcóllar. El evento sucede porque la presa de jales se rompió, liberando de 4 a 5 millones de m³ de jales tóxicos. La causa de la falla se atribuye a que los suelos en la base de la presa, perdieron su resistencia mecánica y se deslizaron un par de metros, causando el rompimiento abrupto de la presa de jales. Un plan de gestión integral de riesgo local para la Mina Los Frailes, podía evitar que los jales tóxicos llegaran al río, y el escenario sería distinto, pero no fue así. Este antecedente muestra claramente una amenaza tecnológica asociada a actividades mineras, que, de ser atendida a tiempo con base en estrategias prospectivas, podría ser tratado como emergencia, sin llegar a desastre.

Otro evento de riesgo asociado a la minería, lo expone (ii) Blanco (2010), referente a la localidad de el Callao, específicamente en la mina ilegal denominada Tomi, cuando el 25 de agosto ocurre un accidente a consecuencia del uso de martillos neumáticos sobre el terreno húmedo, lo cual originó un deslizamiento con el lamentable deceso de 6 personas. Aunque este caso trata la minería ilegal, sin planificación ni una debida estructura organizativa, demuestra claramente como estos trabajadores se exponen e incluso exponen a la comunidad a riesgos que pueden fácilmente ocasionar un desastre.

Es relevante mencionar que, muchos de estos eventos sicionaturales, están relacionados a las amenazas hidrogeomorfológicas, algunas incluso

detonadas a partir de sismos, como es el caso expuesto por (ii) Hefferman (2013), en *Bingham Canyon Mine, Salt Lake City*, en abril de 2013, cuando se produce un deslizamiento de tierra de 165 millones de toneladas de roca, que destruyó caminos, líneas de poder e infraestructura. El evento fue asociado a un sismo local de magnitud de 5,1, es decir, se puede interpretar como un evento de amenaza geomorfológica, detonada a partir de la amenaza sísmica, algo que además de común, ya debe ser tratado como un escenario multiamenaza.

Entre otros eventos asociados a la minería, está el mostrado por (ii) Valverde (2017), un periodista que publica un artículo de prensa digital, donde indica que el día 7 de diciembre de 2017, ocurre un derrumbe en la localidad de el Callao, específicamente en la mina Yin Yang, ocasionando la muerte de 4 personas, 5 heridos y 3 desaparecidos. Los trabajadores del sector denuncian las pobres condiciones de seguridad aplicada a los mineros y responsabilizan a la empresa nacional que asume la zona de el Callao. Aparentemente no se contaba con un plan de gestión integral de riesgo local, como está establecido en los términos de referencia para los estudios de impacto ambiental asociados a las operaciones mineras en Venezuela.

Continuando con eventos asociados a la minería, se presenta (ii) EFE (2020). En la localidad de Kachin, Birmania, el domingo 28 de julio de 2019, un deslizamiento de tierra provocó la muerte de 113 trabajadores y un número indefinido de heridos. La ONG *Global Witness* había ya denunciado en el 2015 la precaria situación en la que se encontraban los trabajadores de las minas de jadeíta. Considerando los 4 años de diferencia entre la denuncia y el evento, es evidente la relación entre la falta de atención en seguridad industrial, higiene y ambiente, y la carente preparación en cuanto a gestión de riesgo en minería; de tomarse acciones a tiempo, quizás se podía prevenir la situación, evitando el desastre.

En tal sentido, se puede señalar el caso expuesto por (ii) EYROPAPRESS (2019) el cual se basa en un deslave, generado a consecuencia de las fuertes precipitaciones ocurridas en la zona, el cual sepultó a 14 trabajadores de la mina perteneciente a la filial ruandesa de la británica *Piran Resources*, en la provincia Oriental de Ruanda, el 21 de enero del 2019. Es notable que todos estos eventos socionaturales se enfocan en peligrosidades tecnológicas, que, de contar con una gestión de riesgo local oportuna, podrían quedar en emergencias, sin necesidad de llegar al desastre; valorando así la importancia de la vida, la alteración medio ambiental, la afectación de ecosistemas y, por ende, disminuyendo las pérdidas asociadas a estos riesgos.

En cuanto a investigaciones que sirven de base para la atención de amenazas y vulnerabilidades de la zona en estudio, es posible iniciar con (iii) Blanco &

Colmenares (2007). Estos autores, en un proyecto de investigación de Integración Cartográfica-Geológica-Geotécnica de Caracas de INGEOMIN, realizaron el estudio y caracterización de la susceptibilidad a movimientos de masa de la localidad de Antímamo, determinando 2 unidades geomorfológicas en la zona, una de montañas de topes acolinados que abarca el 80 % del área, la cual es afectada por los procesos destructivos de remoción de masa; y una unidad de valle amplio, donde los movimientos de masas son variados, desde inexistentes o pequeños flujos, a erosión de surcos o cárcavas. En relación a las unidades litoestratigráficas, la que presenta mayor susceptibilidad es la Unidad de Esquisto Cuarzo Muscovítico, seguido de la Unidad de Anfibolita con susceptibilidad media y la Unidad de Mármol con una susceptibilidad baja.

Otro documento a destacar, es presentado por (iii) Cruz (2010), una tesis desarrollada en Lima, Perú, que propone una metodología para la identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles con base en las normas internacionales OHSAS 18001:2007, en donde se establece como prioridad la seguridad de los trabajadores y conservación del medio ambiente, articulando de alguna manera la gestión de riesgos como eje transversal a la seguridad industrial, higiene y ambiente.

Para finalizar, se presenta como antecedente una investigación desarrollada por (iii) Tagliaferro & Singer (2012), donde se expone un evento ocurrido el 20 de noviembre de 2008, que, a raíz de fuertes precipitaciones, registraron más de un millar de deslizamientos en la zona sur de Caracas, generando 5 muertos, familias damnificadas y muchas pérdidas materiales. Los autores describen los factores condicionantes y desencadenantes que afectaron la zona, y los diferentes deslizamientos en las laderas y taludes artificiales, los cuales fueron agrupados en flujos rápidos de barro, deslizamientos de detritos y caídas o colapsos de rocas. Aunque el área de estudio de este antecedente no corresponde directamente con la zona a atender en esta investigación, es relevante mencionarlo por la caracterización que muestra frente a amenazas hidrogeomorfológicas, base para la gestión de riesgos locales prevista para la atención de la zona de Antímamo, Mamera.

1.3 Preguntas de Investigación

Hasta el momento en la zona, no existe una propuesta definida para la gestión del riesgo local, que sirva para prevenir eventos que se puedan activar afectando tanto las operaciones propias de la industria minera, como de la comunidad en general. En consideración a la problemática, se plantean las siguientes interrogantes:

¿Es pertinente analizar las amenazas hidrogeomorfológicas presentes en la parroquia: ¿Antímamo, Mamera?

¿Es necesario identificar las peligrosidades naturales presentes en la zona de estudio?

¿Cuál será la relación entre la vulnerabilidad por exposición y las amenazas presentes en el área?

¿Es posible presentar un mapa de susceptibilidad hidrogeomorfológica, basado en las peligrosidades naturales del sector?

¿Se pueden proponer estrategias prospectivas, correctivas y reactivas para la gestión del riesgo local?

1.4 Objetivo general

Analizar las amenazas hidrogeomorfológicas presentes en la parroquia: Antímano, Mamera.

1.5 Objetivos específicos

Identificar las peligrosidades naturales presentes en la zona de estudio.

Relacionar la vulnerabilidad por exposición, a las amenazas presentes en el área.

Presentar un mapa de susceptibilidad hidrogeomorfológica, basado en las peligrosidades naturales del sector.

Proponer estrategias prospectivas, correctivas y reactivas, para la gestión del riesgo local.

1.6 Delimitación y Alcance

El alcance de la presente investigación, llega a la propuesta de estrategias prospectivas, correctivas y reactivas que permitan la toma de decisiones oportunas para la gestión del riesgo local en la parroquia de Antímano, Mamera. En tal sentido, se debe elaborar como resultado cartográfico un mapa de susceptibilidad hidrogeomorfológica, basado en las peligrosidades naturales del sector, todo esto a partir de la identificación de las amenazas en la zona de estudio y su relación con la vulnerabilidad por exposición.

En consideración al alcance, es relevante destacar que el producto cartográfico base para la gestión del riesgo local, viene acompañado de una interpretación técnica y un conjunto de recomendaciones que permiten la

atención de las amenazas presentes en la zona, y de las vulnerabilidades que puedan estar expuestas ante las mismas, con el fin de que la propuesta pueda servir de modelo para que en otras zonas, con presencia de actividades industriales asociadas a la minería, se realicen investigaciones similares que faciliten la gestión del riesgo local y la toma de decisiones oportunas, que beneficien a la comunidad y al Medio Ambiente.

Es importante destacar, que este Trabajo Especial de Grado llega solamente hasta la propuesta, es decir, no contempla la fase de implementación, ni de ejecución, por lo tanto los resultados se basan exclusivamente en las geociencias, en consecuencia, las vulnerabilidades (estructurales, económicas y sociales) sólo son previstas por su exposición ante las amenazas naturales presentes en el sector, delimitando la investigación en materia de geología ambiental, sin embargo, se presentan recomendaciones para la atención del riesgo local.

Con base en los supuestos anteriores, se debe entender, que la investigación se fundamenta en el análisis de peligrosidades geológicas, y aunque su alcance como producto cartográfico, técnico y de ingeniería, sirve de base para la gestión del riesgo local del área en estudio; no se puede enfocar en “riesgo”, porque abarca principalmente el factor “amenaza”, dejando en desventaja al factor “vulnerabilidad”. Es preciso recordar que el riesgo es el producto de estos dos factores, amenaza y vulnerabilidad, y que este T.E.G. tiene sus bases en las ciencias geológicas, es decir, en el análisis de “Amenazas”. En este mismo orden de ideas, también es importante mencionar, que algunos de los parámetros considerados para la interpretación de las amenazas naturales presentes en el sector, son tratados de forma muy general, como por ejemplo la vegetación y los aspectos climatológicos, en vista de que la investigación se fundamenta en datos e información geológica principalmente.

1.7 Ubicación de la Zona de Estudio

La ubicación geodésica de la zona en estudio, se encuentra enmarcada entre las siguientes coordenadas, HUSO 19, UTM: Este: 717.000 al 722.000 y Norte: 1.155.000 al 1.160.000

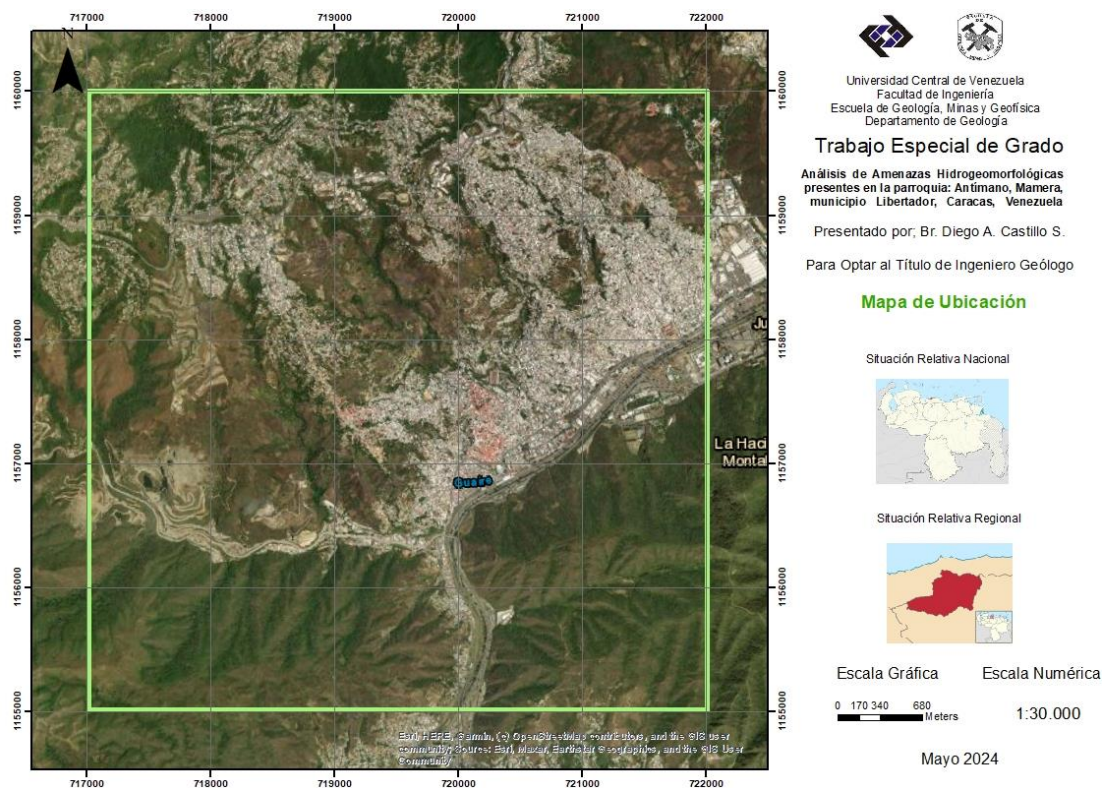


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio. (Google Earth.2024).

1.8 Descripción Físico-natural de la zona

Topografía

La topografía en general es montañosa y acolinada, con pendientes moderadamente abruptas a escarpadas en algunos sectores, sin embargo, existe una sección con pendientes bajas, el cual corresponde al valle de la quebrada Mamera.

Drenaje natural

Su drenaje principal es el río Guaire, seguido de la quebrada Mamera, como drenaje secundario.

Clima y vegetación

El clima se caracteriza por un patrón biestacional, con dos períodos bien marcados: la época de lluvia entre marzo y noviembre, cuyas precipitaciones son de 950 mm a 1.950 mm aproximadamente y una época de sequías de diciembre a marzo cuyas precipitaciones están alrededor de los 150 mm. La

vegetación es típica de regiones boscosas tropicales como lo son: Bosques Hidrófilos, Bosques Mesófilos, zonas de matorrales y arbustos, principalmente representada por gramíneas, y la temperatura varía entre los 21 °C y 33 °C.

Capítulo II

MARCO TEÓRICO

II.1.1 Conceptos Generales

Los procesos geodinámicos que afectan a la superficie terrestre dan lugar a movimientos del terreno de diferente magnitud y características, que pueden constituir riesgos geológicos al afectar, de una forma directa e indirecta, a las actividades humanas (González, Ferrer, Otoño & Otero, 2004).

En dichos procesos geodinámicos se puede generar una emergencia definida como: “suceso capaz de afectar el funcionamiento cotidiano de una comunidad, pudiendo generar víctimas o daños materiales, afectando la estructura social y económica de la comunidad afectada, que puede ser atendido eficazmente con los recursos de atención primaria o de emergencias de la comunidad” (González, Ferrer, Otoño & Otero, 2004).

En el caso de un desastre, se entiende como una situación que exige una atención externa, además de recursos adicionales a los disponibles localmente, regional, estatal o nacional y sobrepasa la capacidad de respuesta local. (Smith, 2001)

En el campo del estudio del riesgo socio-ambiental, se ha dado un significado más importante a los conceptos de riesgo, de amenaza y de vulnerabilidad. Donde el riesgo se enfoca en las pérdidas, la amenaza o la peligrosidad se refiere al proceso geológico, y la vulnerabilidad a los daños. Los términos de amenaza y vulnerabilidad están directamente relacionados, es decir, la amenaza no puede existir sin la presencia de la vulnerabilidad, y viceversa. Otros términos empleados son la susceptibilidad, exposición y la resiliencia, donde el punto central del estudio de los riesgos socio-ambientales se enfocan en desarrollar planes y ejecutar acciones de manera consiente, concertada y planificada entre los organismos del estado y los particulares para prevenir, mitigar o reducir el riesgo en una localidad, atendiendo a sus realidades ecológicas, geográficas, sociales, culturales y económicas, como lo expresa la Ley de gestión integral de riesgos socionaturales y tecnológicos (2009).

II.1.1.1 Exposición

Exposición es la cantidad de personas, bienes, valores e infraestructura que son susceptibles de ser dañados. (Servicio Geológico Mexicano, 2013).

II.1.1.2 Resiliencia

La resiliencia es la capacidad de las personas, las comunidades o sistemas que hacen frente a catástrofes o crisis, a preservarse de los daños y recuperarse rápidamente. (FAO, 2005).

II.1.1.3 Riesgo

El riesgo es la probabilidad de ocurrencia de daños, pérdidas o efectos indeseables sobre sistemas constituidos por personas, comunidades o sus bienes, como consecuencia del impacto de eventos o fenómenos perturbadores (Smith, 2001). El riesgo también puede definirse como la posibilidad de pérdida o daño o exposición al cambio de daño o pérdida (Sauter, 1996).

II.1.1.4 Peligrosidad

La peligrosidad o amenaza se puede definir como la probabilidad de ocurrencia de un proceso de un nivel de intensidad o severidad determinado, dentro de un período de tiempo dado y dentro de un área específica (Varnes, 1984; Barbat, 1998). La amenaza se puede definir también como la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado (Undro, 1979).

II.1.1.5 Susceptibilidad

La susceptibilidad puede definirse como la posibilidad de que una zona quede afectada por un determinado proceso (González, Ferrer, Otoño & Otero, 2004). Otro concepto expresa que la susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado espacio geográfico (Soldano, 2009).

II.1.1.6 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es el grado de daños o pérdidas potenciales en un elemento o conjunto de elementos como consecuencia de la ocurrencia de un fenómeno de intensidad determinada. Suele evaluarse entre 0 (sin daño) a 1 (pérdida o destrucción total del elemento). (González, Ferrer, Otoño & Otero, 2004). La vulnerabilidad se puede definir como la capacidad “respuesta-daño” de la sociedad ante un evento potencialmente catastrófico (Soldano, 2009).

En este parámetro de vulnerabilidad se toman 2 factores importantes que son los elementos expuestos, los cuales pueden ser las personas, propiedades, infraestructuras, etc. que pueden sufrir las consecuencias directas o indirectas de un determinado proceso geológico en una zona, y el coste o valor de los mismos puede estimarse o calcularse según diferentes criterios, el coste de

construcción (reposición), valor asegurado, coste por interrupción de actividades económicas, entre otras.

En tal sentido, la ecuación de riesgo queda definida de la siguiente forma:

R: $P \times V \times C$

Donde:

R: Riesgo

P: Peligrosidad o Amenaza

V: Vulnerabilidad

C: Costo

En consideración a la fórmula del riesgo, es relevante destacar que en Venezuela las bases jurídicas contemplan la importancia de la corresponsabilidad de todos los ciudadanos en atender la gestión de los riesgos locales, asociados a los espacios geográficos donde se hace vida constante; garantizando que la aplicación de la fórmula del riesgo, está involucrando en el análisis de la vulnerabilidad, el marco legal venezolano, la susceptibilidad de la zona y la resiliencia comunitaria.

II.1.1.7 Periodo de retorno

El periodo de retorno corresponde con el tiempo promedio entre dos eventos de iguales características que han ocurrido en el pasado (Proyecto Multinacional Andino: Geociencia para las comunidades Andinas, 2007).

II.1.2 Conceptos de geomorfología

El concepto de movimiento de masa incluye todos aquellos movimientos de ladera debajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efecto de la gravedad (Cruden, 1991).

Existen diferentes movimientos de masa, tal como lo muestra la siguiente tabla:

Tipo	Subtipo
Caídas	Caída de roca (detritos o suelo)
Volcamiento	Volcamiento de roca (bloque) Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso
Deslizamiento de roca o suelo	Deslizamiento traslacional, deslizamiento en cuña Deslizamiento rotacional
Propagación lateral	Propagación lateral lenta Propagación lateral por licuación (rápida)
Flujo	Flujo de detritos Crecida de detritos Flujo de lodo Flujo de tierra Flujo de turba Avalancha de detritos Avalancha de rocas Deslizamiento por flujo o deslizamiento por licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada)
Reptación	Reptación de suelos Soliflucción, geliflucción (en permafrost)
Deformaciones gravitacionales profundas	

Tabla 1. Tipos de movimiento de masa. Tomado del Proyecto Multinacional Andino: Geociencia para las comunidades Andinas (2007).

A continuación, se describen cada uno de los diferentes tipos de movimientos de masa.

II.1.2.1 Caída (*Fall*)

Es un tipo de movimiento de masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra desplazamiento (Figura 2). Una vez desprendido, el material cae desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamientos (Varnes, 1978).

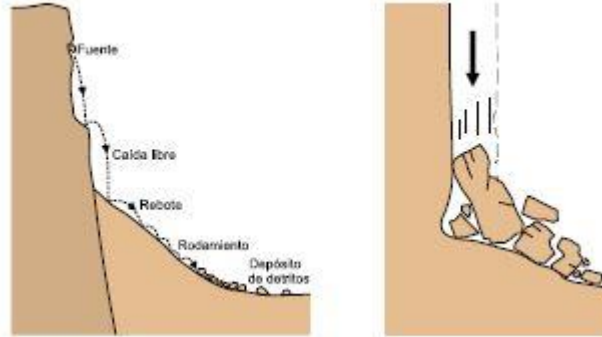


Figura 2. Esquema de la caída de rocas. Tomado del Proyecto Multinacional Andino: Geociencia para las comunidades Andinas (2007).

II.1.2.2 Volcamiento (*Toppling*)

Se denomina así a un tipo de movimiento en el cual existe una rotación generalmente hacia delante de uno o varios bloques de roca o suelo, alrededor de un punto o pivote de giro en su parte inferior (Figura 3). Esto ocurre por acción de la gravedad, por empujes de las unidades adyacentes o por la presión de fluidos en grietas (Varnes, 1978).

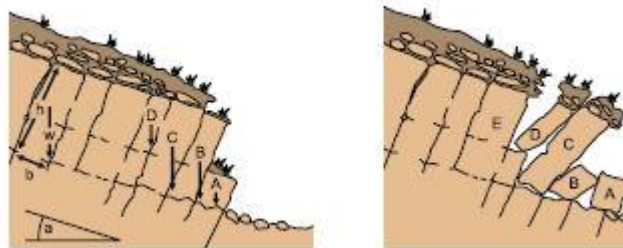


Figura 3. Esquema del vuelco en bloques. Tomado del Proyecto Multinacional Andino: Geociencia para las comunidades Andinas (2007)

II.1.2.3 Deslizamientos (*Slide*)

Son movimientos de masas de suelo o roca que deslizan, moviéndose relativamente respecto al sustrato, sobre una o varias superficies de rotura netas, al superarse la resistencia al corte de estas superficies; la masa generalmente se desplaza en conjunto, comportándose como una unidad en su recorrido (Figura 4). (González, Ferrer, Otoño & Otero, 2004).

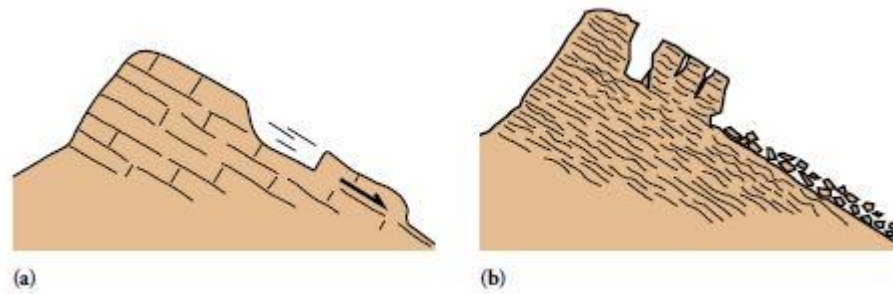


Figura 4. Esquema de un deslizamiento traslacional. Tomado del Proyecto Multinacional Andino: Geociencia para las comunidades Andinas (2007)

II.1.2.4 Propagación lateral (*Lateral Spread*)

Es un tipo de movimiento de masa cuyo desplazamiento ocurre predominante por deformación interna (expansión) del material (Figura 5) (Varnes. 1978). La propagación lateral se puede considerar como la etapa final en una serie de movimientos donde la deformación interna predomina decididamente sobre otros mecanismos de desplazamiento como los imperan en el desplazamiento o el flujo.

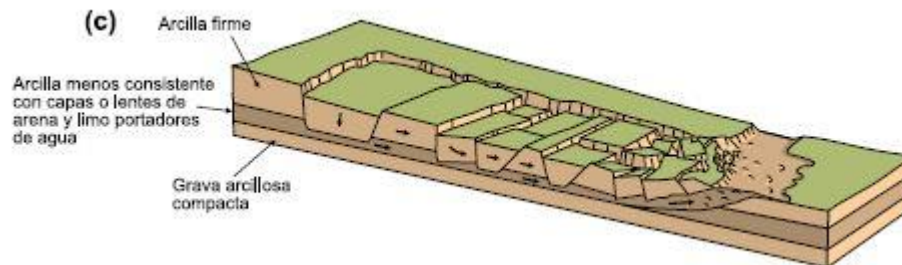


Figura 5. Esquema de expansiones laterales. Tomado del Proyecto Multinacional Andino: Geociencia para las comunidades Andinas (2007)

II.1.2.5 Flujos (*Flow*)

Son movimientos de masa de suelos o bloques rocosos con abundante presencia de agua, donde el material está disgregado y se comporta como un fluido (no newtoniano) sufriendo una deformación continua, sin presentar superficie de rotura definida (Figura 6) (González, Ferrer, Otoño & Otero, 2004).

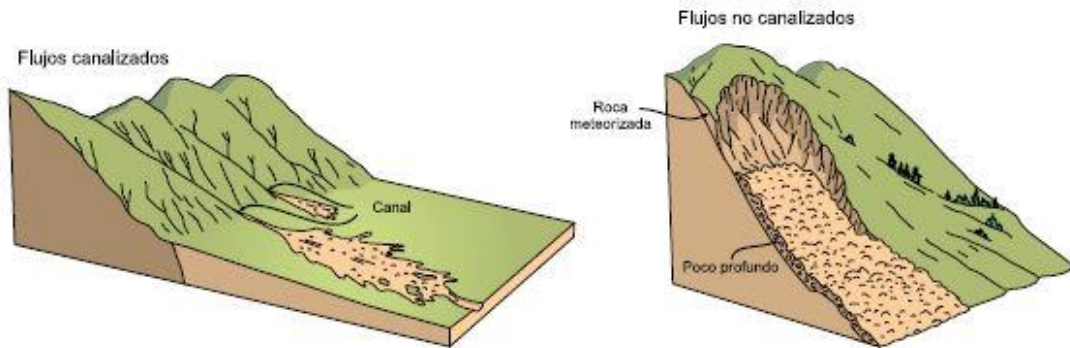


Figura 6. Esquema de flujos canalizados y no canalizados. Tomado del Proyecto Multinacional Andino: Geociencia para las comunidades Andinas (2007)

II.1.2.6 Reptación

Se refiere a aquellos movimientos lentos del terreno donde no se distingue una superficie de falla (Figura 7). Puede ser de tipo estacional, cuando se asocia a cambios climáticos o humedad del terreno, y verdadera cuando hay un desplazamiento relativamente continuó en el tiempo.

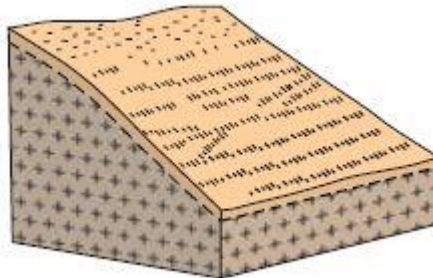


Figura 7. Reptación. Tomado del Proyecto Multinacional Andino: Geociencia para las comunidades Andinas (2007)

II.1.2.7 Deformaciones gravitacionales profundas

Hay una variedad de procesos que podrían describirse como deformaciones gravitacionales o deformaciones de laderas (*slope deformations*; (Figura 8) (Hutchinson, 1988). Estos tipos presentan rasgos de deformación, pero sin el desarrollo de una superficie de ruptura definida y usualmente con muy baja magnitud de velocidad de desplazamiento.

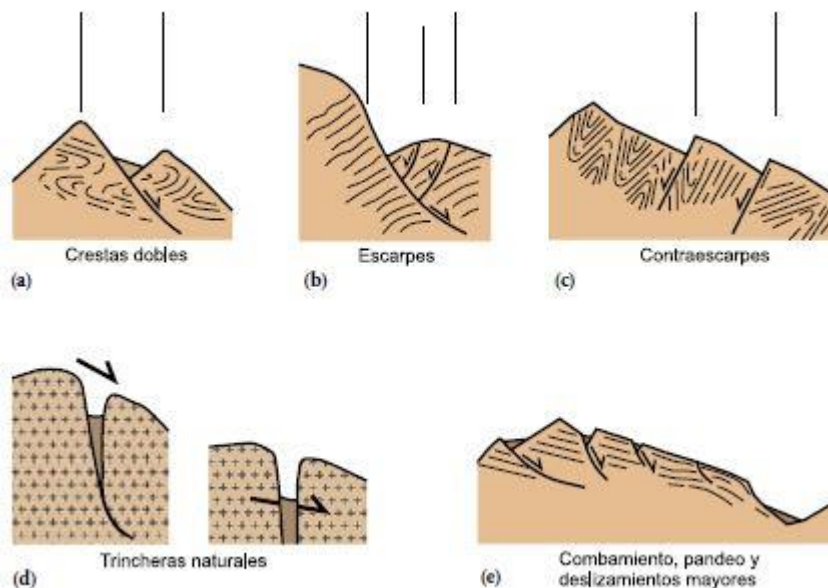


Figura 8. Esquema de deformaciones gravitacionales profundas. Tomado del Proyecto Multinacional Andino: Geociencia para las comunidades Andinas (2007)

II.1.3 Conceptos Sísmicos

Los terremotos pueden provocar movimientos de todo tipo de laderas, dependiendo de las características de los materiales, de la magnitud y de la distancia al epicentro. Desprendimientos de bloques, deslizamientos, flujos y avalanchas rocosas pueden ocurrir durante un sismo, también antiguos deslizamientos en condiciones cercanas al equilibrio límite pueden ser activadas por el terremoto, además se puede generar licuación de suelos que se produce cuando determinados tipos de suelos afectados por el sismo desarrollan elevadas presiones intersticiales de forma rápida, dando lugar a una pérdida de la resistencia al corte y a la rotura de suelo, que se comporta como si fuera líquido. (González, Ferrer, Otoño & Otero, 2004).

II.1.3.1 Terremoto

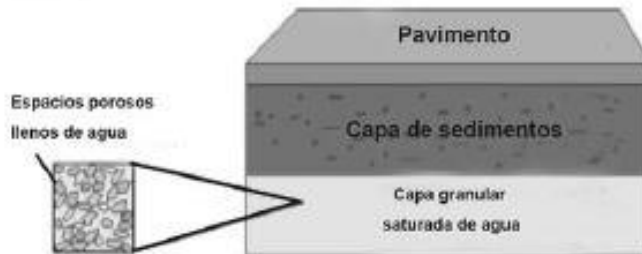
Un terremoto es un movimiento violento de la tierra causado por la liberación súbita de la deformación, lentamente acumulada. (Bates & Jackson, 1980).

II.1.3.2 Licuación

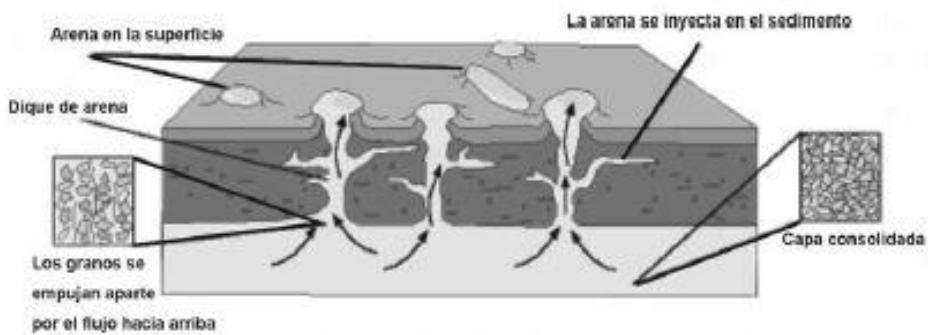
Es la transformación de un sedimento del estado granular sólido al estado líquido, como resultado del aumento de presión del agua intergranular. La causa puede ser el sacudimiento del sedimento por ondas sísmicas. (Figura

9). Proyecto Multinacional Andino: Geociencia para las comunidades Andinas (2009).

Antes del terremoto



Después del terremoto



Licuefacción derivada de un terremoto

Figura 9. Licuación derivada de un terremoto. Proyecto Multinacional Andino: Geociencia para las comunidades Andinas (2009).

II.1.4 Conceptos de minería

A continuación, se describe una serie de conceptos necesarios en esta investigación referentes a la minería.

II.1.4.1 Cantera

Se entiende por cantera el sistema de explotación a cielo abierto para extraer de él rocas o minerales no disgregados, utilizados como material de construcción. (Herrera, 2006).

II.1.4.2 Fosa abierta (*Open Pit*)

El método de fosa abierta (*open pit*), se utiliza también como en el caso anterior, en yacimientos en forma bolsada y en vetas inclinadas, pero en zonas cuya topografía es bastante suave, tipo planicies (Herrera, 2006).

II.1.4.3 Banco

Escalón o unidad de explotación sobre la que se desarrolla el trabajo de extracción en las minas a cielo abierto. (Figura 10). Generalmente los bancos se definen con la cota del piso correspondiente, por ejemplo: Banco de 200 se refiere a la terraza de operación establecida en la cota 200 m. (Ministerio de Minas y Energía República de Colombia, 2015, p.19)

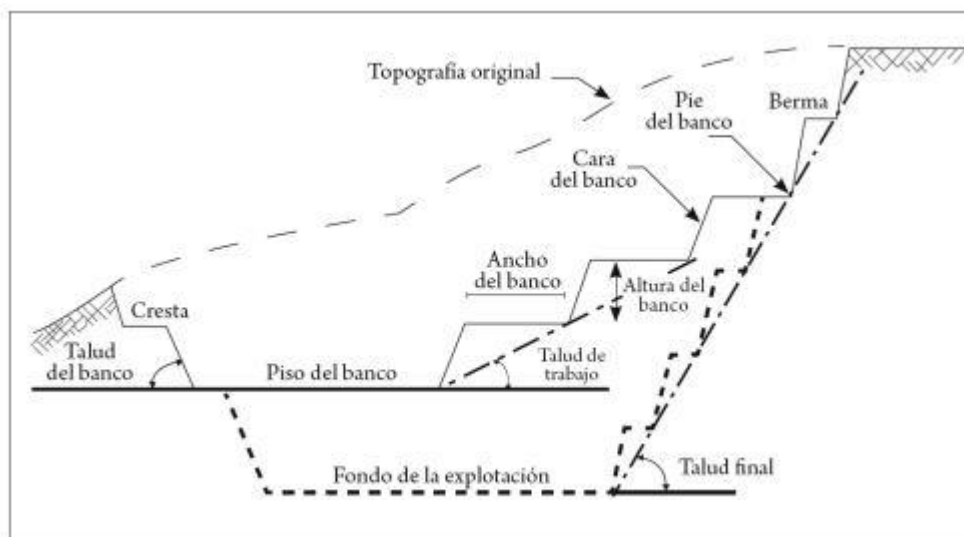


Figura 10. Configuración Geométrica de bancos. Tomado de Metodología de planificación minera a corto plazo y diseño minero a mediano plazo en la cantera Pifo. (Recalde, 2009)

II.1.4.4 Operaciones básicas en minería

Cada uno de los pasos o etapas durante el procesamiento de minerales, se muestra en la figura 11. La fragmentación de roca se puede hacer por dos métodos, el directo que consiste en la acción mecánica de un aparato sobre el macizo rocoso y el indirecto que consiste en la liberación de energía mediante explosivos. (Ministerio de Minas y Energía República de Colombia, 2015, p.117)

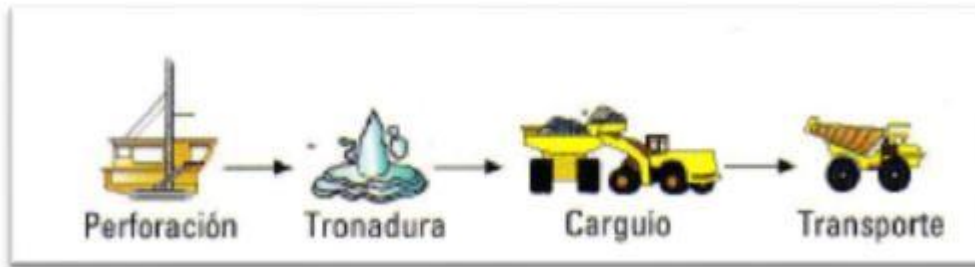


Figura 11. Fases del ciclo minero. Tomado de (Portal Minero, 2006).

II.1.4.4.1 Voladura

Ignición de una carga masiva de explosivos. El proceso de voladura comprende el cargue de los huecos hechos en la perforación, con una sustancia explosiva, que al entrar en acción origina una onda de choque y, mediante una reacción, libera gases a una alta presión y temperatura de una forma substancialmente instantánea, para arrancar, fracturar o remover una cantidad de material según los parámetros de diseño de la voladura. (Ministerio de Minas y Energía República de Colombia, 2015, p.166)

II.1.4.4.2 Carga

Se entiende por carga la recogida de la roca arrancada del suelo, y su traslado hasta un medio de transporte. (Ministerio de Minas y Energía República de Colombia, 2015, p.28)

II.1.4.4.3 Acarreo

Es la operación minera donde se transporta el mineral arrancado hasta el exterior de la mina. (Ministerio de Minas y Energía República de Colombia, 2015, p.12)

II.1.4.4.4 Descarga

Se realiza después del acarreo y es la que concierne al vertido de los minerales, en las plantas de tratamientos o en los vertederos. (Ministerio de Minas y Energía República de Colombia, 2015, p.49)

II.1.5 Conceptos Climatológicos

II.1.5.1 Fenómeno de El Niño

El Fenómeno de El Niño es un patrón climático natural en el océano Pacífico tropical, que trae temperaturas de la superficie del mar más cálidas que el promedio y tiene una gran influencia en el clima en todo el mundo, afectando a miles de millones de personas. Las aguas más cálidas de los océanos normalmente están confinadas al Pacífico occidental por los vientos que soplan de este a oeste, empujando las aguas más cálidas hacia Indonesia y Australia. Los científicos todavía están buscando una respuesta del por qué sucede esto, pero la desaceleración de estos vientos puede durar semanas o meses. El Fenómeno de El Niño ocurre cada dos a siete años en intensidad variable, y las aguas del Pacífico oriental pueden estar hasta 4 grados Celsius más cálidas de lo normal (Salamanca,2024).

II.1.5.2 Fenómeno del Niño

II.1.5.2 Fenómeno de La Niña

El Fenómeno de La Niña suele ir acompañado de bajas temperaturas y provoca fuertes sequías en las zonas costeras del Pacífico. La Niña es el término con el cual se conoce al enfriamiento anormal de las aguas ecuatoriales del Océano Pacífico Tropical (Salamanca,2024).

En la figura 12 se muestra como es una imagen satelital de los fenómenos de La Niña a su derecha de la figura y de El Niño a su izquierda de la figura, y las diferencias entre ambos. Los colores azules representan las temperaturas más bajas, mientras que los colores rojizos corresponden a temperaturas elevadas. La importancia de estos procesos hidrometeorológicos y climáticos, en relación a la presente investigación, se basa en la frecuencia e intensidad de las precipitaciones, las cuales, a su vez, influyen significativamente en la carga hídrica que puede presentar determinado terreno y su comportamiento desde el punto de vista geomorfológico.

Durante la ocurrencia del Fenómeno de El Niño, aumentan las precipitaciones y es mayor la susceptibilidad frente a procesos hidrogeomorfológicos, mientras que el Fenómeno de La Niña, se relaciona es a la sequía y, por ende, a la resequedad de los suelos.

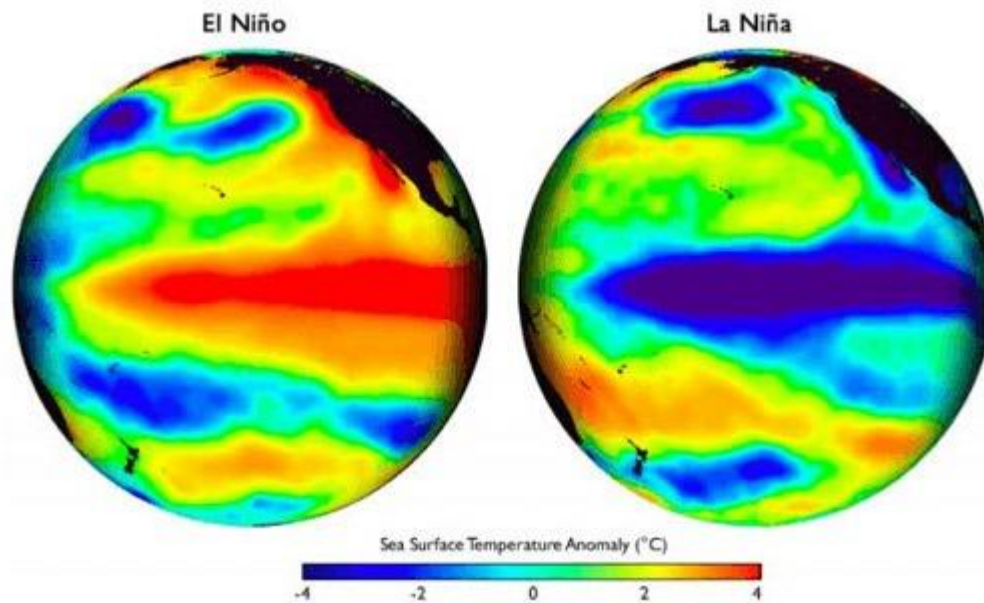


Figura 12. Fenómeno del Niño y la Niña. Tomado del Museo de Ciencias de Puerto Rico (2024)

II.2 Marco Legal

En consideración al marco legal, es importante conocer los artículos y las leyes, normas y reglamentos asociados a la geología ambiental, porque corresponde con la base legislativa que rige a Venezuela en materia de gestión de riesgos, donde se definen conceptos particulares de esta temática, como son los términos amenaza, vulnerabilidad, riesgo, susceptibilidad, entre otros, donde además se establecen las responsabilidades y sanciones previstas según cada caso.

II.2.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela

En este sentido, la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela en su artículo 55, expresa que “Toda persona tiene derecho a la protección por parte del Estado, a través de los órganos de seguridad ciudadana regulados por ley, frente a situaciones que constituyan amenaza, vulnerabilidad o riesgo para la integridad física de las personas, sus propiedades, el disfrute de sus derechos y el cumplimiento de sus deberes. La participación de los ciudadanos y ciudadanas en los programas destinados a la prevención, seguridad ciudadana y administración de emergencias será regulada por una ley especial. Los cuerpos de seguridad del Estado respetarán la dignidad y los derechos humanos de todas las personas”.

En referencia a este artículo, hay varias leyes especiales relacionadas a la seguridad ciudadana y a la administración de emergencias, entre ellas es posible mencionar a la ley de Organización Nacional de Protección Civil y Administración de Desastres, a la ley de Cuerpos de Bomberos y Bomberas y Administración de emergencias de carácter civil, ambas enfocadas principalmente a la atención de la vulnerabilidad”.

De esta misma manera, están las leyes cuyo enfoque se centra más en la atención de las peligrosidades, como es el caso de la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio, la Ley de Meteorología e Hidrología Nacional, la Ley de Aguas, la Ley de Bosques y Gestión Forestal, La Ley Orgánica del Ambiente, la Ley Penal del Ambiente, entre otras. Y en materia más específica de geología ambiental, la Ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos, la Ley Orgánica de Hidrocarburos, la Ley de Minas, algunas normas COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales) y algunas normas ISO (Organización Internacional de Normalización).

Continuando con artículos relevantes de la Constitución venezolana, se pueden mencionar los artículos 127, 128 y 129, donde se expresan los derechos y deberes de cada generación en la conservación y protección del ambiente, los cuales incluyen el disfrutar de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado desarrollará una política de ordenación para un mejor desarrollo sustentable, en la cual toda actividad susceptible de generar daño al Medio Ambiente, deben ser previamente acompañada por estudios de impacto ambiental y cultural para su aprobación. El artículo 304, donde se definen las Aguas como bienes de dominio público de la Nación.

El artículo 326, el cual expresa que “La seguridad de la Nación se fundamenta en la corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad civil para dar cumplimiento a los principios de independencia, democracia, igualdad, paz, libertad, justicia, solidaridad, promoción y conservación ambiental y afirmación de los derechos humanos, así como en la satisfacción progresiva de las necesidades individuales y colectivas de los venezolanos y venezolanas, sobre las bases de un desarrollo sustentable y productivo de plena cobertura para la comunidad nacional. El principio de la corresponsabilidad se ejerce sobre los ámbitos económico, social, político, cultural, geográfico, ambiental y militar.”

Y los artículos 337 y 338, donde se expresan los estados de excepción por circunstancias de orden natural o ecológico y los estados de alarma, cuando se produzcan catástrofes, calamidades públicas u otros acontecimientos similares.

II.2.2 Ley de Gestión Integral de Riesgos Socionaturales y Tecnológicos

La presente ley, en su artículo 1 expresa que “Esta ley tiene por objeto conformar y regular la gestión integral de riesgos siconaturales y tecnológicos, estableciendo los principios rectores y lineamientos que orientan la política nacional hacia la armonía ejecución de las competencias concurrentes del Poder Público Nacional, Estatal y Municipal, en materia de gestión integral de riesgos siconaturales y tecnológicos”.

En el artículo 2, define la gestión integral de riesgos siconaturales y tecnológicos como “un proceso orientado a formular planes y ejecutar acciones de manera consciente, concertada y planificada, entre los órganos y los entes del Estado y los particulares, para prevenir o evitar, mitigar o reducir el riesgo en una localidad o en una región, atendiendo a sus realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales y económicas”.

Reafirmando su alcance en el artículo 3, donde se “circunscribe a los riesgos de carácter siconatural y tecnológico, originados por la probabilidad de ocurrencia de fenómenos naturales o accidentes tecnológicos potenciados por la acción humana que puedan generar daños sobre la población y la calidad del ambiente”.

En cuanto a las responsabilidades del Estado venezolano, el artículo 6 establece las obligaciones:

A los efectos de la Ley, el Estado debe:

1. Garantizar que las acciones propias de la ordenación del territorio y de la planificación del desarrollo a todos los niveles de la gestión, eviten potenciar o incrementar las condiciones de vulnerabilidad o de amenazas del país.
2. Propiciar las ejecuciones orientadas a la reducción de la vulnerabilidad existente.
3. Fortalecer las actividades de prevención, mitigación y preparación en todas las instancias del gobierno, así como en la población, con el propósito de reducir los riesgos siconaturales y tecnológicos.
4. Fortalecer las capacidades institucionales requeridas para las labores de reconstrucción ante la ocurrencia de desastres en el territorio nacional.”

Con base en los supuestos anteriores, es posible visualizar como la geología ambiental se enmarca desde el punto de vista jurídico, como una herramienta fundamental para la gestión del riesgo local, y de manera particular este Trabajo Especial de Grado es un pequeño aporte al respecto.

II.2.3 Ley Orgánica del Ambiente

Es relevante destacar, que la Ley Orgánica del Ambiente se enfoca en establecer los principios rectores para la gestión del ambiente, para el desarrollo sustentable entre el Estado y la sociedad, mientras que la Ley Penal del ambiente, tipifica los delitos que violan las disposiciones relativas a la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente, además de determinar las medidas precautelarias, de restitución y de reparación a que haya lugar.

Entre los artículos más importantes de la Ley Orgánica del Ambiente, se puede mencionar el 62, donde se establece la gestión para la conservación del suelo y del subsuelo con los siguientes lineamientos, tales como: la clasificación de los suelos de acuerdo a su función, el uso y el aprovechamiento, para su posterior recuperación del mismo, y el artículo 63, donde se contemplan los mecanismos para la conservación de los suelos, prevención, control de la contaminación y la degradación del suelo y del subsuelo.

II.2.4 Ley Penal del Ambiente

En cuanto a la Ley Penal del Ambiente, es posible destacar el artículo 61 donde se establecen las multas a las personas naturales o jurídicas que extraigan minerales no metálicos sin la debida autorización, de los siguientes sitios, tales como: Dentro de la zona productora de ríos y quebradas, en embalses para dotación de agua a comunidades, a menos de 100 metros en el sentido lateral a ambas márgenes del río o quebrada donde estén establecidas obras de infraestructuras.

II.3 Geología Regional y Estructural

La ubicación de la zona de estudio delimita el área entre las coordenadas UTM Este: 717.000 al 722.000 y Norte: 1.155.000 al 1.160.000. En ésta se ubican o se encuentran geológicamente las siguientes formaciones: Mármol de Antímano, Esquistos Las Mercedes y Esquistos Las Brisas, cada una de ellas asociadas a la Cordillera de la Costa.

II.3.1 Cordillera de la Costa

Desde el punto de vista geográfico, la parte norcentral de Venezuela está dominada por la Cordillera de la Costa, que tiene una extensión geográfica de 350 km de longitud y 80 km de ancho, cuya orientación es este-oeste, correspondiente al Sistema Montañoso del Caribe (Urbani, 2018).

La zona de interacción entre la Placa Caribe y la Placa Sudamericana comprende una alta deformación, la cual ha sido subdividida en varias fajas (Clasificación no genética). Éstas fueron reconocidas por (Menéndez, 1966), modificadas y redefinidas por muchos autores, cuya versión más aceptada es la siguiente:

Costa afuera

- 1) Faja deformada del sur Caribe
- 2) Faja del arco volcánico de las Antillas de sotavento

Ígneo Metamórficas

- 1) Faja Cordillera de la Costa
- 2) Faja Caucagua- El Tinaco
- 3) Faja Paracotos
- 4) Faja Villa de Cura

Roca Sedimentaria

- 1) Faja Volcada y Plegada

Con lo anterior y basándose en los criterios genéticos, se subdivide la Cordillera de la Costa, en dos grandes grupos de napas (Urbani, 2002), que son las siguientes (Tabla 2 y figura 13) y en la figura 14 se representa el espacio geográfico de la Serranía del Litoral:

Napas de la Serranía del Litoral

- 1) Napa Costera-Margarita
- 2) Napa del Ávila
- 3) Napa de Caracas

Napas de la Serranía del Interior

- 1) Napa de Caucagua- El Tinaco

2) Napa de Loma de Hierro

3) Napa de Villa de Cura

Faja	Terreno	Características / protolita	Edad de elementos constituyentes	Fase metamórfica más antigua	Fase metamórfica joven	Observaciones y unidades formales
Costera	Tacagua	Sedimentos pelíticos ricos en materia orgánica (+ psamitas y carbonatos) interestratificados con elementos volcánicos	Jurásico - Cretácico?	--		Sedimentos depositados en una cuenca de ambiente reductor probablemente en el flanco hacia el arco de una cuenca anteorca. Unidad no subducida. U: Esquisto de Tacagua
	Carayaca	Complejo de subducción	Jurásico - Cretácico Temprano	AP-BT		Sedimentos pelíticos, psamíticos y carbonáticos envolviendo cuerpos máficos (melgita - anfibolita). Unidad subducida a ca. 75 km. U: Complejo Carayaca y Mármol de Antimano
Ávila	Ávila	Sedimentos siliciclásticos depositados sobre basamento granitoide + intrusiones granitoides y raras máficos	Neoproterozoico + intrusiones paleozoicas	A, AE - EVg		U: Complejo San Julián (mayoritaria), Augrajón de Peña de Mora, más unidades metaplutónicas como Cabriales, Guaremal, Choroí, Colonia Tovar, Tócome, Naiguatá, Todasana, Caruao, Cabo Codera
	Nirgua	Siliciclásticos, carbonatos y yeso + raras volcánicas máficas a intermedias.	Pérmico - Jurásico ?	EVb - EVg		U: Complejos Nirgua y Nirgua II
Caracas	Agua Blanca	Sedimentos pelíticos, psamíticos y carbonáticos	Jurásico Tardío - Cretácico Temprano	--	sEV	Ambientes del margen pasivo del norte de la placa Suramericana. U: Formaciones Araure, Agua Blanca, Cojedes y Cojedes II
	Las Mercedes	Sedimentos pelíticos ricos en materia orgánica	Cretácico Tardío?	--		Cuenca oceánica de ambiente euzoico en el margen pasivo del norte de la placa Suramericana. U: Esquistos de Las Mercedes (Mármol de Los Colorados) y Chuspita
	Las Brisas	Sedimentos depositados inconformemente sobre un basamento granitoide	Jurásico Tardío - Cretácico Temprano?	--		Ambientes de aguas serenas en el margen pasivo del norte de la placa Suramericana. U: Esquisto de Las Brisas (Mármol de Zenda, metaconglomerados de Baruta y La Mariposa), Gneis de Sebastopol (basamento Silúrico?)

Tabla 2. Características de los terrenos de la Serranía Litoral y región suroccidental de la Cordillera de la Costa (Urbani, 2018).

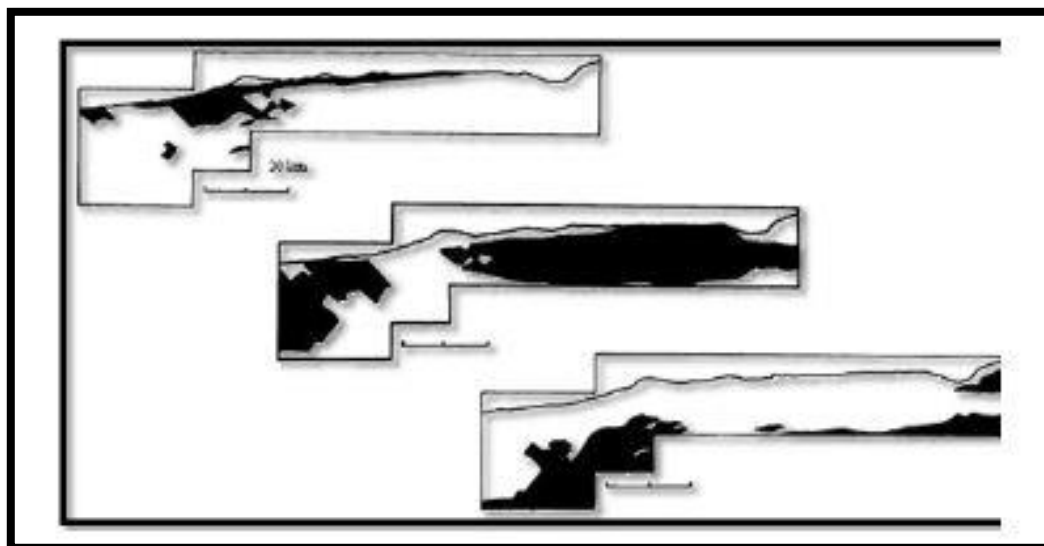


Figura 13. Distribución de las tres fajas metamórficas: Costera, Ávila y Caracas por Urbani & Ostos (1989). Tomado de la guía de excursión Urbani (2002)

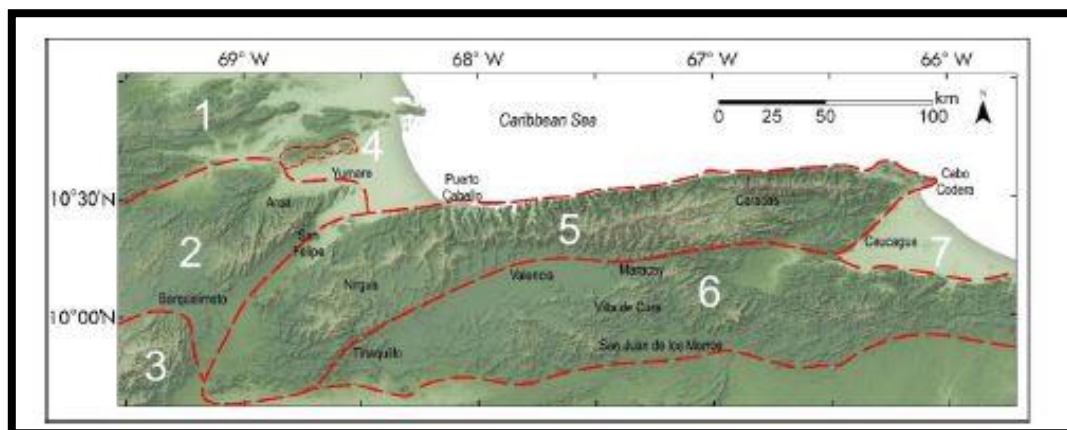


Figura 14. Subdivisión geográfica de Venezuela norcentral. 1: Falcón 2: Serranías de Bobare y Aroa 3: Estribaciones nororientales de los Andes de Mérida con rocas de dominio tectónico Caribe 4: Cerros de Yumare 5: Serranía del Litoral 6: Serranía del Interior 7: Barlovento. Tomado de Urbani (2018).

II.3.1.1 Napa Costera- Melange Cretácico, con probables elementos más antiguos

El Terreno Carayaca (Complejo Carayaca) se generó a partir de un melange de complejo de subducción para el Jurásico-Cretácico Temprano, el cual

mezcló las rocas de la corteza oceánica generadas en el Gran Arco con rocas sudamericanas. Dicha subducción tiene un origen en la colisión de arco-continente entre el arco costa afuera y el arco autóctono. Las rocas de este complejo, según Maresch (2012) y (Pindell, Kennan, Maresch, Staneck, Draper & Higgs, 2005), fueron posiblemente formadas en Suramérica, las cuales fueron dispersadas en Venezuela, consecuencia al fallamiento transcurrente-dextral Neógeno-Cuaternario del Norte del país. La unidad del Mármol Antímamo, cuyas rocas anfibolíticas derivan de los basaltos del rifting Mesozoico entre norte y Suramérica (Ostos, 1990).

La Napa Costera-Melange Cretácico se puede encontrar con las siguientes rocas:

- 1) La Costa, Asociación Metamórfica (La Costa, Unidad Litodémica de Corrimiento, Complejo).
 - a) Antímamo, Mármol de (Antímamo, Formación, caliza de).
 - b) La Bimba, Peridotita Serpentinizada de.
 - c) Cabo Codera, Metaígneas de (Cabo Codera, Complejo de, Anfibolita de).
 - d) Nirgua, Complejo (Nirgua, Formación, Fase, Anfibolita de).
 - e) Tacagua, Esquisto de (Tacagua, Formación, Fase).
 - f) Todasana, Metadiorita de (Todasana, Complejo Migmatítico de, Complejo de, Oritapo, Diorita de).
 - g) Serpentinita, Cuerpos sin nombre formal.

II.3.1.2 Napa Ávila-Paleozoico, con una unidad del Precámbrico.

Las rocas del terreno de Nirgua alcanzan las facies metamórficas de los esquistos verdes entre las zonas de biotita y granate, presenta metamorfismo retrógrado por la presencia de clorita. El origen de estos estratos se depositó en el Pérmico por la presencia del yeso, durante el cierre oceánico que produjo Pangea o en una cuenca tipo Rift durante la ruptura de Pangea a lo largo del Proto-Caribe en el Jurásico. Ambos casos también explicarían el hidrotermalismo evidenciado por los depósitos de polisulfuros de Pb-Sb de la zona de Cocuaima. (Grande & Urbani, 2015).

- 1) Ávila, Asociación Metamórfica (Ávila, Complejo)

- a) Cabriales, Gneis
- b) Choroní, Gneis Granítico de (Choroní, Granito de, Rancho Grande, Granito de)
- c) Colonia Tovar, Gneis de (Colonia Tovar, Granito de, El Limón, Granito de)
- d) Guaremal de, Metagranito de (Guaremal, Granito de)
- e) Naiguatá, Metagranito de
- f) Peña de Mora, Augengneis de (Peña de Mora, Gneis de, Formación). Proterozoico.
- g) San Julián, Complejo de (San Julián, Esquistos de)
- h) Tócome, Metaígneas de
- i) Yaritagua, Complejo de (Yaritagua, Formación)

II.3.1.3 Napa de Caracas

Se estima que la secuencia estratigráfica original de las unidades de este terreno son Esquistos de Chuspita (Cretácico Temprano) gradado hacia arriba en el Esquisto Las Mercedes (Cretácico Tardío) este último de acuerdo a (Urbani, 2012). Los posibles protolitos son de origen marino del Proto-Caribe en ambientes pobres de oxígenos donde Las Mercedes se depositó en el margen pasivo y la cual sufrió metamorfismo a consecuencia de la interacción de la placa Caribe y Sudamericana. El esquisto Las Brisas se depositó con una discordancia sobre el Gneis Sebastopol (Urbani, 2000). La Napa Caracas, se pueden encontrar las siguientes rocas:

- 1) Caracas, Asociación Metasedimentaria (Caracas, Serie, Grupo) Jurásico- Cretácico.
 - a) Chuspita, Esquistos de (Chuspita, Formación)
 - b) Las Brisas, Esquistos de (Las Brisas, Conglomerados de)
 - c) Baruta, Metaconglomerado de (Miembro Gneis Microclínico)
 - d) La Mariposa, Metaconglomerado de (La Mariposa, Para-Gneis de, Los Lechosos, Gneis de)

- e) Zenda, Mármol de
- f) Las Mercedes, Esquistos de Las Mercedes, (Formación)
- g) Los Colorados, Mármol de
- h) Serpentinita, pequeños cuerpos sin nombre formal
- i) Sebastopol, Gneis de

II.3.1.4 Esquistos Las Brisas

Descripción Litológica

Se menciona un metaconglomerado arcósico (Aguerrevere & Zuloaga, 1937), se observa que la unidad está constituida por esquisto cuarzo micáceo, cartografiando a parte al Mármol de Zenda y al gneis microclínico (Dengo, 1951). Luego se divide la formación en gneis y esquisto microclínico-conglomerático y esquisto muscovítico (Smith, 1952). Posteriormente se estima un 90 % de esquisto cuarzo feldespático muscovítico y 10 % de esquisto cuarzo feldespático (Werman, 1972). En la zona de la Victoria, se reconoce metagrauvaca y metaconglomerado y esquisto cuarcífero (Ostos, 1990).

Extensión Geográfica

A lo largo del macizo central de la Cordillera de la Costa, desde Cabo Codera hasta el estado Yaracuy (González, 1972).

Contactos

El contacto entre esta unidad y el Gneis de Sebastopol es discordante. La relación con el mármol de Antímano y el esquisto Las Mercedes ha sido considerada como concordante o transicional (Dengo, 1951; Wehrman, 1972), otros autores consideran estos contactos como de falla conservando concordancia estructural (Ostos, 1990).

Correlación

La primera correlación de esta unidad fue establecida tentativamente con la formación Río Negro (Aguerrevere & Zuloaga, 1937), sin embargo, la diferencia de edades invalida esta correlación. Esta correlacionada con la unidad feldespática del Grupo Juan Griego en la Isla de Margarita (Vignali, 1979).

II.3.1.5 Esquistos Las Mercedes

En las consideraciones históricas, Aguerrevere y Zuloaga (1937) introducen el nombre de Esquistos Las Mercedes para designar a una extensa zona de afloramientos de esquisto calcáreo-grafitoso en la región de Caracas, pero luego los mismos autores en (1938) lo elevan a rango de formación. Dada su monótona litología ha sido descrita en diversas localidades de la Cordillera de la Costa sin mayores modificaciones.

Descripción Litológica

Aguerrevere y Zuloaga (1937) la define como esquisto principalmente carbonático, con zonas micáceas. Según Wehrman (1972) y la revisión de González de Juana et al. (1980) mencionan que la litología predominante consiste en esquisto cuarzo muscovítico carbonático con intercalaciones de mármol grafitoso en forma de lentes. Wehrman (1972) menciona la presencia de conglomerado en su base, esquisto clorítico y una sección tope de filitas negras. Seiders (1965) menciona metarenisca feldespática y cuarcífera. Urbani (1997) estudia mineralógicamente el mármol de esta unidad en la zona de Birongo, estado Miranda, encontrando que la dolomita se encuentra en baja concentración.

Extensión Geográfica

Aflora en una extensa franja, fundamentalmente al sur de la Fila Maestra de la Cordillera de la Costa, entre Carenero, estado Miranda hasta el estado Cojedes (González, 1972).

Contactos

La mayoría de los autores hasta los años 70, han considerado el contacto entre los Esquistos Las Mercedes y Las Brisas como concordantes y del tipo sedimentario. Mientras que recientemente consideran que es tectónico conservando el paralelismo en la foliación en ambas unidades González de Juana (1972). En la Colonia Tovar, Ostos (1990) señala que el contacto entre las rocas de la Asociación metamórfica el Ávila con el esquisto de Las Mercedes puede interpretarse como de falla normal de bajo ángulo, o como un contacto sedimentario original. El contacto entre el esquisto Las Brisas lo interpreta como de corrimiento. En el estado Cojedes, el mismo autor, señala que la peridotita de Tinaquillo está en contacto con el esquisto de Las Mercedes a través del corrimiento de Manrique. Cantisano (1989) en su estudio de la zona de Mamera, Distrito Capital, indica que el contacto entre Las Mercedes y Antímano corresponde a una falla de corrimiento. El contacto con el Esquisto Chuspita puede ser transicional (Seiders, 1965).

Correlación

Por su similitud litológica se ha correlacionado con el Esquisto de Aroa en el estado Yaracuy, así como el Esquisto de Carúpano en la Península de Paria, se propone una correlación con las Formaciones La Luna y Querecual (Aguerreverre & Zuloaga, 1937). Ostos & Yoris (1988) afirman que la única diferencia entre las unidades litoestratigráficas de Las Mercedes y Grupo Guayuta lo constituye el metamorfismo, ya que representan facies semejantes en tiempo y en ambiente. También ha sido relacionada con la unidad no-feldespática del Grupo Juan Griego en la isla de Margarita (Vignali, 1979).

II.3.1.6 Mármol Antímamo

En las consideraciones históricas, se describe formalmente este Mármol como localidad tipo de la zona de Antímamo, Distrito Capital (Dengo, 1951), pero algunos cuerpos de esta unidad según dicha descripción de Dengo, han sido identificados previamente como perteneciente a la Fase Zenda de la Esquistos Las Brisas (Dengo, 1947), o como parte de la Esquistos Las Mercedes (Aguerverre & Zuloaga, 1937; Smith, 1952).

Luego Maclachlan (1960), Wehrmann (1972), González (1972) extienden esa unidad hacia los estados Miranda, Aragua y Carabobo.

Posteriormente se interpreta esa unidad como “horizonte tectónico y no una unidad litoestratigráfica” (González de Juana, 1980), se redefine como fase Antímamo, formando parte de la unidad litodémica de corrimiento, que denominan como complejo la Costa, que reúne adicionalmente a sus fases Tacagua y Nirgua (Ostos, 1987; Navarro, 1988).

Descripción litológica

Se describe la anfibolita de esta unidad (Dengo, 1950; Shumann, 1950), posteriormente se describe esta unidad como mármol masivo, alternado con capas de esquistos cuarzo micáceo y anfibolita (Dengo, 1951). Luego se describe su unidad como esquisto cuarzo muscovítico y mármol cuarcífero (Ostos, 1981), donde en la zona de Antímamo y Mamera, se hallan lentes de mármol y rocas anfibolíticas (Cantisano, 1989).

Extensión Geográfica

Se reconocen afloramientos aislados en la zona de Antímamo y en Mamera, cerca de Carapa y Carapita (Díaz, 2003). Afloramientos en San Pedro, en La Florida, continúa una franja en la Quebrada Tacagua, hacia el oeste entre Mamo, Carayaca y Tarma (Talukdar & Loureiro, 1982), hacia el este en Los Caracas (Castillejo & Suárez, 2002). El mayor de los cuerpos de mármol de

esta unidad fue cartografiado por Smith (1952) al sur de San Pedro y Lagunetas. Afloramiento han sido reconocidos en la zona de Morón (Omaña, 2002).

Contactos

Se interpreta como una falla de corrimiento el contacto con el esquisto de Las Mercedes, e indica que los contactos son estructuralmente concordantes tanto con los esquistos Las Mercedes y Las Brisas (Cantisano, 1989). En el estado La Guaira, entre Curucutí y Los Caracas, la unidad se encuentra en contacto de falla de alto ángulo con el Esquisto de Tacagua al norte y las unidades de la Asociación Metamórfica el Ávila al sur (Barboza & Rodríguez, 2001), se menciona que la unidad está en contacto tectónico con el Esquisto Las Mercedes al sur (Díaz, 2003).

II.4 Geología Local

En la zona en estudio afloran principalmente tres formaciones geológicas, de norte a sur, comenzando con los Esquistos Las Brisas, pasando por el Mármol de Antímano y terminando al sur con los Esquistos Las Mercedes. En el área de estudio se encuentran canteras del Distrito Capital, específicamente ubicadas al suroeste de la zona, e igualmente al suroeste del Distrito Capital, en el HUSO 19 mostrado en la figura 15.

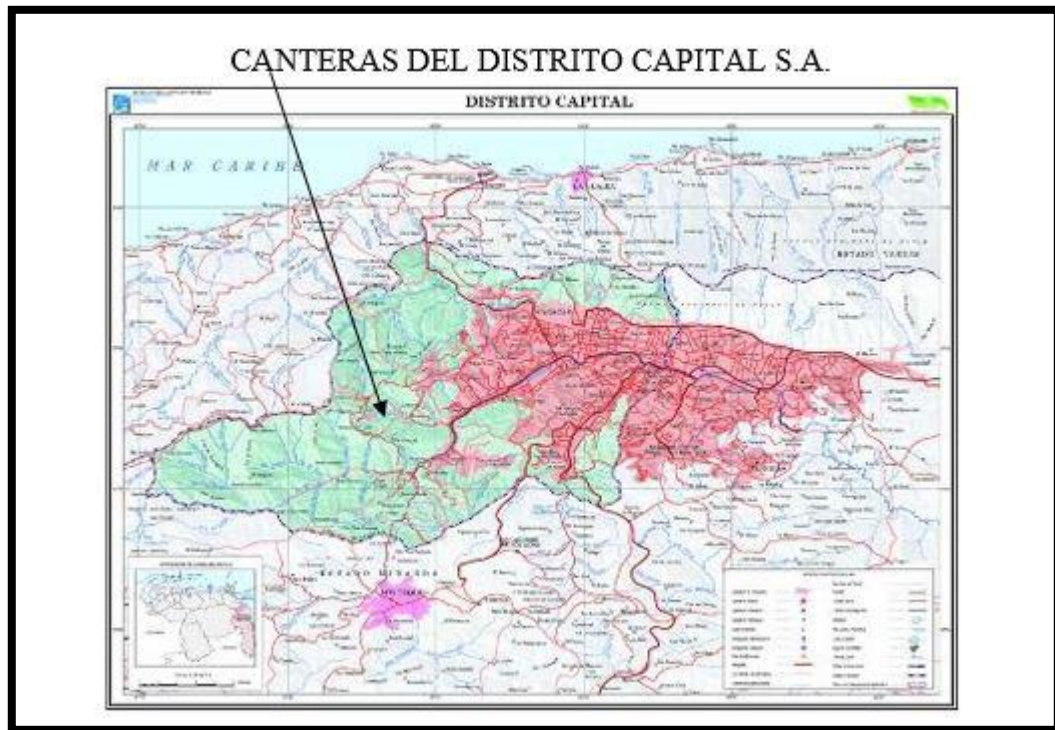


Figura 15. Ubicación Regional. Tomado de: Plan de explotación, Canteras del Distrito Capital (2019).

II.4.1 Marco Geológico

Localmente, el marco geológico consiste de intercalaciones de esquistos cuarzo-micáceos, esquistos cuarzo-calcáneos-micáceos, mármoles lenticulares piritosos grises, mármoles cuarcíticos, anfibolitas granatíferas y/o piritosas de tonos verdosos y cuarcitas de grano fino gris claro también lenticulares (figura 16).

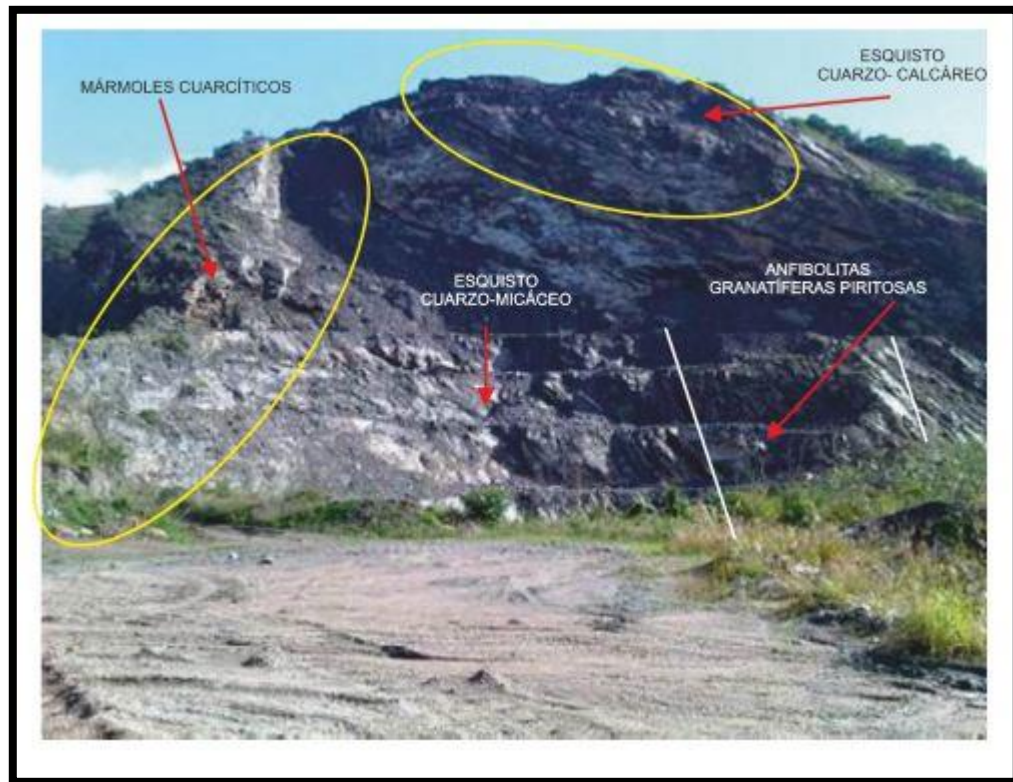


Figura 16. Secuencia litológica que aflora entre el tope de Mina 1 al Oeste, vista al Norte. Fuente: Canteras Del Distrito Capital S.A. (2000)

II.4.2 Secuencia y descripción litológica

Localmente, la secuencia litológica consiste de tope a base (noroeste a sureste), de una intercalación de esquistos cuarzo-micáceos muy meteorizados de colores rojizos, un mármol masivo de grano medio (figura 17), color gris claro con cristales de pirita, una intercalación de esquistos cuarcítico-muscovítico-grafitosos, lentes delgadas de mármol gris oscuro, Anfibolitas (a veces intercaladas paralelas y concordantemente a la foliación de la secuencia y a veces claramente intrusionando a la misma), cuarcitas delgadas gris claro y una gruesa capa de esquistos muy cuarzosos, calcáreos, micáceos con pirita y muy compactos.



Figura 17. Afloramiento de Mármol al Noroeste de la Mina 1. Fuente: Canteras del Distrito Capital S.A. (2019).

También es importante hacer notar que en diferentes áreas de la zona se encuentran depósitos aluviales de material granular, (figura 18).



Figura 18. Depósito de aluvión granular-arcilloso. (Cotas 1060-1090 al oeste de la Mina). Fuente: Canteras del Distrito Capital S.A. (2019).

II.4.3 Geología Estructural

El área se encuentra plegada, fallada y diaclasada intensamente. En el Norte, específicamente en el noroeste, se evidencia un antiforme, cuyo eje lleva como dirección suroeste – noreste, estructura que es posible detallar en el mapa geológico estructural anexo, figura 19.



Figura 19. Espejo de falla en esquisto micáceo. Fuente: Canteras del Distrito Capital S.A. (2019).

Las diaclasas son abundantes debido a los intensos efectos tectónicos que ha sufrido la región y debido también a las características físicas de las rocas, que son muy compactas por su composición mineralógica eminentemente cuarzosa y/o calcárea, propensas a quebrarse o romperse en fragmentos grandes o bloques en vez de plegarse, como sería el caso de los esquistos micáceos y/o grafitosos de los esquistos Las Brisas y Las Mercedes que envuelven transicionalmente a estas rocas del Mármol de Antímano.

Las diaclasas conforman sistemas paralelos en diferentes direcciones e inclinaciones (figura 20). Las más recientes son abiertas, formando grietas y las más antiguas están generalmente rellenas de calcita cristalizada y en algunos casos forman cavernas producto de disolución por el agua que se infiltra de la superficie, cuando se trata de las rocas calcáreas.

La zona presenta dos corrimientos importantes que delimitan el Mármol de Antímamo, ambos con direcciones suroeste – noreste, separadas entre sí, aproximadamente en unos 2000 metros. Y en la zona sureste del área de estudio, se observa un sinforme con dirección suroeste – noreste, el cual corresponde con la Formación Las Brisas.



Figura 20. Sistema de Diaclasas. Fuente: Canteras del Distrito Capital S.A. (2019).

Es relevante destacar que, en materia de gestión de riesgo, la geología ambiental de la zona de estudio se encuentra definida litológicamente por los esquistos cuarzo muscovíticos de Las Mercedes al sur. Entre los corrimientos ubicados en la zona central del área, se encuentra el Mármol de Antímamo y al norte, los esquistos cuarzo muscovíticos grafitosos de Las Brisas, es decir, la zona se encuentra litológicamente dominada por foliaciones que exhiben un ordenamiento mineralógico preferencial, con planos en algunos casos paralelos a las pendientes, favorables a la generación de movimientos de

masa, los cuales son relevantes a la hora de establecer la susceptibilidad hidrogeomorfológica local.

Otro aspecto importante es la competencia de las rocas presentes en el área de estudio, comenzando con los mármoles como las más competentes frente a los movimientos de masa, continuando con los esquistos cuarzo muscovíticos de Las Mercedes, los esquistos cuarzo muscovíticos grafitosos de Las Brisas y como material más susceptible desde el punto de vista hidrogeomorfológico, los aluviones y coluviones presentes en la zona.

Capítulo III

MARCO METODOLÓGICO

El presente documento, basa su investigación en la metodología mixta, integrando tanto procesos cuantitativos como cualitativos, que permiten llegar a un resultado óptimo, producto del análisis de amenazas hidrogeomorfológicas, para contar con mecanismos e instrumentos para la gestión del riesgo local.

En términos generales, el diseño de metodologías mixtas es un diseño de investigación que involucra datos cuantitativos y cualitativos, ya sea en un estudio en particular o en varios estudios dentro de un programa de investigación (Tashakkori & Teddlie, 2003).

III.1.1 Proceso Cualitativo

De acuerdo a Rodríguez & Gil (1996) se puede definir el proceso cualitativo como el estudio de “la realidad en su contexto natural, tal y como sucede, intentando sacar sentido de, o interpretar los fenómenos de acuerdo con los significados que tienen para las personas implicadas. La investigación cualitativa implica la utilización y recogida de una gran variedad de materiales —entrevista, experiencia personal, historias de vida, observaciones, textos históricos, imágenes, sonidos— que describen la rutina y las situaciones problemáticas y los significados en la vida de las personas”. En este sentido, el presente Trabajo Especial de Grado basa su investigación cualitativa en la aplicación de un instrumento de recolección de datos, como es el caso de “la encuesta” que además, es aplicada tipo entrevista, permitiendo recabar información directamente de la comunidad que se encuentra vulnerable frente a las amenazas hidrogeomorfológicas a las que se halla expuesta, lo cual se traduce en un proceso simbiótico entre (i) el investigador que recibe la información y (ii) la comunidad beneficiaria del proyecto, que al llenar la encuesta, interactúa planteando sus inquietudes e interrogantes puntuales, recibiendo orientaciones y enriqueciendo sus saberes sociales para una convivencia cada vez más segura.

III.1.2 Proceso Cuantitativo

La investigación cuantitativa es aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables y estudia las propiedades y fenómenos cuantitativos. Entre las técnicas de análisis se encuentran: análisis descriptivo, análisis exploratorio, inferencial univariable, inferencial multivariable, modelización y contrastación. (Pole, 2009), esta investigación tiene su base

cuantitativa en el análisis descriptivo pertinente a las amenazas hidrogeomorfológicas presentes en el área de estudio, a partir de la generación de productos cartográficos integrados por parámetros fundamentales de geología ambiental, como lo es la verificación geográfica de la zona en estudio, con base a la hidrografía, la litología, la presencia de estructuras geológicas, la vegetación, pendientes y elevaciones e incluso, la exposición de población e infraestructura ante posibles eventos de riesgos siconaturales y tecnológicos.

III.1.3 Utilización del proceso cualitativo y cuantitativo en el T.E.G.

Dentro del T.E.G. se utiliza el proceso cualitativo en la etapa de recopilación de datos mediante recuperación de artículos, imágenes, fotografías aéreas y satelitales, textos históricos, pero principalmente se usa en el factor de vulnerabilidad, donde mediante las entrevistas a los trabajadores y a la comunidad, se estudia la problemática en gestión de riesgo local y lo que significa para las personas que hacen vida en el sector. El proceso cuantitativo se implementa en las etapas de recopilación de información, ya que se analizan mapas, documentos base y estudios en otros lugares de acuerdo al modelo de investigación. También se utiliza dicho proceso en la etapa de campo y de oficina, mediante el análisis de la información recolectada, para generar una integración de todas ellas y elaborar los resultados y la propuesta para la atención de la problemática. Para vislumbrar mejor las etapas que deben atenderse como parte de la metodología mixta, se presenta el siguiente esquema base metodológico, elaborado especialmente para esta investigación:

III.1.4 Etapas de la metodología



Figura 21. Etapas de la metodología.

III.1.4.1 Etapa de recopilación de información

Durante esta etapa se realiza la primera fase de la investigación, basada en la búsqueda de documentos, mapas tales como: hidrológico, geológico, topográfico, de pendientes, vegetación, uso de los suelos, ordenamiento territorial, mapas de la cantera, los cuales se usarán como bases para observar las zonas estimadas con mayor vulnerabilidad y mayor probabilidad de afectación por amenazas hidrogeomorfológicas, todo esto para la generación de los mapas finales; así como: tesis relacionadas a la zona de estudio o del mismo trabajo de investigación, trabajos de gestión de riesgo realizados en Suramérica, como lo son el Proyecto Multinacional Andino, datos asociados a deslizamientos de zonas urbanas y accidentes en minas a cielo abierto, geología regional, foros, artículos, entrevistas, libros, fotografías aéreas y fotografías satelitales de la actualidad y de años anteriores. Además, se precisa de una revisión detallada del marco legal, integrado por la Constitución de la República, las leyes de gestión de riesgo, Ley Orgánica del Ambiente, Ley Penal del Ambiente, Ley de Minas, leyes en materia de ordenación del territorio, normas ISO, normas COVENIN relacionadas a la gestión de riesgo, entre otras.

Con respecto a la cartografía geológica, como base de la investigación se utilizaron dos (2) hojas a escala 1:25.000 del Atlas de la Cordillera de la Costa (URBANI & RODRÍGUEZ, 2004):

Número de Hoja	Nombre del mapa Geológico
6747 II NE	El Junquito
6847 III NO	El Valle

Tabla 3. Cartografía Geológica. Atlas de La Cordillera de la Costa. (Urbani & Rodríguez, 2004).

III.1.4.2. Etapa de Campo

En esta etapa se realizó el reconocimiento geológico de la zona, se determinan las diferentes amenazas naturales relacionadas a dicha zona, por ejemplo, las sísmicas y las geomorfológicas, destacando los deslizamientos, desprendimientos de bloques del macizo rocoso, evidencias de riesgo sísmico, es decir, todas aquellas amenazas que pueden constituirse en riesgos en la zona de estudio. En esta etapa también se verifica la red hidrográfica y los procesos de meteorización y erosión del área geográfica atendida. También se evalúan estructuras geológicas, planos de foliación, discontinuidades, diaclasas, fallas, plegamientos, se toman muestras de la litología para observar sus propiedades generales en cuanto a la competencia. La etapa de campo consiste en diferentes visitas al área en estudio y a las comunidades cercanas, figura 22 y figura 23, la visita a la Cantera fue realizada en junio del 2019, y las visitas a las comunidades para las entrevistas se realizaron en agosto del 2023.



Figura 22. Visita a la Cantera Distrito Capital. S.A.



Figura 23. Medición de rumbo y buzamiento de los plegamientos.

Además, es importante destacar, que mediante diferentes instrumentos como son las encuestas, aplicadas tipo entrevista, como instrumentos de recolección de datos () de la población, se reconocen los lugares de vulnerabilidad que impliquen mayor riesgo a las personas y a la infraestructura expuesta. En consecuencia, se verifica si existe un plan de emergencia para la atención de eventos de riesgo, en la comunidad y sus alrededores, para la atención oportuna de alguna amenaza que se pueda activar, como por ejemplo un terremoto, deslizamientos, rupturas o colapso del macizo rocoso, por nombrar algunos casos, donde se requiera una respuesta inmediata para la atención de la emergencia.

III.1.4.3. Etapa de Oficina

En esta etapa se interpretan los posibles riesgos en la zona, mediante los estudios previos y del análisis de las amenazas y la vulnerabilidad.

Se realizan los diferentes mapas base como el mapa geológico, el de vegetación, por movimientos de masas (geológico estructural), de pendientes, elevaciones e hidrográfico, utilizando mapas recopilados de tesis realizadas en la zona, imágenes satelitales, como las hojas del Atlas de la Cordillera de la Costa, en formato JPEG, a escala 1:25.000 (figura 24), actualizando la información con base a las imágenes proporcionadas por la plataforma digital de *Google Earth*.

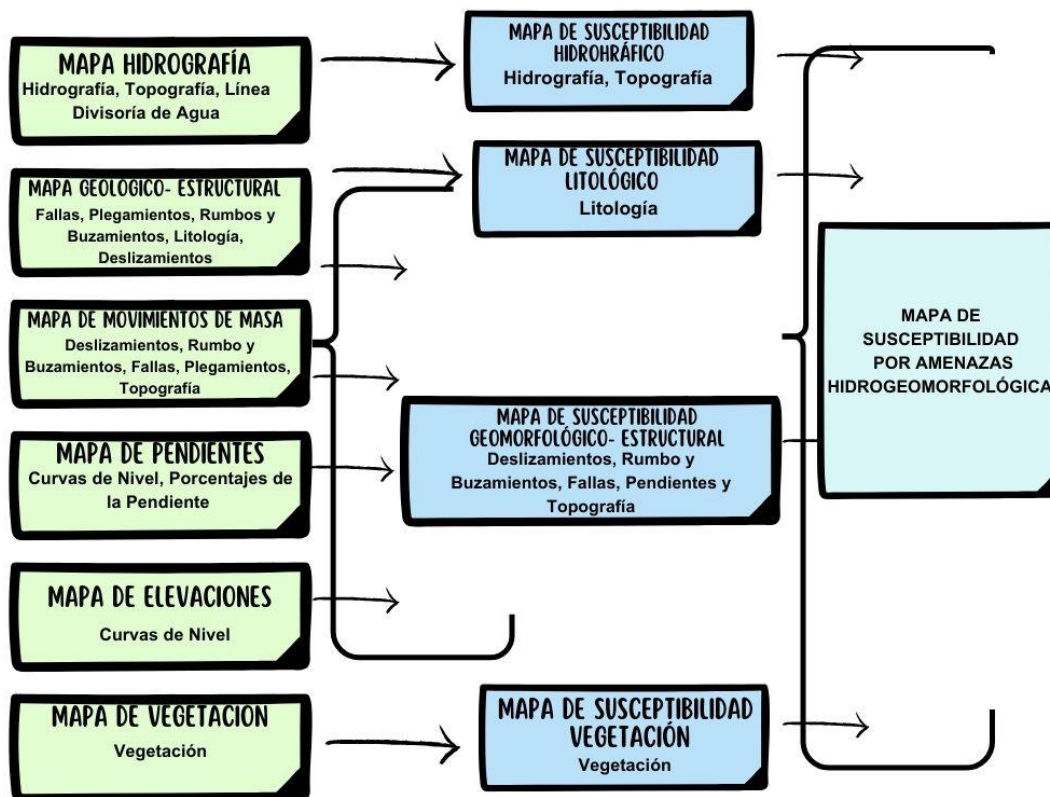


Figura 24. Esquema de elaboración de los mapas.

El procedimiento consistió en inicio, en la vectorización de la información correspondiente a cada mapa: curvas de nivel, rumbos y buzamientos, estructuras geológicas, unidades litológicas, contactos litológicos, coronas de deslizamiento drenajes, vegetación, infraestructura, etc., a través del SIG ArcGis versión 10.8, donde toda la información fue procesada con el Datum WGS 84 (World Geodetic System 1984), Zona: 19, Hemisferio: Norte. También se toman las fotografías aéreas y las fotos tomadas en campo donde se visualizan los procesos geológicos y su localización, las amenazas presentes en la zona y cómo ha evolucionado en el tiempo y la vulnerabilidad por exposición de la comunidad.

En la figura 25 se representa la metodología para realizar los mapas de peligrosidad, riesgo y susceptibilidad, mostrando los parámetros que se utilizan y lo que se plasma en el mismo.

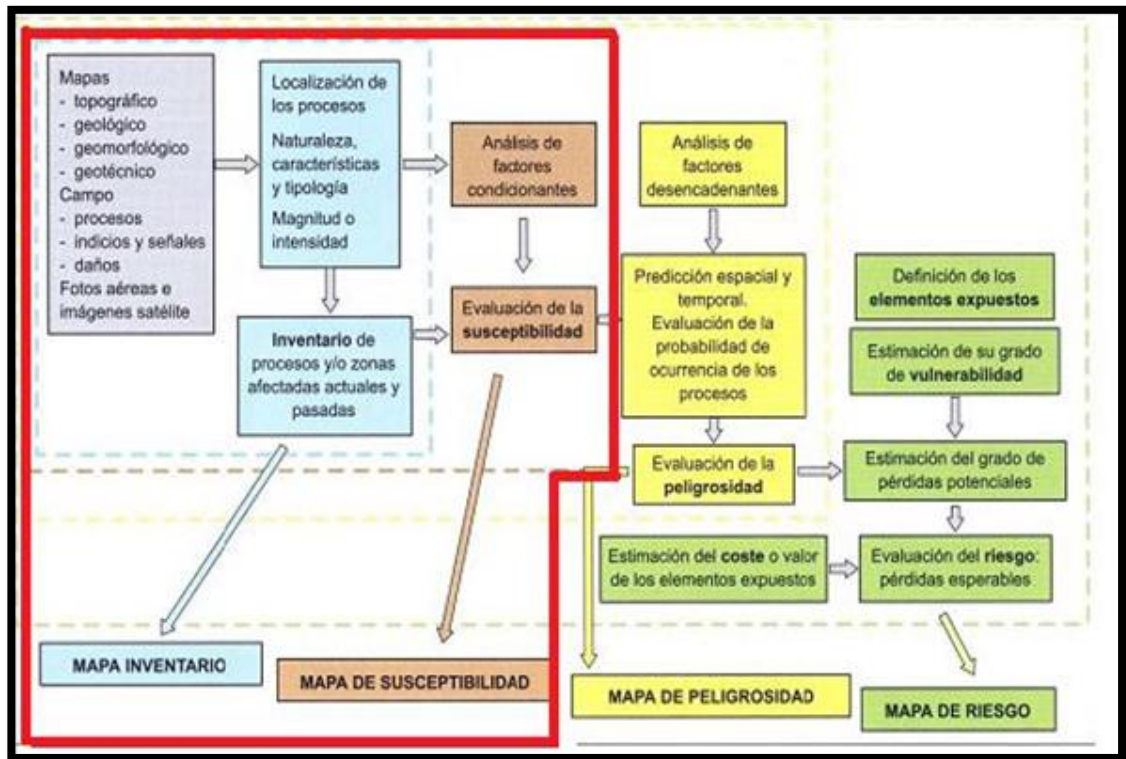


Figura 25. Esquema de la metodología para la realización de los mapas de susceptibilidad, peligrosidad y riesgo (González, Ferrer, Otoño & Otero, 2004).

Posteriormente, ya con la información integrada y analizada, se realiza una evaluación general del riesgo, considerando la susceptibilidad, con base en los diferentes mapas, de acuerdo a las amenazas hidrogeomorfológicas. En consecuencia, se obtiene como producto cartográfico final, un mapa de susceptibilidad de la zona. En este sentido es relevante recordar, que ese producto cartográfico final es la principal herramienta para la toma de decisiones en materia de gestión del riesgo local, e incluso permite a las autoridades competentes, establecer un espacio de resguardo inmediato a la hora de la activación de un evento natural o tecnológico, o cualquier otra actividad que derive en peligro inminente para las personas que hacen vida en el lugar.

Como valor agregado para la gestión del riesgo local, el mapa de susceptibilidad hidrogeomorfológica, se acompaña del análisis e interpretación, considerando la evaluación de las amenazas presentes en el sector y la vulnerabilidad a partir de la exposición de infraestructura (demografía), con una propuesta definida en estrategias prospectivas, correctivas y reactivas, para disminuir el riesgo socio-ambiental y así contar

con las mejores acciones contra desastres, para el antes, durante y después de un evento geológico.

Capítulo IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

IV.1 Generalidades

El objetivo principal de este trabajo de investigación es analizar las amenazas hidrogeomorfológicas presentes en la parroquia: Antímano, en Mamera, con el fin de generar un producto cartográfico que permita dar una respuesta eficiente a la hora de la activación de un evento geológico en general, geomorfológico o de índole hidrológico. En el capítulo presentado a continuación, se desarrollan los resultados obtenidos a partir de las características observadas en campo, mediante las visitas a la zona de estudio, más los diferentes mapas bases, imágenes satelitales, su interpretación y análisis correspondiente a la etapa de oficina.

La región de estudio está ubicada en la Cordillera de La Costa, constituidas por un conjunto de unidades litológicas de origen metamórfico, formadas desde el Jurásico hasta los depósitos sedimentarios en el Reciente. El relieve de esta zona es montañoso con elevaciones entre los 900 mts. hasta los 1500 mts. sobre el nivel del mar, con pendientes variadas.

La litología de la zona se encuentra definida en unidades de rocas metamórficas, entre las cuales destaca con mayor presencia, el Esquisto Las Mercedes y el Esquisto Las Brisas, y en menor proporción el Mármol de Antímano, Serpentinitas, Anfibolitas y depósitos aluviales y coluviales.

En relación a la hidrografía, el drenaje principal es el río Guaire, seguido de quebradas de patrón dendrítico en todo el sector, la más destacada es la quebrada Mamera que baja por la vía del Junquito-Mamera.

Entre las estructuras geológicas relevantes, destacan los corrimientos que limitan el Mármol de Antímano, los cuales separan a los esquistos de Las Mercedes ubicados al sur, y los esquistos de Las Brisas al norte. En consecuencia, las estructuras base corresponden con fallas inversas de bajo ángulo y en cuanto a las lineaciones, predomina la foliación característica de este tipo de rocas metamórficas, como son los esquistos cuarzo micáceos y cuarzo micáceos grafitosos.

En consideración a los periodos de retorno, es importante mencionar que no se tienen datos específicos en cuanto a eventos hidrogeomorfológicos en la zona de Antímano, Mamera. Sin embargo, es posible mencionar el evento más reciente que causó estragos en toda la zona costera central venezolana, como fue el evento hidrogeomorfológico ocurrido en el estado Vargas en el año 1999, donde numerosos investigadores coinciden en que corresponde con un

evento recurrente, que ocurrió también en el pasado, entre los años 1100 y 1500.

IV.2. Mapas

El análisis de los mapas se realiza dividiendo cada mapa en 4 sectores de acuerdo a su orientación geográfica: NW, NE, SW y SE, representado en la (figura 26).



Figura 26. División del área de estudio.

IV.2.1. Mapa de Movimientos de Masa.

En este mapa podemos constatar las ubicaciones de las coronas de deslizamiento, las zonas donde existe mayor concentración de este tipo de movimiento de masa, y su relación con la foliación de los esquistos de la zona, a su vez se observan las diferentes estructuras geológicas como las fallas inversas, y falla dextral. Además, se identifica como está concentrada la infraestructura, es decir, la concentración demográfica de la zona de Mamera y Antímamo, con base en la localización de las zonas más pobladas y la presencia de los deslizamientos (figura 27).

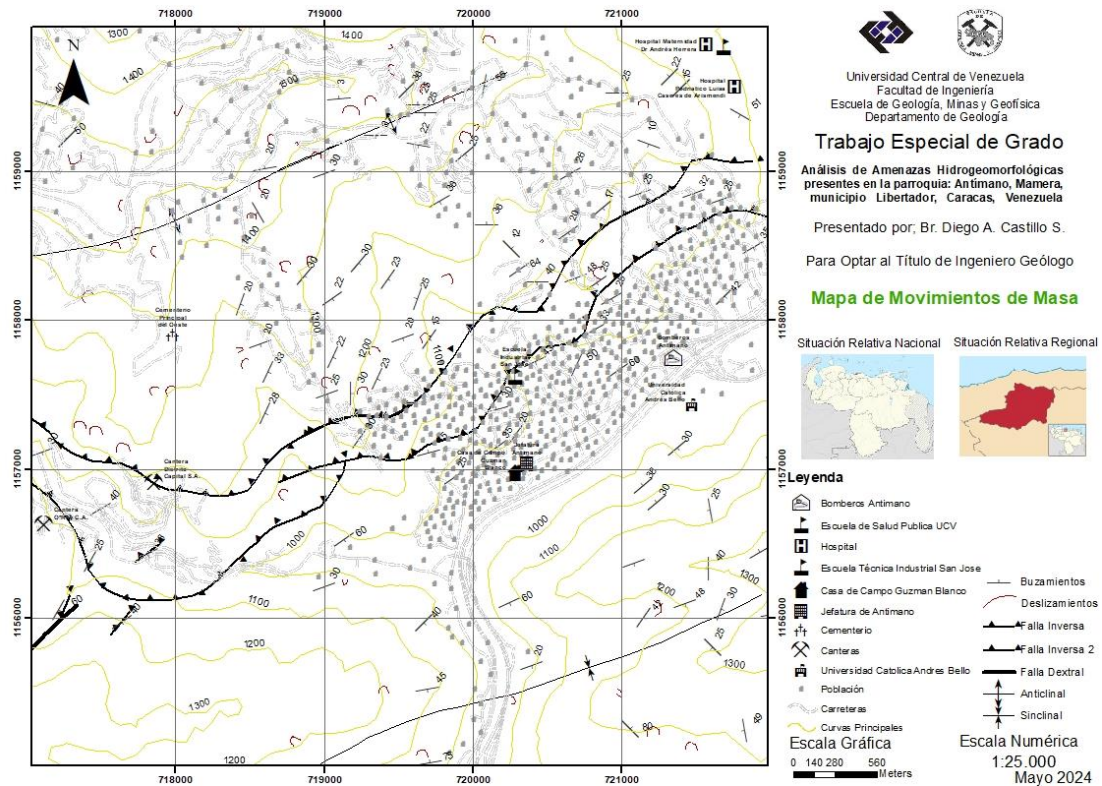


Figura 27. Mapa de Movimientos de Masa.

Zona NW

La zona posee poca infraestructura, sin embargo, tiene una alta concentración de calles y caminos secundarios. Se presentan abundantes coronas de deslizamiento en sentido SE y en sentido Sur, ubicadas en las cercanías de la cantera del Distrito Capital. La gran mayoría de los deslizamientos tienen un sentido favorable a la foliación del Esquisto, exceptuando algunos puntos de coronas más al norte, con sentido contrario. En este espacio geográfico se encuentra un anticlinal ubicado en la parte norte del mapa y de la zona NW. Dentro de dicha área, existe uno de los puntos de interés que es El Cementerio Principal del Oeste, al SW del anticlinal, cerca de algunas coronas de deslizamiento. Además, es relevante destacar, que el crecimiento del cementerio evoluciona hacia la zona sur, en la cabecera de la cantera, con una notable intervención del terreno a partir de la generación de terrazas, dejando expuesto el suelo sin vegetación, favoreciendo el proceso de infiltración durante precipitaciones y aumentando su carga hidrostática, lo cual puede generar un mayor número de movimientos de masa.

Zona NE

Este territorio presenta alta acumulación de infraestructura, con viviendas, colegios, hospitales, canchas e industrias, es decir alta concentración de personas, y la presencia de abundantes carreteras y caminos. Se observa una moderada concentración de deslizamientos al norte del área NE, con sentido SE y con relación a la foliación, es variada en toda esta región. En cuanto a las estructuras geológicas, se observan fallas inversas al sur de la zona, con sentido hacia el norte. De acuerdo a los puntos de interés dentro de esta área en específico, al NE se encuentran los Hospitales (Hospital Maternidad Dr. Andrés Herrera, Hospital Pediátrico Luisa Cáceres de Arismendi, Hospital General Dr. José Ignacio Baldó), y la Escuela de Salud Pública de la UCV, todos ellos ubicados al norte de la falla inversa de bajo ángulo y al NE de algunas coronas de deslizamiento. Por su parte, la Escuela Técnica Industrial San José, está ubicado al sur de esta zona y los Bomberos de Antímamo.

Zona SE

En este espacio geográfico se observa una gran concentración de infraestructura, como viviendas e industrias en la parte norte, con presencia de pocas vías de tránsito como carreteras y caminos, escasas coronas de deslizamientos, ubicadas al sur, y al norte se encuentran los corrimientos que delimitan el Mármol de Antímamo. También es importante mencionar que en el SE del mapa se ubica un sinclinal, dentro de este espacio los puntos de interés son la Universidad Católica Andrés Bello, la Casa de Campo Guzmán Blanco y la Jefatura de Antímamo.

Zona SW

Muy poca infraestructura y población, con la presencia de la carretera principal del Junquito, en esta área se encuentran pocas coronas de deslizamiento, pero todas están ubicadas al norte de dicha zona, tienen sentido S y SE, algunas favorables a la foliación del esquisto, los deslizamientos están cercanos a las fallas inversas que se encuentran en toda la zona de estudio. Existen otras fallas inversas menores y una falla dextral que se puede interpretar localmente, ubicada al SW de la zona y al S de las fallas inversas principales. De acuerdo a los puntos de interés, se encuentran dos lugares de explotación minera, como lo son la Cantera O'Rey C.A. y la Cantera Distrito Capital S.A., estas se encuentran al NW de la zona, ambas muy cercanas entre sí, a su vez las mismas están próximas a los deslizamientos y a las fallas.

IV.2.2. Mapa de Vegetación

En este mapa se puede identificar dónde está la zona más boscosa y la menos boscosa del área de estudio, su interacción con la intervención del hombre

para construir infraestructura, y zonas urbanas, en las cuales es casi nula la vegetación. Además, se puede observar la abundancia de vegetación en áreas con drenajes o quebradas y el tipo de vegetación de la zona como lo son: Típica de regiones boscosas tropicales como lo son: Bosques Hidrófilos, Bosques Mesófilos, zonas de matorrales y arbustos, principalmente representada por gramíneas (figura 28).

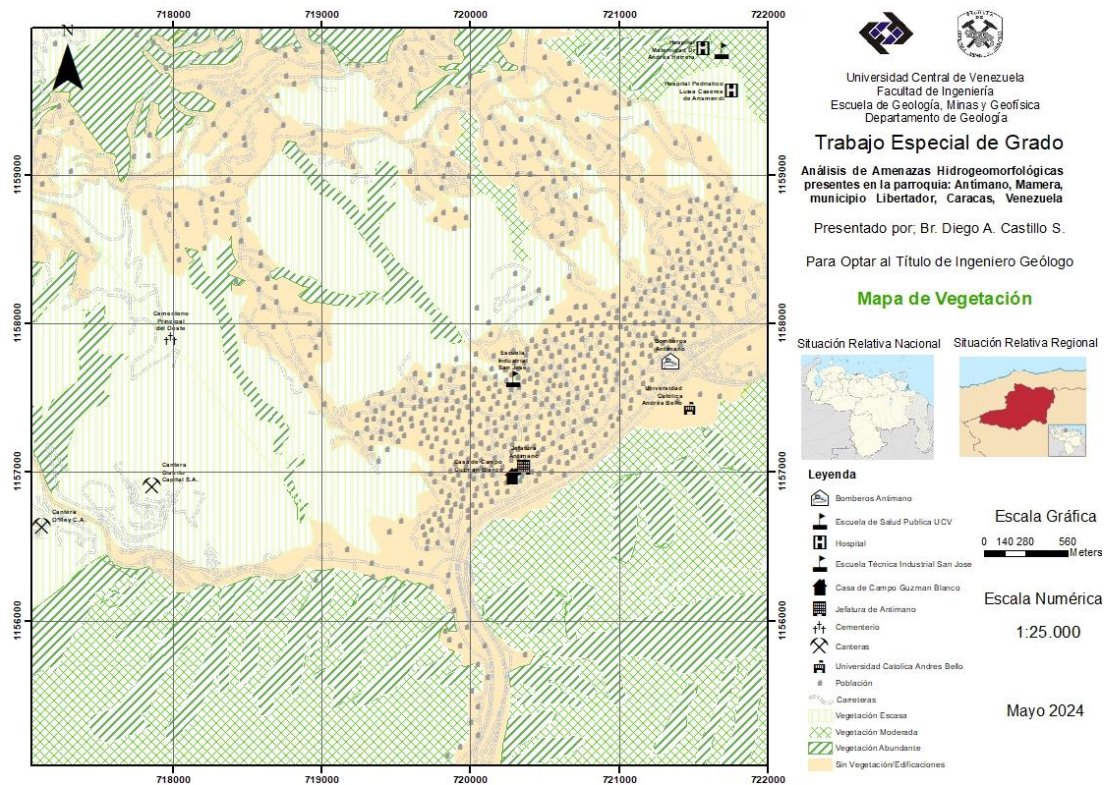


Figura 28. Mapa de Vegetación.

Zona NW

En esta zona el rango predominante es sin vegetación, es decir, la vegetación es muy escasa, se observan los cambios realizados por el hombre para la construcción de sus viviendas, carreteras y cultivos, lo cual expone el terreno a infiltraciones de agua. Otro factor que predomina, son los deslizamientos, consecuencia de la exposición del terreno que permite mayor meteorización y erosión del suelo. La vegetación se vuelve más abundante en las áreas con presencia de drenajes. La zona menos boscosa está ubicada al sur de la zona NW y de acuerdo a los puntos de interés, el Cementerio Principal del Oeste tiene vegetación escasa.

Zona NE

Dentro de esta zona el rango de vegetación predominante es “sin vegetación a escasa”, con abundante presencia de infraestructura de viviendas y carreteras, la cual representa un cambio importante en el uso del suelo, es decir, es decir, es abundante el impacto antrópico. La zona de vegetación más abundante se encuentra al norte, con presencia de vegetación moderada a abundante en algunos puntos. De acuerdo a los puntos de interés que son los hospitales (Hospital Maternidad Dr. Andrés Herrera, Hospital Pediátrico Luisa Cáceres de Arismendi, Hospital General Dr. José Ignacio Baldó) y Escuela de Salud Pública de la UCV, están ubicadas en zonas de vegetación moderada, y la Escuela Técnica Industrial San José y los Bomberos de Antímamo, están ubicados en áreas sin vegetación o con infraestructura.

Zona SE

En esta zona el rango de vegetación va desde el moderado a abundante, moderada infraestructura principalmente al norte de la zona, carreteras principales como lo son la autopista y caminos secundarios. En este caso existe una moderada intervención del suelo y su vegetación, con poca cantidad de coronas de deslizamientos, y con abundantes drenajes o quebradas secundarias. En las zonas más altas es donde se encuentran las áreas más boscosas, específicamente al sur. De acuerdo a los puntos de interés, se cuenta con la Universidad Católica Andrés Bello, la Casa de Campo Guzmán Blanco y la Jefatura de Antímamo, todas ubicadas en zonas sin vegetación o zonas de infraestructura.

Zona SW

Dentro de esta zona existe una paridad de acuerdo al rango de vegetación, pero la misma se puede dividir en dos áreas, al norte sin vegetación o con escasa vegetación, y al sur, de moderada vegetación a abundante. En el norte se presentan más deslizamientos y zonas de infiltraciones, asociadas a la poca vegetación que permite mayor meteorización y erosión. Las zonas más boscosas corresponden con las mayores elevaciones, ubicadas al sur y las canteras, O'Rey C.A y Distrito Capital S.A., están en áreas de vegetación escasa.

IV.2.3. Mapa Hidrográfico

Con base en la hidrografía de la zona, el área se subdivide en 3 microcuencas hidrográficas, la de mayor porcentaje está la ubicada en la parte norte de la misma, abarcando un 85% aproximadamente del mapa, luego está la segunda microcuenca ubicada al este del río Guaire, con un porcentaje de 12% y por último la microcuenca ubicada al SW, la cual representa en porcentaje un 3% aproximadamente. El río principal es el Guiare, que viene desde el sur con dirección NE, y la quebrada más importante es la quebrada Mamera, que va

sentido oeste - este paralela a la carretera del Junquito, del resto, los drenajes tienen un patrón dendrítico, como se observa en la figura 29.

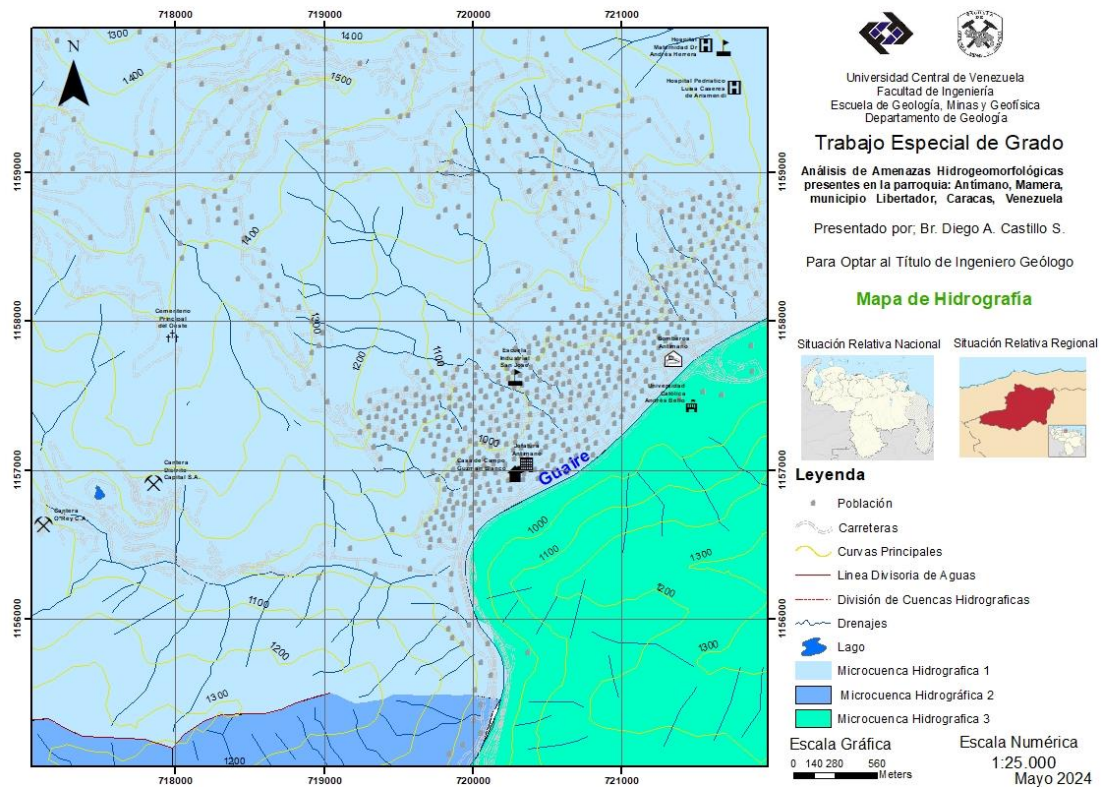


Figura 29. Mapa de Hidrografía.

Zona NW

Esta zona está ubicada en la microcuenca hidrográfica principal que llamamos microcuenca hidrográfica 1, el drenaje es de patrón dendrítico con dirección SE, además de un drenaje cercano al Cementerio Principal del Oeste, ubicado al norte del mismo.

Zona NE

En esta zona se encuentran dos microcuencas hidrográficas, el área se encuentra principalmente abarcada por la número 1 y un pequeño porcentaje por el número 2 al sur de la zona. Además, se observa una parte del río Guaire ubicado al Sur. Los drenajes secundarios son abundantes y tienen un patrón dendrítico con dirección SE. De acuerdo a las zonas de interés, se encuentran el Hospital Maternidad Dr. Andrés Herrera, Hospital Pediátrico Luisa Cáceres de Arismendi, Hospital General Dr. José Ignacio Baldó y la Escuela de Salud Pública de la UCV, con drenajes cercanos al NW de estos puntos, y la Escuela Técnica Industrial San José, se encuentran bordeada por dos drenajes,

además de los Bomberos de Antímano, que están ubicados en las cercanías al río Guaire.

Zona SE

Dentro de esta zona, pueden observarse las tres microcuencas hidrográficas, la 2 que está ubicada al este del área, la 1 al norte y la microcuenca hidrográfica 3, al sur. En la microcuenca hidrográfica 2, existen drenajes secundarios de patrón dendrítico, ubicados al norte con dirección NW, y las ubicadas al sur, con dirección SW. En relación a los puntos de interés, la Universidad Católica Andrés Bello está cercana al río Guaire y la Casa de Campo Guzmán Blanco, así como la Jefatura de Antímano, tienen drenajes secundarios cercanos al norte de cada uno.

Zona SW

Se localizan dos microcuencas hidrográficas, la principal es la número 1 al norte de esta zona y la 2 al sur. en la microcuenca hidrográfica 1 se encuentra la quebrada Mamera, con dirección SE y las quebradas al sur de la quebrada Mamera, van en sentido NE. Además, es relevante destacar que dentro de la tercera microcuenca se localiza un lago creado por el hombre, cercano a la Cantera Distrito Capital S.A, con dirección SE, referente a los puntos de interés la Cantera O´Rey C.A. y la Cantera Distrito Capital S.A., ambas están cercanas a la quebrada Mamera.

IV.2.4. Mapa Geológico-Estructural.

En este mapa están representadas las diferentes litologías de la zona de estudio, y los procesos estructurales como lo son las fallas, plegamientos y deslizamientos. En líneas generales la zona está compuesta por rocas metamórficas como lo son el Esquisto Las Brisas y el Esquisto Las Mercedes en mayor proporción, sin embargo, se encuentra un porcentaje medio del Mármol de Antímano, con presencia de Serpentinitas y Anfibolitas. Resaltan también depósitos cuaternarios coluviales y aluviales. En relación con las estructuras geológicas existe una particularidad, que delimita el Mármol de Antímano, localizado entre dos fallas inversas de bajo ángulo. Los depósitos coluviales están concentrados en la zona norte, en vegetación escasa. Y los depósitos aluviales están ubicados a lo largo del río principal que es el Guaire y la Quebrada Mamera, representado en la figura 30.

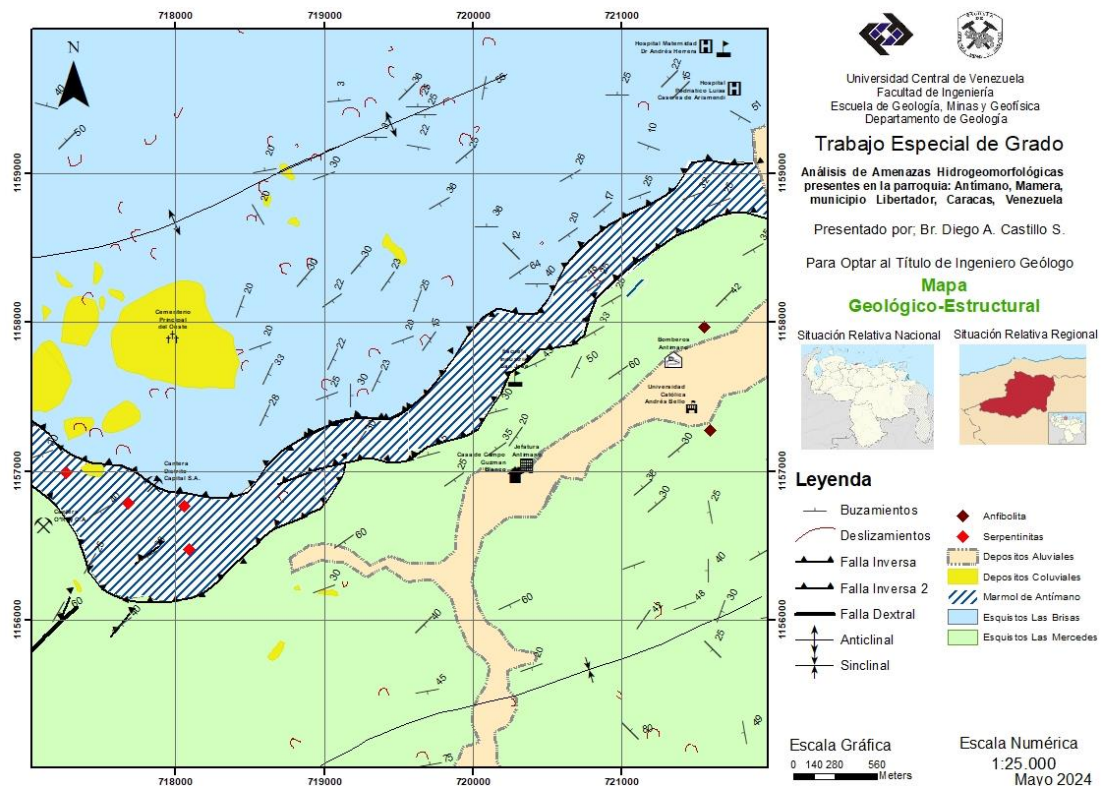


Figura 30. Mapa Geológico-Estructural.

Zona NW

La litología predominante es el Esquisto Las Brisas, con depósitos coluviales principalmente en el SW de esta zona, existe una unidad litológica en el este, correspondiente a las anfibolitas granatíferas, que solo están en este punto. En relación con la parte estructural, existe la presencia del anticlinal al norte de la zona, las foliaciones del esquisto tienen rumbos SE y al norte del anticlinal NE principalmente. El Cementerio Principal del Oeste está ubicado en un punto donde la litología predominante son los depósitos coluviales.

Zona NE

La litología más predominante es el Esquisto Las Brisas, sin embargo, se encuentra en esta zona el Mármol de Antimano al sur de la misma, también al SE se localiza el Esquisto las Mercedes, los depósitos aluviales, y presencia de Anfibolitas, y al NW de esta zona, la unidad de Anfibolitas granatíferas. En referencia a la parte estructural, se localiza al norte el anticlinal, y al sur las fallas inversas de bajo ángulo con corrimiento al Norte, en el área de estas fallas se encuentra el Mármol de Antimano. En cuanto a las foliaciones de los esquistos, varían sus rumbos, pero en general son de dirección SE. En esta zona existe la presencia moderada de deslizamientos. Los hospitales (Hospital

Maternidad Dr. Andrés Herrera, Hospital Pediátrico Luisa Cáceres de Arismendi, Hospital General Dr. José Ignacio Baldó) y la Escuela de Salud Pública de la UCV, se encuentra dentro de la zona del esquisto las Brisas y los Bomberos de Antímamo se localizan dentro de los depósitos aluviales, cercanos al río Guaire.

Zona SE

Se localizan diferentes litologías, la más predominante es el esquisto Las Mercedes que se ubica al sur de la falla inversa, también se observa presencia del Mármol de Antímamo al norte y del esquisto Las Brisas. Otra litología predominante es el depósito aluvial y una zona puntual de anfibolitas al este de esta zona. Estructuralmente se localizan al norte las fallas inversas de corrimiento y al sur un sinclinal. El área tiene poca presencia de deslizamientos, y las foliaciones de los esquistos tienen direcciones SE mayormente y en algunos puntos NW. En relación a los puntos de interés, la Universidad Católica Andrés Bello, la Casa de Campo Guzmán Blanco y la Jefatura de Antímamo, están ubicadas en depósitos aluviales.

Zona SW

Principalmente con la presencia del esquisto las Mercedes, dentro de esta zona también se observan diferentes litologías, como lo son el esquisto las Brisas al norte de la misma, en moderada proporción el Mármol de Antímamo, y puntos menores de depósitos coluviales, principalmente en el norte, y depósitos aluviales y serpentinitas en la zona del Mármol de Antímamo. Además, se presentan las fallas inversas con corrimiento al Norte, una falla inversa menor y una falla dextral al sur de las fallas inversas principales. Los deslizamientos principalmente se encuentran al norte de esta zona, y las foliaciones de los esquistos tienen direcciones SE. referente a los puntos de interés, la Cantera O'Rey C.A. y la Cantera Distrito Capital S.A. están ubicados en la zona del Mármol de Antímamo, cercanos a los esquistos Las Brisas y Las Mercedes.

IV.2.5. Mapa de Elevaciones

La zona de estudio en general está por encima de los 1000 mts. de altura sobre el nivel del mar, siendo la cota más baja de 909 mts., ubicada en la zona de la autopista y la más alta de 1600 mts. de altura, ubicada en la parte NW de la zona de estudio. En promedio el rango de elevación de mayor porcentaje está entre los 1100 a 1400 mts., representado en la figura 31.

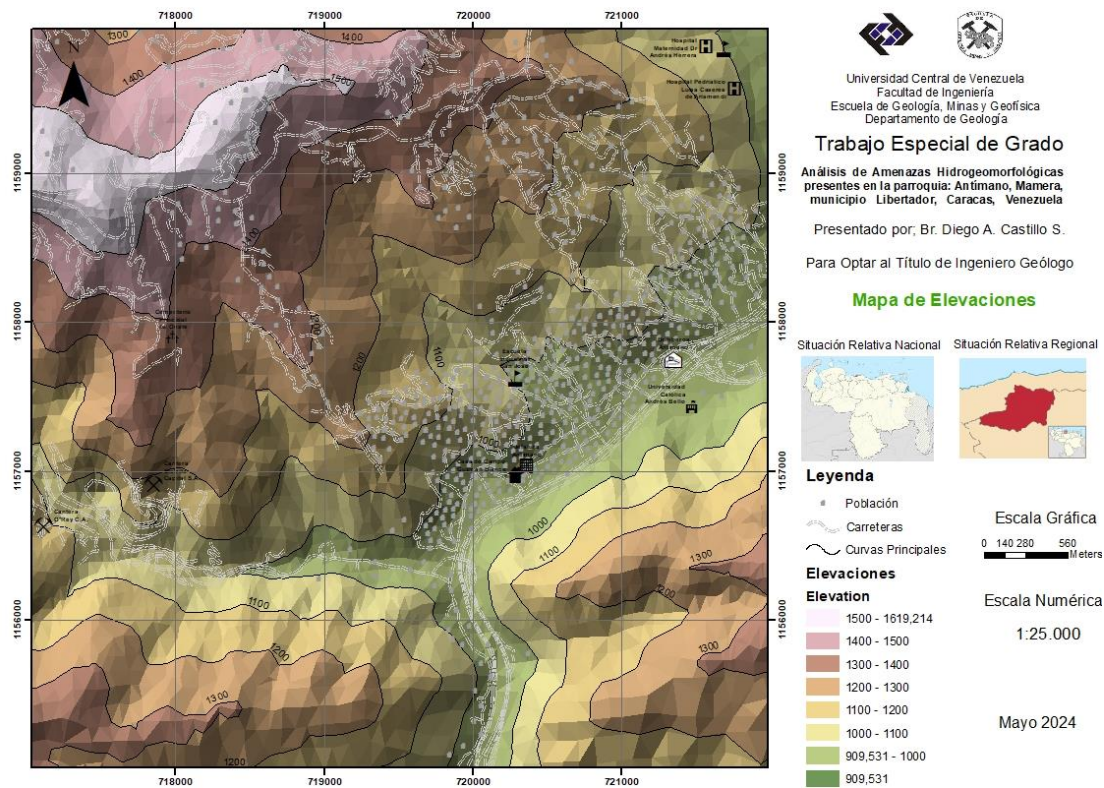


Figura 31. Mapa de Elevaciones.

Zona NW

El rango de elevaciones de esta zona va desde los 1100 mts. al SE de la misma, hasta los 1600 mts. al NW. De acuerdo a los puntos de interés el Cementerio Principal del Oeste está en un rango de elevación de 1300 mts. hasta los 1400 mts.

Zona NE

En esta zona las elevaciones van desde los 940 mts. al SE, hasta los 1480 mts. aproximadamente al NW. Los hospitales (Hospital Maternidad Dr. Andrés Herrera, Hospital Pediátrico Luisa Cáceres de Arismendi, Hospital General Dr. José Ignacio Baldó) y la Escuela de Salud Pública de la UCV, están ubicados en elevaciones de 980 mts., hasta los 1020 mts. sobre el nivel del mar y los Bomberos de Antímamo a 940 mts.

Zona SE

Los rangos de elevaciones de esta zona van desde los 910 mts. hasta los 1340 mts. aproximadamente de altura al S de esta zona. En relación a los puntos

de interés, la Universidad Católica Andrés Bello, la Casa de Campo Guzmán Blanco y la Jefatura de Antimano, están ubicadas en elevaciones con rango desde los 940 mts. hasta los 1000 mts. de altura sobre el nivel del mar.

Zona SW

En esta zona existen elevaciones que van desde los 940 mts. en la parte centro este de esta zona a alturas de 1340 mts. al NW y SW de la misma. Con los puntos de interés, la Cantera O'Rey C.A, y la Cantera Distrito Capital, en el rango de 1100 mts. hasta los 1200 mts.

IV.2.6. Mapa de Pendientes

En general la zona de estudio tiene diferentes pendientes de acuerdo a las elevaciones, el rango que mayor predomina es de 25° a 50°, con porcentajes del 50 % del área total del terreno. Sin embargo, existen pendientes menores a este rango, principalmente en la parte más baja de la zona, con pendientes superiores a los 50° en algunas partes puntuales de la superficie de estudio, observado en la figura 32.

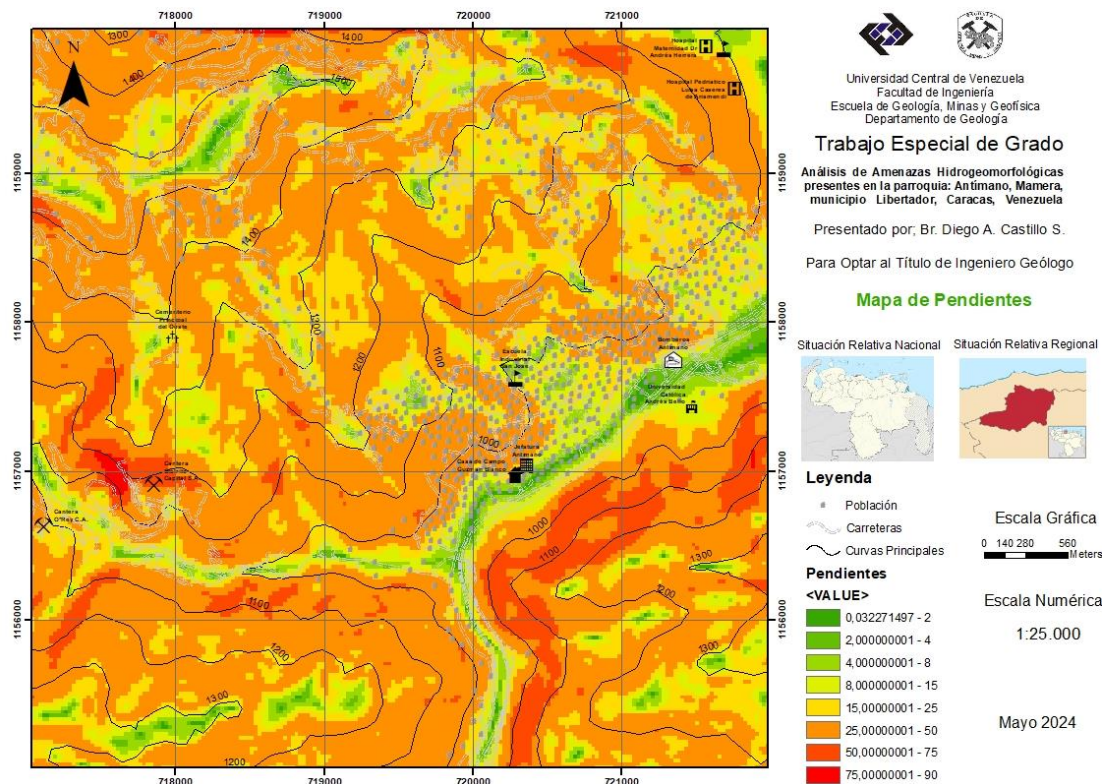


Figura 32. Mapa de Pendientes.

Zona NW

Zona de pendiente promedio de 25° a 50° en general en todo el terreno, las elevaciones están por encima de los 1100 mts., con puntos específicos con pendientes por encima de los 75° en la parte norte de esta zona y en una proporción mayor en la zona SW. Una característica importante de resaltar, es que en las elevaciones más altas de 1500 mts. a 1600 mts., existe una pendiente menor de 0° a 15°, indicativo de que estas montañas no son escarpadas sino aplanadas o amecetadas. El Cementerio Principal del Oeste está en un rango de pendiente entre los rangos de 15° a 50°.

Zona NE

Dentro de esta zona existe una proporción casi igual de pendientes entre 25° a 50° y pendientes de 15° a 25°, la zona más baja de la superficie en general es la que tiene las pendientes más bajas. Por debajo de los 8°, existe una parte del terreno con pendientes por encima de los 75°, ubicado al NE de la superficie y otra al SW de menor proporción. Los hospitales (Hospital Maternidad Dr. Andrés Herrera, Hospital Pediátrico Luisa Cáceres de Arismendi, Hospital General Dr. José Ignacio Baldó) y la Escuela de Salud Pública de la UCV, están ubicados en pendientes de rangos de 4° a 15° y los Bomberos de Antímano de 4° a 8°.

Zona SE

Se encuentra una mayor equidad de las pendientes, sin embargo, el que predomina más es el de rango de 25° a 50°, luego el rango de 15° a 25°, siguiendo el rango de 0° a 4°, y algunos sectores de 50° a 75° en la parte SE de la zona. La Universidad Católica Andrés Bello, la Casa de Campo Guzmán Blanco y la Jefatura de Antímano, se encuentran en pendientes que van desde los 4° hasta los 15°.

Zona SW

Pendientes variadas, predominante de rango de 25° a 50°, y en menor proporción rangos de 8° a 15° y de 50° a 75°. Puntualmente al NW, las pendientes están por encima de los de 75°. En cuanto a los puntos de interés, la Cantera O'Rey C.A. y la Cantera Distrito Capital, están en pendientes que van desde los 50° a los 75°.

IV.3. Zonas de susceptibilidad

En la zona de Antímano, Mamera, existen lugares que tienen presente diferentes amenazas de tipo hidrológico, por movimientos de masa, por la presencia de litologías poco competentes, con estructuras o lineaciones que

representan planos de debilidad e incluso peligrosidades de origen humano, que, con la activación de dichas amenazas, pueden generar un gran impacto negativo a las comunidades presentes en la zona. Por ende, se realizó un estudio de la susceptibilidad en relación a las amenazas presentes, dando como resultado zonas de muy alta susceptibilidad, representadas con el color rojo, de alta susceptibilidad, de color naranja, de mediana susceptibilidad, de color amarillo y de baja susceptibilidad, de color verde.

IV.3.1. Mapa de Susceptibilidad Hidrográfico

El río principal es el río Guaire y de las quebradas, la principal es la quebrada Mamera, en ese sentido, el área lateral a estos drenajes, de 50 mts. a cada lado de las quebradas y ríos, es de susceptibilidad muy alta; seguidamente los 50 mts. posteriores a la zona roja son de susceptibilidad alta, es decir ante una posible inundación o desbordamientos de las aguas las mimas pueden generar considerables daños, las zonas de susceptibilidad media están entre los 100 mts. a 150 mts. de distancia de las corrientes de agua, y las zonas de baja susceptibilidad son las que se encuentran a más de 150 mts. de una quebrada o río. Además de estos retiros prudenciales que se deben considerar en la hidrografía de la zona de estudio, son verificadas las elevaciones y pendientes en función de las cotas, con la finalidad de determinar aquellas áreas que están expuestas a inundaciones o desbordamiento de ríos y quebradas.

Con estos parámetros en porcentaje las zonas de susceptibilidad muy alta en el área de estudio son aproximadamente de 35%, posteriormente el área de susceptibilidad alta es de 30%, el área de susceptibilidad media es de 25% y de susceptibilidad baja es un 10%, la misma está presente en la zona norte del área de estudio principalmente, representado en la figura 33. Este mapa permite visualizar de forma gráfica, la infraestructura presente en el área de estudio, que se encuentra expuesta frente a la amenaza hidrográfica.

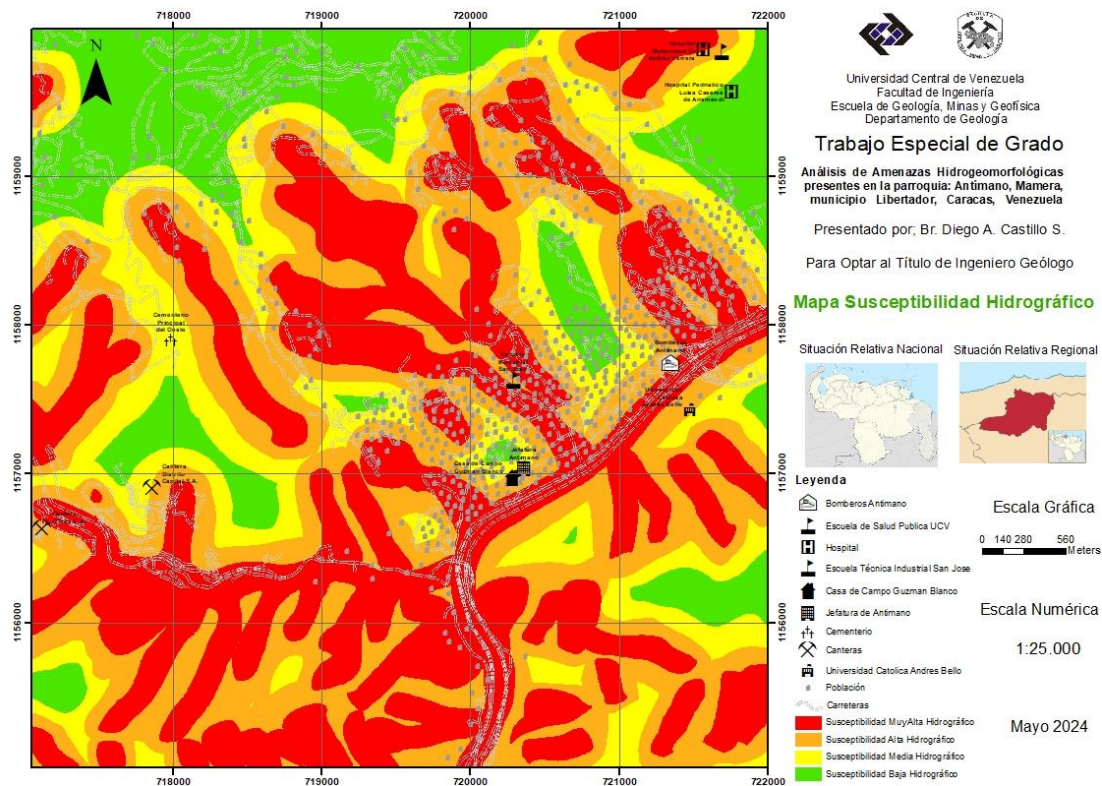


Figura 33. Mapa Susceptibilidad Hidrográfico.

IV.3.2. Mapa de Susceptibilidad Geomorfológico Estructural

Se tomó como parámetro en la realización de este mapa, las zonas donde se encuentran los movimientos de masas, como son los deslizamientos representados a partir de sus coronas y a su vez, de manera estructural, los lugares donde se encuentran localizadas las diferentes fallas inversas y dextral, esto en consideración a la amenaza sísmica. Dentro de la zona de estudio existen varias áreas con deslizamientos activos, las mismas con un rango de 50 mts. alrededor de estas áreas son de susceptibilidad muy alta, la mayor concentración de movimientos de masa, están localizadas en la zona norte-oeste del área. A su vez, en relación con las fallas, las mismas están localizadas en la parte central del área de estudio, hasta llegar a la zona noreste del área, toda esta zona de la falla, es de susceptibilidad muy alta ya que las mismas pueden generar movimientos telúricos, y entre más cercana es el área del epicentro, es de mayor intensidad su impacto. Con este parámetro ya definido, los 50 mts. alrededor de las fallas y de los deslizamientos son zonas rojas, los siguientes 50 mts. son de susceptibilidad alta, luego entre los 100 a 150 mts. es de susceptibilidad media y de 150 en adelante, de susceptibilidad baja. En relación a los porcentajes, el área de susceptibilidad muy alta, el de susceptibilidad alta, susceptibilidad media y susceptibilidad

baja, aproximadamente cada una tiene un 25% del área total de estudio, representado en la figura 34.

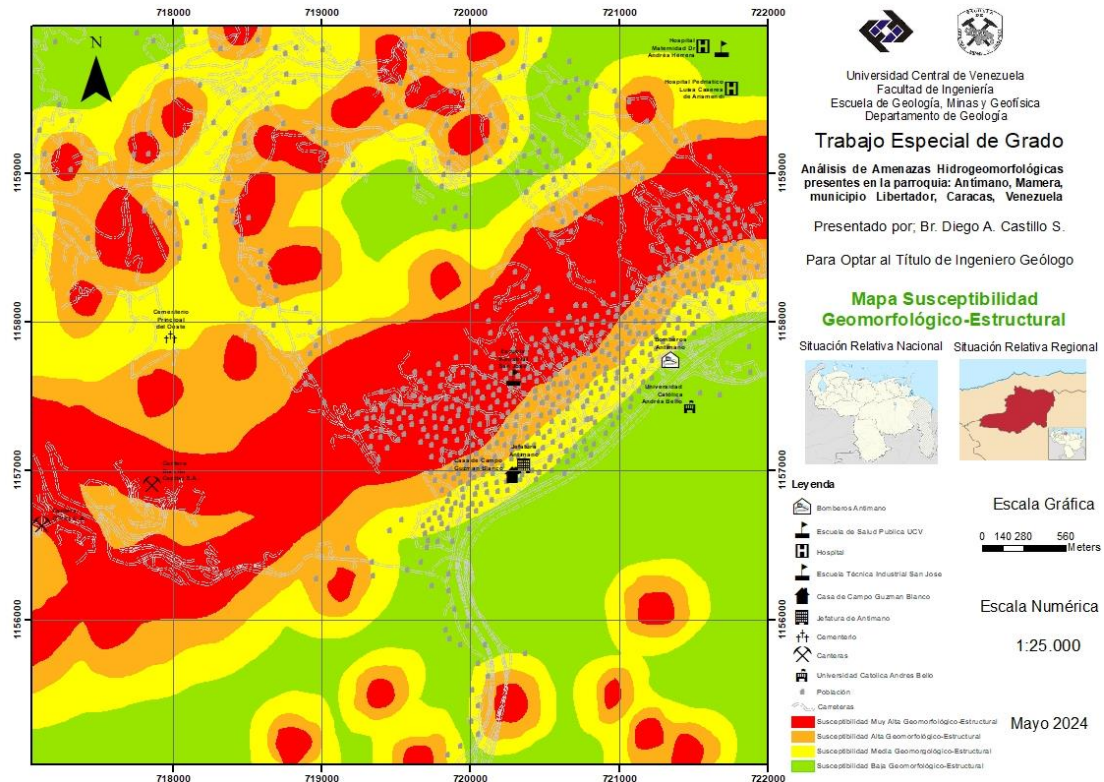


Figura 34. Mapa de susceptibilidad geomorfológico-estructural.

IV.3.3. Mapa de susceptibilidad litológica

En este mapa, solo se tomó como punto de control la litología del área de estudio, se observa dentro de la misma que la litología más susceptible son los depósitos coluviales y depósitos aluviales, ya que los mismos son sedimentos no consolidados, depositados en esas áreas, a partir del transporte hidrográfico de sedimentos, en este sentido, la zona de muy alta susceptibilidad son dichos sedimentos y en porcentajes, corresponden al 15%, los 50 mts. alrededor de estos sedimentos corresponden a la zona de alta susceptibilidad o de color naranja, la misma en proporción a su porcentaje dentro del área, es de 15%, posteriormente la distancia de 100 a 150 mts. alrededor de los sedimentos cuaternarios, son las zonas de susceptibilidad media, con un porcentaje dentro del área de estudio de 15% y la zona de susceptibilidad baja de acuerdo a su litología, corresponde al 55% total del área de estudio, indicado en la figura 35. Es importante destacar, que en este mapa no fueron consideradas las lineaciones evidentes de la foliación de los esquistos, porque este parámetro se evalúa en el mapa de susceptibilidad

final, además, la meteorización y la erosión que puede presentar la roca, es considerada en el mapa final de susceptibilidad, con base a la integración entre este mapa de susceptibilidad litológica y el de vegetación y uso de los suelos.

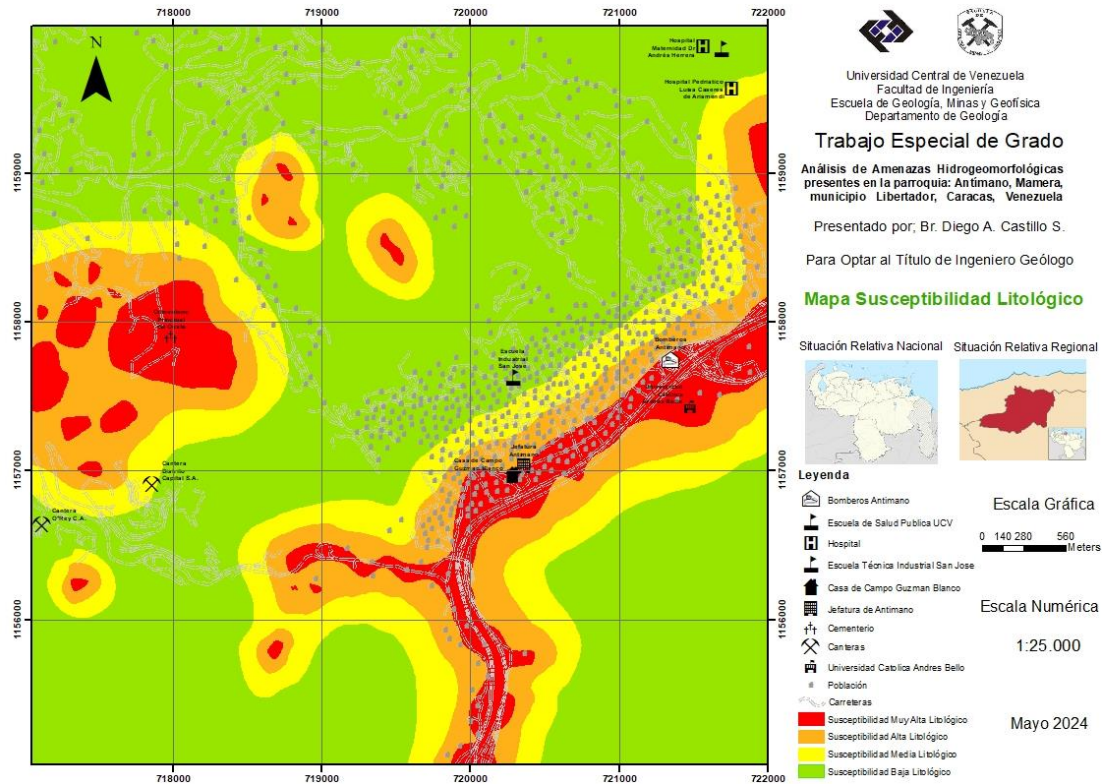


Figura 35. Mapa Susceptibilidad Litológico.

IV.3.4. Mapa de Susceptibilidad por Vegetación

Como su nombre lo indica, el parámetro control de este mapa es la vegetación de la zona, en función de su abundancia o carencia, considerando que la falta de vegetación, deja expuesto el terreno a la infiltración directa por las lluvias. La zona más susceptible o de susceptibilidad muy alta, es el área que está sin vegetación, ya que la misma permite una mayor meteorización y erosión del suelo mediante el agua y el viento, principalmente los lugares ya poblados o que han removido la vegetación para construir edificaciones o infraestructuras, el mismo equivale en un porcentaje de 40 % de la totalidad de la zona de estudio. El área de susceptibilidad alta corresponde al 20 % de toda el área evaluada, el rango de susceptibilidad media equivale al 20 % dentro de la zona y por último el área de susceptibilidad baja corresponde también con un 20 % dentro de la zona de estudio. Observado en la figura 36.

Es relevante destacar que las zonas sin vegetación que se encuentran totalmente cubiertas por concreto, es decir, las áreas totalmente intervenidas

por el hombre, requieren de un análisis más detallado en cuanto al sistema de canalización y embalsamiento de drenajes, responsabilidad de la ingeniería civil como especialistas del área. En este sentido, el producto final (Mapa de susceptibilidad hidrogeomorfológico), se realiza con la integración de estos mapas base de susceptibilidad por parámetros, garantizando que se relacionan y analizan cada uno, hasta llegar a un producto que contempla todos estos aspectos que se pueden escapar en los mapas de susceptibilidad por parámetro.

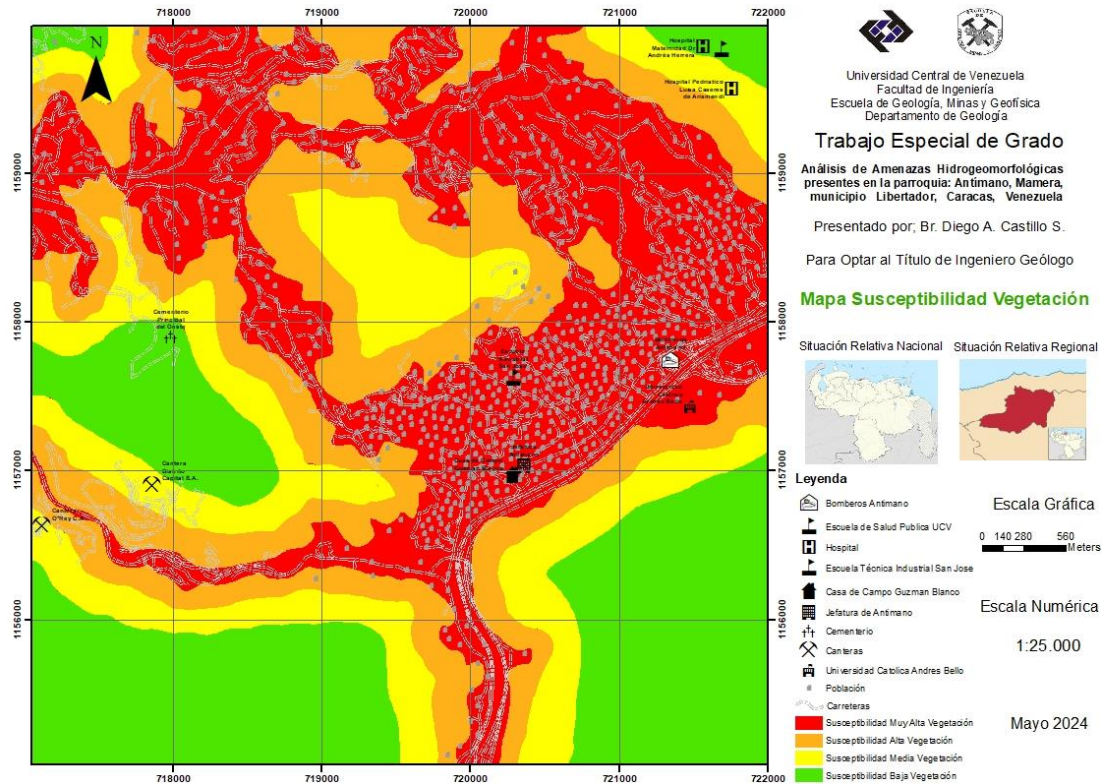


Figura 36. Mapa Susceptibilidad Vegetación.

IV.4. Instrumentos de recolección de datos (encuestas)

Se implementó como método de recolección de datos cualitativos, la encuesta tipo entrevista, que se utiliza como técnica estadística con cabida a la opinión comunitaria en la obtención de información relacionada con el tema, la misma fue aplicada en diferentes sectores de la zona de estudio, siendo el número de entrevistados un total de 40 personas, tomadas de forma aleatoria en todos los sectores, para conseguir una visión general del área de estudio. Indicado en la figura 37.

NIVEL DE EDUCACIÓN					CONOCE AMENAZAS NATURALES EN SU COMUNIDAD		DE QUÉ TIPO		
SIN ESTUDIOS	BACHILLER	TSU	UNIVERSITARIO	CON POSTGRADO	SI	NO	DERRUMBES	INUNDACIONES	TERREMOTOS
4	16	9	9	2	19	21	14	11	6

OTRAS AMENAZAS	CONOCE MAPAS SOBRE AMENAZAS NATURALES		DE QUÉ ZONA	LE GUSTARÍA CONTAR CON MÁS INFORMACIÓN SOBRE AMENAZAS NATURALES	
	SI	NO		SI	NO
	10	30		40	0

Figura 38. Resultados de las Encuestas.

A continuación, se presentan los resultados de las encuestas, representadas en diferentes gráficas que facilitan el análisis de la información.:

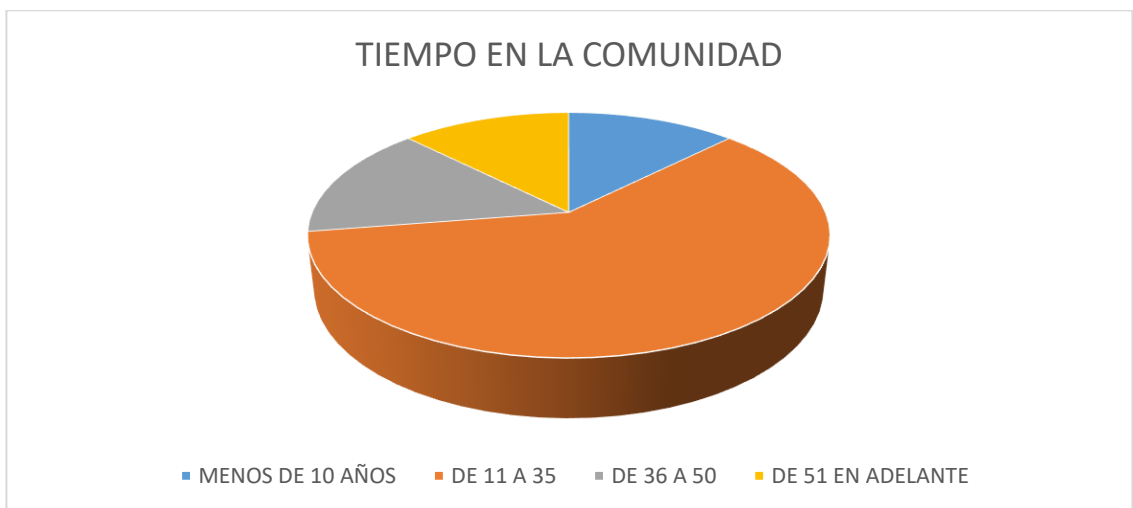


Figura 39. Gráfica del tiempo de convivencia en la comunidad.

En estos resultados se observa que el rango de tiempo de convivencia en la comunidad, de la mayoría de los encuestados, es de 11 a 35 años, (24 personas) seguidamente está el rango de 36 a 50 años (6 personas) y los rangos de más de 51 años dentro de la comunidad y menos de 10 años, representan a la minoría de la población (ambos con 5 personas).

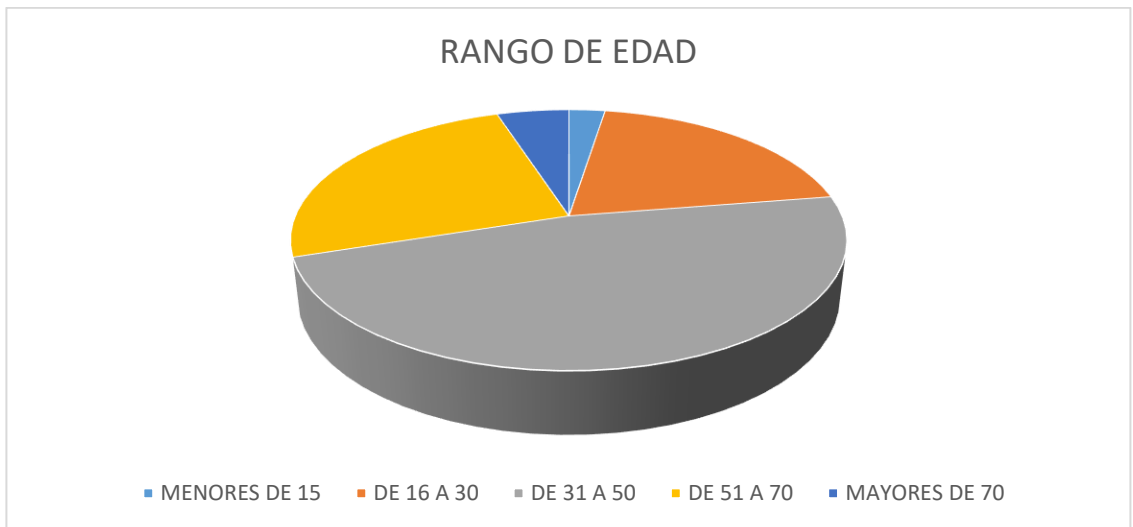


Figura 40. Gráfica de edades de las personas encuestadas.

En esta gráfica (figura 40), se observan los resultados obtenidos en la recolección de datos de acuerdo a las edades de las personas encuestadas. Principalmente el valor de edades con mayores porcentajes está comprendido entre los 31 a 50 años, con 19 personas, luego vienen las edades entre los 51 a 70 años, con 10 personas. Posteriormente se encuentran las edades de 16 a 30 años, con 8 personas, y con menor porcentaje se presentan las edades mayores de 70 años y menores de 15 años, con 2 personas y 1 persona, respectivamente.

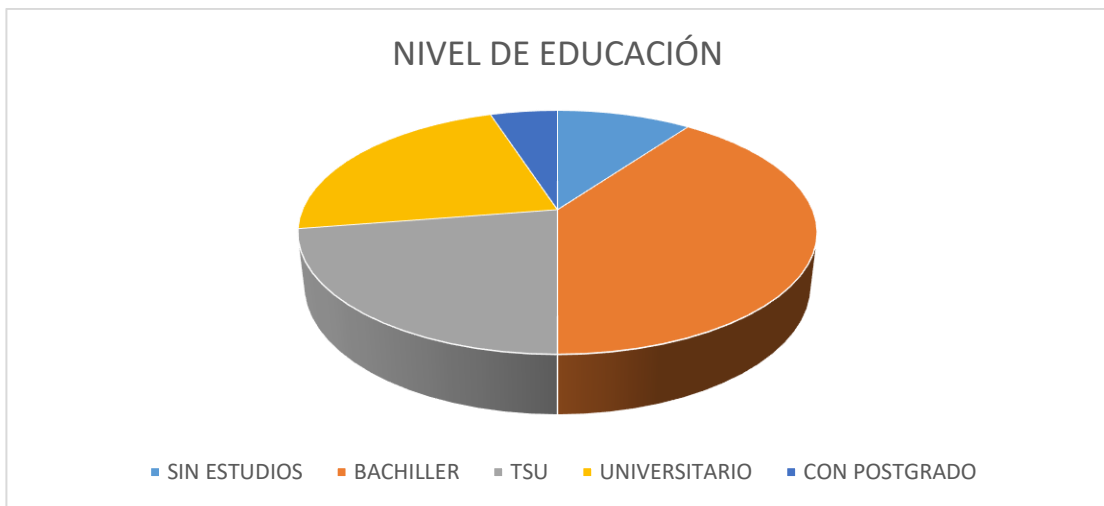


Figura 41. Gráfica que representa el nivel de educación de la comunidad.

Se puede destacar (figura 41), que en estos resultados el que abarca el mayor porcentaje en las respuestas, corresponde con las personas con un nivel de

estudio de Bachillerato, con 16 personas, luego viene con valores iguales (9 personas cada uno), las personas que cuentan con el grado de Técnicos Superiores Universitarios (T.S.U.) y las personas con estudios universitarios, continuando con las personas sin estudios (4 personas), y con estudios de postgrado o maestría (2 personas).



Figura 42. Gráfica que refleja el conocimiento que tiene la comunidad, sobre amenazas.

En la figura 42 se representan los resultados de la pregunta: si conoce amenazas naturales en la comunidad donde vive, por ejemplo, terremotos, inundaciones, derrumbes, entre otros, dando como resultado el mayor número de respuestas, donde se refleja que la comunidad no conoce las amenazas naturales a las que se encuentra expuesta, con un total de 21 personas y de 19 personas, las que sí conocen amenazas naturales. Cabe destacar, que la gestión de riesgos exige que toda la población conozca al menos algunas de las amenazas naturales que puedan estar presentes en el sector donde habitan, es decir, contar con más del 50% de la población desinformada en materia de amenazas naturales, se puede considerar como una gran vulnerabilidad para el sector.

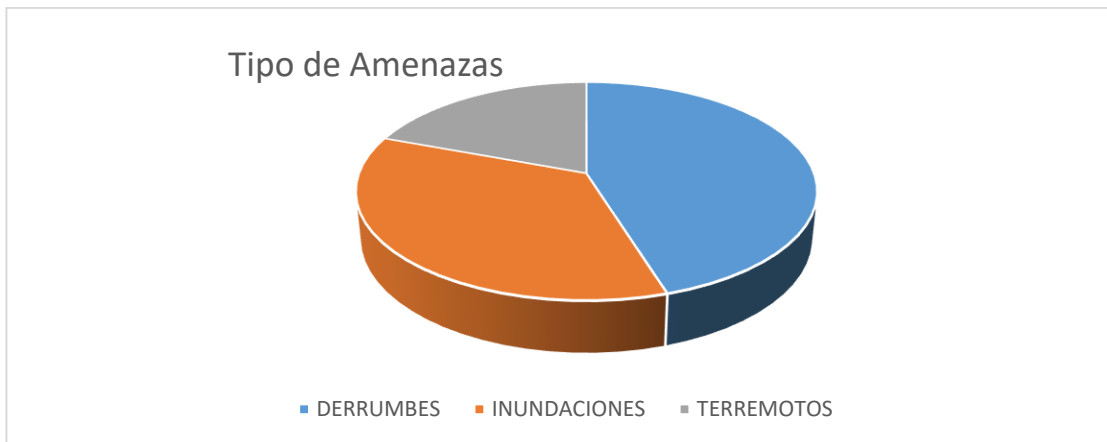


Figura 43. Gráfica de tipos de amenazas.

Aunado a la pregunta anterior, es importante establecer cuáles son las amenazas naturales que conoce la comunidad. En la figura 43, se muestra que tipo de amenaza natural conocen, la respuesta era multi-opción, es decir, se podría colocar una sola amenaza o varias, dando como resultado que las amenazas que colocaron las personas en la recolección de datos, fueron derrumbes con 14 respuestas, inundaciones con 11 respuestas y terremotos con 6 respuestas.



Figura 44. Gráfica sobre el conocimiento de mapas de amenazas naturales.

Parte de los resultados de este trabajo de investigación, es la entrega de un mapa de susceptibilidad de la zona, de acuerdo a sus amenazas hidrogeomorfológicas. En la figura 44, se pueden verificar los resultados a la pregunta: si los encuestados conocen mapas sobre amenazas naturales y el rango que tuvo mayor porcentaje fue el “NO” con 30 personas, lo que

demuestra la pertinencia en la elaboración de trabajos especiales de grado en el área de la geología ambiental.



Figura 45. Gráfica que refleja si a la población le gustaría contar con más información sobre amenazas naturales.

La pregunta final de este instrumento de recolección de datos o encuesta tipo entrevista, es si le gustaría contar con más información sobre amenazas naturales en su comunidad y las 40 personas encuestadas dijeron que sí (figura 45).

Con base en los datos obtenidos del instrumento (encuesta aplicada tipo entrevista), y en los gráficos generados a partir de sus resultados; se demuestra como la geología ambiental, propone soluciones de ingeniería en función de las problemáticas sociales que enfrentan las comunidades en materia de riesgos siconaturales y tecnológicos. En este sentido, la aplicación de este tipo de encuestas, vincula a la sociedad directamente con la geología ambiental y a los profesionales de la ingeniería geológica, les permite aplicar esta disciplina "Geología Ambiental", a partir de la relación que se espera entre la planificación del uso del terreno con los riesgos geológicos presentes en el territorio.

Capítulo V

V.1. Presentación de la Propuesta

Dentro del desarrollo urbano, es importante la aplicación de la gestión de riesgo local a nivel de municipio, parroquia o comunidad. La idea central de esta propuesta es dar aportes, herramientas, instrumentos, mecanismos, opiniones técnicas y recomendaciones para la zona de Antímano, y de Mamera, principalmente para que la comunidad, en gobernanza con los entes competentes, puedan mitigar las amenazas y controlar las vulnerabilidades dentro de la misma, evitando pérdidas materiales y humanas, si se presentara un evento de origen natural como lo es un terremoto, inundación o deslizamiento, y a su vez algún accidente de origen antrópico, como puede ser alguna intervención del terreno y modificación de la geomorfología, por medio de las personas que viven allí.

V.2. Análisis Multiamenazas

Dentro de cualquier lugar o localidad existen diferentes amenazas que pueden generar un impacto, emergencia o desastre al ecosistema que vive en esa zona, que puede generar daños materiales, económicos, y de pérdidas humanas ambientales.

En la zona de estudio se observaron diferentes amenazas de origen natural y de origen antrópico, entre las cuales destacan principalmente los movimientos de masa y la probabilidad de desbordamiento de quebradas y ríos que afecten a la población, además de la amenaza sísmica presente en toda la ciudad de Caracas. En épocas de lluvias las quebradas y ríos pueden sobrepasar su nivel de cauces generando inundaciones que pueden afectar a la población cercana, ocasionando pérdidas materiales y humanas. En referencia a la geomorfología, existen evidencias de coronas de deslizamientos en varios puntos del área estudiada, a su vez las condiciones de meteorización y erosión, aparte de las precipitaciones, sobrecargan el suelo aumentando la probabilidad de la activación de nuevas coronas de deslizamiento, el terreno no solo puede ceder y generar un movimiento de masa, además puede ocurrir desprendimiento de material rocoso y de flujos mediante las lluvias y la sobresaturación del suelo.

La Cordillera de la Costa particularmente en el área oeste del Distrito Capital, de acuerdo a datos sísmológicos, está en una zona número 5 de nivel intermedio a alto, es decir, es un lugar en donde se pueden producir terremotos y de manera local en la zona se localizan dos fallas inversas y una falla dextral de menor proporción, que, a la hora de un movimiento telúrico, estas fallas presentes pueden activarse, generar mayor desastre y emergencia en la zona.

En relación a las amenazas hidrometeorológicas y climáticas, van de la mano con el tema de las lluvias, en la zona de estudio principalmente en la época del año de mayo a noviembre, donde las lluvias se intensifican más, se pueden generar crecidas de las aguas y desbordamientos de los cauces, lo cual implica inundaciones, cuando las aguas tomen su cauce natural y alteren la infraestructura de las comunidades, por pérdidas materiales y de vidas humanas.

Existe otra amenaza en la zona de estudio, que es la amenaza forestal principalmente por los incendios que se pueden producir en épocas de sequías que ocasionan posibles incendios en la vegetación donde se puede producir grandes pérdidas y contaminación del aire, que dificultaría la salud en las personas que habitan estos espacios geográficos.

Las amenazas previamente mencionadas son de origen natural, ahora bien, también es importante mencionar dos amenazas que son de origen antrópico, como son las ambientales y las tecnológicas, en referencia a las ambientales principalmente por contaminación, éstas a su vez detonan otras amenazas naturales, o las hacen de mayor impacto, en la zona de estudio, existe la contaminación de las aguas con basura y escombros en los ríos y quebradas, la cual afectaría a la hora de las inundaciones y desbordamientos de las aguas, también existe la contaminación del suelo, con la suciedad que se encuentra en las calles y zonas de la comunidad, los vertederos improvisados, y en las zonas boscosas con los desperdicios de botellas, vidrios y otros desechos que pueden producir incendios o propagarlos, lo cual generaría un mayor riesgo asociado a la amenaza forestal.

En consonancia con las peligrosidades ambientales antes mencionadas, está la contaminación del aire por la quema de la basura y los gases de efecto invernadero, así como la contaminación sónica que causa alteraciones de la salud en las personas y del ecosistema en general.

Como amenazas tecnológicas, se debe evaluar con especial atención el almacenamiento de materiales peligrosos, industriales, de fábricas y empresas dentro del área de Antímamo y Mamera. Además, en la zona se localizan dos canteras que realizan explotación de material rocoso, las mismas generan modificaciones del terreno, del relieve, contaminación mediante el manejo de desechos, variaciones del ecosistema, entre otras. Estas dos canteras llevan años allí, sacando material, explotando principalmente el esquisto y el Mármol de Antímamo, y es pertinente que constantemente evalúen los riesgos asociados a sus actividades, actualicen los procesos en materia de seguridad, higiene, ambiente y gestión del riesgo tecnológico que representan.

También es relevante mencionar la necesidad de evaluación de riesgo asociado al crecimiento que presenta el Cementerio Principal del Oeste hacia

la zona sur, en vista de que la intervención del terreno genera terrazas, quedando expuesto el suelo a los procesos de infiltración, los cuales alteran fundamentalmente las características hidrogeomorfológicas *in situ*, y es notable que se han generado movimientos de masa laderas abajo, donde precisamente se encuentra una de las canteras mineras.

V.3. Reconocimiento general de la Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es un factor importante del riesgo, a partir de la activación de una amenaza existen elementos expuestos que se ven afectados, conocer esa exposición, permite el tomar decisiones en cuanto a reubicaciones, en cuanto al ordenamiento territorial y al uso oportuno de los espacios, siempre con miras al desarrollo humano sostenible. Son varios los tipos de vulnerabilidades considerados en las evaluaciones de riesgo, entre las que destacan la vulnerabilidad social, la económica, la infraestructural, institucional, política, entre otras. En el caso particular de esta investigación que se enfoca en geología ambiental, la vulnerabilidad solo se analiza por exposición infraestructural.

Como parte del reconocimiento general de la vulnerabilidad presente en la zona de estudio, se puede acotar que la población de Antímamo presenta concentración demográfica, incluso con sectores en pobreza extrema. Con base en los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística INE (datos del censo del año 2011), la población de Antímamo estaba integrada por 131.963 personas, la cual en su totalidad es urbana, es decir, existe una gran concentración demográfica principalmente en las zonas populares mejor conocidas como barrios, ubicados en las montañas dentro del área de estudio, en relación a esta concentración de población, son pocas las vías de acceso, por lo tanto son pocas las líneas vitales que pueden ser utilizadas para tratar emergencias, de esta misma forma, es relevante mencionar que de los datos obtenidos a partir de la encuesta realizada durante esta investigación, un gran porcentaje de la población solo cuenta con el nivel académico de bachillerato, y a su vez un buen porcentaje no tiene conocimientos sobre las amenazas en su comunidad.

En relación a la vulnerabilidad económica, la población que habita en el sector no percibe altos ingresos, algunas de estas personas son adultos mayores, son jubilados y aunque cobran pensión, no cuentan con un ingreso que les permita mitigar los riesgos en sus hogares, y otra gran parte de la población, son estudiantes y obreros que no perciben sueldos estables, esto quiere decir que la zona es de alta vulnerabilidad económica, y de presentarse una emergencia o desastre, no cuentan con los recursos necesarios para la atención del riesgo.

Para este Trabajo Especial de Grado, lo más relevante es la vulnerabilidad de acuerdo a la exposición de la infraestructura, y los datos del INE del año 2011,

proponen que Antímáno es la segunda parroquia de Caracas con más ranchos (con 2079 ranchos), y casas (con 35.308 casas), que, en promedio de personas por casas, da a 3,6 personas por cada vivienda, una de las más altas de las parroquias de Caracas. En este sentido, muchas de las infraestructuras están ubicadas en el cerro o montaña, seguramente sin las normas requeridas para construir edificaciones sismoresistentes, sin contemplar la distancia segura en cuanto a la cercanía de las quebradas y ríos, además es un sector con deforestación en sus zonas boscosas, lo cual implica mayor exposición a los agentes de meteorización y erosión que propician los deslizamientos, desprendimientos de rocas. En consecuencia, es recomendable que los entes competentes se enfoquen en la realización de parques o espacios abiertos como canchas y plazas, en zonas seguras, que permitan que la comunidad cuente con un lugar de resguardo si ocurre algún evento socionatural o tecnológico, que pueda alterar a la localidad.

Otro factor importante que requiere atención, es el crecimiento poblacional espontáneo que se está dando en los alrededores de las canteras, que aumentan la vulnerabilidad por exposición infraestructural, ya que existen comunidades y edificaciones cercanas a la actividad minera, que se encuentran vulnerables ante los procesos de acarreo y transporte del material rocoso, incluso al cambio del relieve, a amenazas por contaminación sónica, porque en ocasiones la minería para la explotación del material requiere del uso de explosivos, y se generan ruidos y vibraciones que pueden debilitar las viviendas, las fábricas y los locales comerciales, hasta las carreteras presente en el área, en este sentido es relevante mencionar que las canteras tienen muchos años de construidas, y ha sido la propia comunidad quien de forma improvisada se ha ido acercando a la actividad minera.

V.4. Evaluación del Riesgo Local

El riesgo es una relación entre dos factores que son la amenaza y la vulnerabilidad, ambas de gran importancia para su evaluación, las amenazas pueden ser de origen natural o antrópica, y la vulnerabilidad de tipo estructural, económica y social. En el caso particular de este Trabajo Especial de Grado, la gestión del riesgo local involucra a las amenazas hidrogeomorfológicas y a la vulnerabilidad por exposición, aunque en el desarrollo de la propuesta ya se han iniciado temas adicionales basados en amenazas tecnológicas y en peligrosidades sísmicas, esas ideas quedan planteadas para futuras investigaciones, con la intención de causar inquietud en los lectores de este documento, a quienes seguramente se le formularan nuevas, variadas y enriquecedoras curiosidades.

En la zona de estudio, correspondiente a la parroquia de Antímáno, Mamera, es bastante notable la interacción entre las áreas de muy alta susceptibilidad, con la presencia de población, por exposición de infraestructura; en palabras

más simples, al observar los mapas de susceptibilidad creados durante esta investigación, es muy notable que es mucha la infraestructura que se encuentra en las áreas rojas de los mapas, recordando que las amenazas analizadas son principalmente asociadas a la presencia de drenajes, ríos y quebradas, de movimientos de masa como son las coronas de deslizamiento, de suelo y material rocoso con escasa vegetación que permite la sobresaturación hídrica del terreno, de la presencia de fallas geológicas y zonas donde la litología presenta direcciones de foliación similares a las pendientes, es decir, favorables para la generación de deslizamientos.

Y en relación a la vulnerabilidad, principalmente a la estructural, Antímano es una zona demográfica con alta concentración poblacional y de infraestructuras principalmente en zonas montañosas, dichas viviendas son construidas sin el cumplimiento de las normas y regulaciones para construcciones seguras.

Dentro del área de estudio, la población se localiza dentro de las coordenadas HUSO: 19 Este 719.000 a 722.000 y Norte 1.156.000 a 1.159.000 entre ellas destacan comunidades como el sector Mamera, Barrio La Grama, Los Nísperos, La Pedrera, entre otros sectores populares, donde se encuentran ubicadas varias quebradas que están dentro de las comunidades como parte de su entorno geográfico, también existe en sentido SW al NE varias fallas inversas que atraviesan gran parte de la población, sin las condiciones mínimas necesarias para la atención de emergencias, mucho menos en materia de acción contra desastres, que pueden afectar a un número elevado de casas, comercios y locales, entre otros daños a la población.

Existe otra zona dentro del área de estudio, de alta susceptibilidad, entre las coordenadas Huso 19 Este 717.000 al 718.000 y Norte entre 1.156.000 y 1,158.000, en dicha zona no se localiza mucha población, con pocas viviendas, sin embargo, en este espacio geográfico se encuentran dos canteras de producción minera y se localiza el Cementerio General del Oeste, todas estas infraestructuras generadas por el hombre, corresponden con un gran impacto en la geomorfología, relieve de la zona, y a su vez ha permitido que exista mayor meteorización y erosión del suelo, ya que no existe o es casi nula la cobertura vegetal, lo cual permite que los agentes erosivos como lo son el agua y el aire afecte más el terreno. Todos estos impactos pueden afectar a los trabajadores de las canteras de manera directa o a las comunidades cercanas de manera indirecta.

Otra zona de susceptibilidad alta, es la ubicada entre las coordenadas HUSO 19 Este 719.000 y 721.000 y Norte entre 1.159.000 y 1.160.000, aquí existen varias amenazas, destacando principalmente los drenajes presentes en el área y una concentración de deslizamientos, ambas amenazas pueden generar alto impacto entre las comunidades del sector Níspero II, la urbanización Lomas de Paya. El Sifón, entre otras barriadas dentro de esta

zona, cuenta con alta concentración de población y de infraestructuras como, casas, ranchos o edificaciones vulnerables a las posibles inundaciones de las quebradas, y a los deslizamientos.

En líneas generales se puede establecer que la zona de estudio es de alta susceptibilidad, porque cuenta con varias amenazas de diferentes orígenes, magnitudes e impactos dentro del área, y éstas a su vez, están intervenidas por el hombre, con concentración demográfica que se encuentra expuesta ante cualquiera de las peligrosidades antes mencionadas. Al considerar los peligros que enfrenta esta comunidad, se entiende que la población en diferentes formas, puede sufrir pérdidas de sus bienes materiales, en su desarrollo económico, social y principalmente dependiendo de la magnitud, e intensidad, lamentables pérdidas humanas que pueden evitarse al tomar medidas al respecto.

V.5. Presentación del Mapa de Susceptibilidad

En la parroquia Antímamo, Mamera, a partir de la interpretación de mapas, se ha identificado en líneas generales que el peligro es alto (Riesgo = R), en función de las peligrosidades hidrogeomorfológicas presentes en el área (Amenazas = A) y la exposición infraestructural (Vulnerabilidad = V). En este sentido, se elaboraron e interpretaron cinco mapas base: (a) de vegetación, (b) hidrográfico, (c) geológico estructural, (d) de elevaciones y (e) de pendientes, para utilizar como parámetros claves para la elaboración de los cuatro mapas de susceptibilidad: (1) de susceptibilidad hidrográfica, (2) de susceptibilidad geomorfológica estructural, (3) de susceptibilidad litológica y (4) de susceptibilidad por vegetación, para la generación del producto cartográfico final: el mapa de susceptibilidad hidrogeomorfológica. Y a su vez, este producto final se interpreta para la gestión del riesgo local, considerando la integración de las amenazas hidrogeomorfológicas presentes en el área y la vulnerabilidad por exposición.

Con respecto al mapa hidrográfico el enfoque está en los drenajes, quebradas y ríos presentes en el área, en este sentido, es la zona de mayor susceptibilidad. En el caso del mapa de movimientos de masa, el énfasis está en los deslizamientos evidenciados por sus coronas. En el caso del mapa geomorfológico-estructural resaltan las fallas inversas de bajo ángulo, ubicadas en la parte central del área, las cuales corresponden con dos corrimientos que delimitan el Mármol de Antímamo y la falla dextral al SW de la zona de estudio. En referencia a la litología el enfoque se presenta en los depósitos aluvionales y coluviales, y los esquistos cuya foliación va en dirección favorable de las pendientes, porque representan planos de debilidad y posibles desprendimientos de rocas y suelo.

En relación al mapa de vegetación, se presta especial atención a los suelos que no poseen vegetación, porque los suelos se encuentran con mayor exposición a los agentes de meteorización y erosión y a los espacios geográficos que están cubiertos por infraestructura. En el caso del mapa de pendientes, la mayor susceptibilidad se presenta en los lugares donde existe un porcentaje mayor de pendientes.

Luego de la elaboración de los mapas base, se comenzaron a interpretar todas las amenazas naturales presentes en cada uno de esos mapas, actualizando la información con las imágenes satelitales de “*google earth*”, analizando cuáles debían ser los parámetros a incorporar en cada uno de los mapas de susceptibilidad, para garantizar que el producto final contemplara todos estos parámetros y además fuera entendible, sin sobrecargar la imagen de información. Es relevante destacar, que los mapas de susceptibilidad deben ser generados a partir de metodologías particulares, en función del espacio geográfico a atender y sus características en geología ambiental, esto se debe, a que no es lo mismo interpretar rocas sedimentarias, ígneas o metamórficas, o ambientes sedimentarios versus zonas volcánicas, es decir, los parámetros a interpretar para cada caso, van a depender de la geología local de la zona en estudio.

La elaboración de los mapas de susceptibilidad, contempló la interpretación y el análisis de los mapas base, como se detalló en el capítulo IV, dedicado a los resultados y al análisis de los resultados; para luego integrar toda la información en el producto cartográfico final. En este sentido, la integración de la información se realizó tomando en cuenta primero todas las áreas rojas, es decir, las de mayor susceptibilidad en cada uno de estos mapas, y a partir de esa primera capa, se comenzaron a interpretar, analizar y representar los colores naranja, amarillo y verde, correspondientes a las menores susceptibilidades respectivamente.

El orden de prioridad, para realizar el mapa general, incluye primero a la susceptibilidad hidrográfica del sector, es decir, este es el primer parámetro, con los drenajes, las quebradas y los ríos, considerando que siempre debe existir un rango seguro de construcción, en relación a los drenajes, con una distancia mínima de retiro de 50 metros, como lo establecen las leyes nacionales venezolanas, además de la verificación de las pendientes, las elevaciones y los alcances que pueda tener una inundación, en función de la topografía y el relieve del área de estudio. Como segundo parámetro en el orden de prioridad, se tienen las estructuras geológicas, como las fallas inversas, los corrimientos y la falla dextral presente en la zona, considerando que ninguna construcción debe ubicarse en o cerca de dichas estructuras geológicas, sobre todo porque es la zona más susceptible a la hora de que

ocurra un terremoto y se detonen otras amenazas como es el caso de las hidrogeomorfológicas. El tercer parámetro, corresponde con los movimientos de masa, verificando la presencia de coronas de deslizamiento y estableciendo relaciones entre las litologías, sus direcciones de las lineaciones (foliación de los esquistos), con las direcciones de las pendientes, considerando que es de alto riesgo construir cerca de movimientos de masa. Como cuarto parámetro se toma la litología presente, ubicando primeramente los sedimentos poco consolidados, como son los sedimentos coluviales y aluvionales, porque son depósitos sedimentarios que responden al transporte de material, sobretodo en eventos excepcionales, como crecidas de los ríos. Para finalizar, el quinto parámetro corresponde a las pendientes y el sexto a la vegetación, considerando que las zonas de mayor pendiente, para estar realmente estables, requieren de litologías muy competentes y en las zonas con carencia de vegetación, las precipitaciones aumentan la probabilidad de sobresaturación hídrica de los suelos y, por ende, favorece a los procesos en movimientos de masa (Ver figura 47).

Terminado el orden de apreciación de los parámetros, para la determinación de los diferentes rangos de susceptibilidad, se realiza el mapa final de susceptibilidad hidrogeomorfológica de la parroquia Antímamo, Mamera, en el cual se puede observar que, en líneas generales, hay un gran porcentaje de áreas rojas y naranjas, con susceptibilidades altas y muy altas. Se muestra en la figura 46:

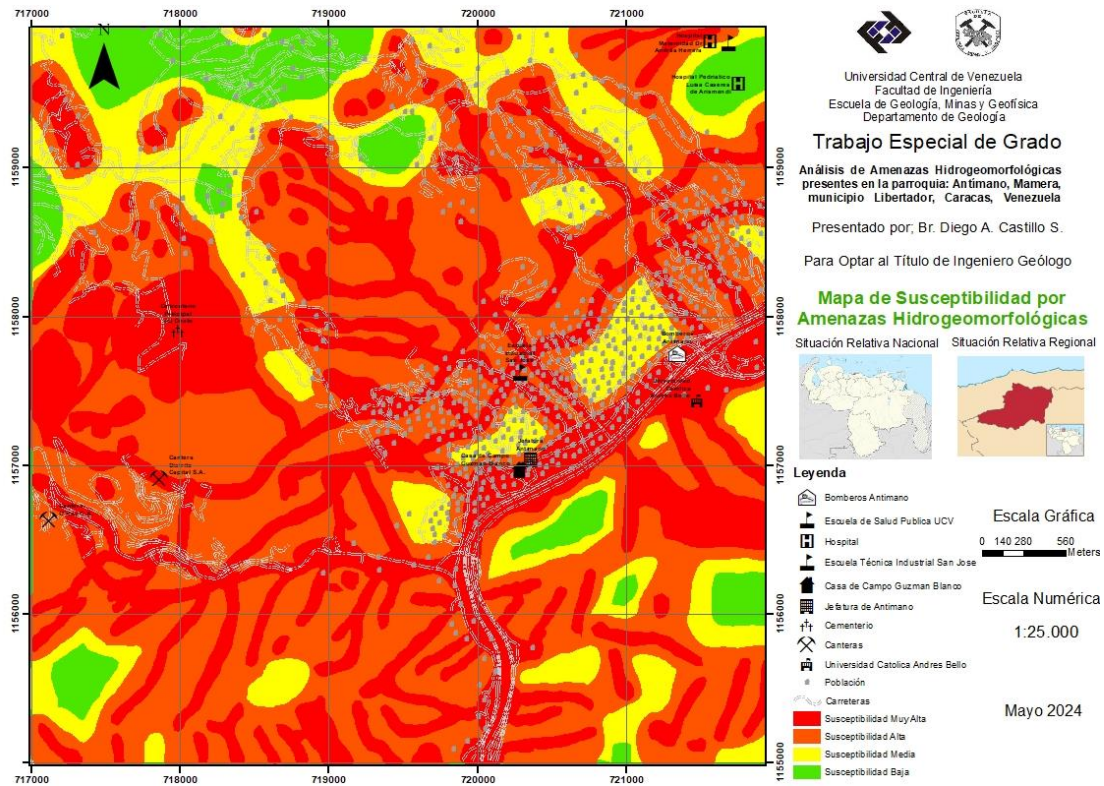


Figura 46. Mapa de susceptibilidad hidromorfológica.

Nivel de Susceptibilidad Hidromorfológica:	Parámetros considerados:
	<p>Hidrografía: zonas con presencia de drenajes, quebradas, ríos y propensas a inundación. Geología estructural: Presencia de fallas inversas, corrimientos y la falla dextral. Movimientos de masa: Coronas de deslizamiento, relación entre la foliación y la dirección de las pendientes. Litologías: depósitos de sedimentos coluviales y aluvionales. Pendientes y elevaciones: pendientes altas. Vegetación: escasas de vegetación.</p>
	<p>Hidrografía: sin presencia de drenajes, quebradas y ríos. Geología estructural: sin presencia de fallas geológicas, ni corrimientos. Movimientos de masa: sin la presencia de coronas de deslizamiento. Litologías: presencia de rocas competentes (Formaciones Las Brisas, Las Mercedes y Mármol de Antimano). Pendientes y elevaciones: de intermedias a bajas pendientes. Vegetación: de moderada a abundante vegetación.</p>
<p>Nota: Los colores funcionan de forma secuencial, es decir, deben mantener en todo momento el orden: única y exclusivamente con contactos rojo naranja, naranja amarillo, amarillo verde y viceversa. No se puede establecer que la susceptibilidad cambia de forma abrupta de un lugar a otro, sin mantener la secuencia de colores.</p>	

Figura 47. Nivel de susceptibilidad hidromorfológica vs. parámetros considerados en el análisis.

V.6. Análisis e Interpretación del Mapa de Susceptibilidad

A partir de la integración de los diferentes mapas de susceptibilidad, hidrográfico, litológico, geomorfológico-estructural y de vegetación, se realizó el mapa de susceptibilidad general de la zona de Antímamo, Mamera, donde se puede destacar el área de mayor y menor susceptibilidad.

En líneas generales predomina dentro de la zona de estudio el rango de susceptibilidad muy alta y alta, con valores aproximados de porcentaje dentro de la zona de 35 % y 40% cada uno respectivamente, a su vez, el rango de susceptibilidad media tiene un porcentaje de 15% y de susceptibilidad baja de 10%.

Para exponer los detalles del mapa de susceptibilidad hidrogeomorfológica, se divide de forma imaginaria en 4 zonas, como son: NE, SE, NW, SW, las cuales se mencionan de acuerdo a cuál zona tiene mayor concentración poblacional, hasta la que contiene menor porcentaje de habitantes.

Zona NE:

La zona de mayor población e infraestructura, es la NE correspondiente a las coordenadas HUSO 19 Este de 719.500 hasta 722.000 y Norte 1.157.500 hasta 1.160.000. En este territorio se encuentra el casco central de Antímamo y la comunidad de Mamera, dentro de la misma existen varias amenazas naturales, como drenajes, fallas inversas, deslizamientos y foliación favorable a las pendientes, en consecuencia, esta área presenta susceptibilidad muy alta y alta, ya que existe una gran vulnerabilidad infraestructural expuesta ante estas peligrosidades antes mencionadas, y muchas de las viviendas están localizadas en la montaña, principalmente en los barrios o zonas populares. Existen muchos drenajes que están dentro de estas comunidades, los cuales desembocan en el río Guaire, generando un gran impacto, que, en el caso de un desbordamiento por lluvias, podría ocasionar un evento adverso. En esta zona la red hidrográfica sería la principal amenaza natural a atender.

Dentro de esta área, hay puntos específicos de susceptibilidad media y baja, principalmente al norte de esta zona, mientras que en el sur solo existen tres puntos de susceptibilidad media, ubicados al NW de los Bomberos de Antímamo, al NW de la Jefatura de Antímamo y al Este de la Universidad Católica Andrés Bello. En el mapa se muestra el Hospital Pediátrico Luisa Cáceres de Arismendi, en una zona de baja susceptibilidad, sin embargo, en vista de que esta área geográfica se encuentra en el borde del mapa, se recomienda hacer un análisis más detallado, verificando la microcuenca en la cual se encuentra, así como las otras amenazas naturales presentes en el sector.

Zona SE:

La segunda zona con mayor población es la SE, correspondiente a las coordenadas HUSO 19 Este 719.500 hasta los 722.000 y Norte 1.155.000 hasta 1.157.500, en esta zona se localiza la Jefatura de Antímamo, como uno de los puntos de referencia. Las amenazas naturales presentes en esta área son hidrográficas, principalmente el río Guaire y la quebrada Mamera, y otras quebradas secundarias que desembocan en estos drenajes principales. En una pequeña área, al NW, se localiza la falla inversa, algunos deslizamientos y la litología, correspondiente a los esquistos de Las Mercedes, tiene un componente grafitoso, con foliación favorable a las pendientes, por todos estos motivos, esta área es una zona de susceptibilidad de muy alta a alta. Dentro de esta zona, se presenta susceptibilidad media y baja al Este del río Guaire, y al comparar el área con la zona NE del mapa en general, se observa un porcentaje mayor de susceptibilidad media y baja. Al SE de la Jefatura de Antímamo y del río Guaire, con coordenadas Este 720.500 y Norte 1.156.500 aproximadamente, se observa un espacio geográfico de susceptibilidad baja.

Zona NW:

La tercera zona con mayor porcentaje de población es el área NW, entre las coordenadas HUSO 19 Este 717.000 a 719.500 y Norte 1.157.500 a 1.160.000, presentando drenajes, deslizamientos y depósitos coluviales, principalmente en el área del Cementerio del Oeste, el cual es un punto de referencia, predomina en general el rango de susceptibilidad muy alta a alta.

En esta zona NW, se tiene una particularidad, porque es donde se ubica el mayor porcentaje de susceptibilidad media y baja, principalmente al norte de la misma, destacando un área de susceptibilidad baja, localizada aproximadamente, entre las coordenadas HUSO 19 Este de 717.500 a 719.200 y Norte 1.159.100 a 1.160.000. La población e infraestructura se encuentra mejor distribuida en comparación con las zonas anteriormente descritas.

Zona SW:

La última zona es la SW, que tiene las siguientes coordenadas: HUSO 19 Este de 717.000 a 719.500 y Norte 1.155.000 a 1.157.500. Los puntos de referencia en este espacio geográfico son las canteras ubicadas al NW de esta área, cuyas amenazas son los drenajes y la actividad minera en desarrollo, la quebrada Mamera, un conjunto de fallas inversas y una falla dextral al norte de esta área, deslizamientos y algunos depósitos coluviales. A pesar de que la población, en materia de vivienda es muy escasa, las canteras pueden ser afectadas por algunas de estas peligrosidades naturales, por lo tanto,

requieren de una atención especial en materia de gestión de riesgos sicionaturales y tecnológicos.

En líneas generales, con respecto al factor amenazas, esta zona presenta susceptibilidades altas y muy altas, ubicando un solo espacio geográfico muy pequeño, de susceptibilidad media y baja, específicamente al SW. En cuanto a la vulnerabilidad, cuenta con muy baja concentración demográfica, es decir, con poca infraestructura, exceptuando las canteras y pocas construcciones en los bordes de las carreteras.

V.7. Estrategias prospectivas, correctivas y reactivas

Los variados instrumentos y mecanismos utilizados en gestión de riesgos, se dividen en tres etapas o estrategias, en medidas Prospectivas, Correctivas y Reactivas, es decir, son las fases de atención al riesgo. En este sentido, el riesgo se puede mitigar al disminuir la vulnerabilidad, la cual depende principalmente del factor humano, en vista de que es el hombre el que, a partir de sus políticas y de su organización social, hace que exista mucha o poca vulnerabilidad.

Las medidas Prospectivas, son las que se aplican antes de la generación del riesgo, es decir, antes de que exista la presencia de vulnerabilidad en el área geográfica, o antes de que exista la amenaza. Corresponden con un conjunto de recomendaciones técnicas que se deben tomar en materia geomorfológica, es decir, antes de cualquier tipo de alteración antrópica en el espacio geográfico a atender.

Las estrategias correctivas, son las medidas que se toman para mitigar los factores de vulnerabilidad y de amenaza, frente al riesgo, es decir, corresponde con un conjunto de recomendaciones y acciones que se deben aplicar cuando ya está presente la amenaza y/o la vulnerabilidad en el territorio, sin embargo, no se ha activado el riesgo, porque no se ha materializado un evento de impacto a la comunidad expuesta ante el mismo.

Por su parte, las estrategias reactivas, son el conjunto de acciones o medidas para enfrentar en el acto, la activación de la amenaza dentro de un área geográfica, por ejemplo, son todas las medidas que se toman cuando hay desbordamientos de ríos, en épocas de lluvias, es decir, cuando se activa un evento siconatural o tecnológico

En consideración a la zona de estudio, las áreas con mucha población e infraestructura, requieren de la aplicación de medidas correctivas y los espacios geográficos que aún no han sido intervenidos de manera antrópica,

los que se encuentran como terrenos vírgenes, requieren de la aplicación de estrategias prospectivas. En el caso de las estrategias reactivas, éstas deben ser definidas para ser aplicadas cuando ocurra un evento socionatural o tecnológico en la zona.

V.7.1. Estrategias Prospectivas

Planificar los espacios geográficos que aún no han sido intervenidos por el hombre, estableciendo dónde, qué y cómo construir.

Presentar a los organismos correspondientes, los trabajos, mapas e investigaciones de gestión de riesgo, para su uso en la toma de decisiones.

Aplicar las diferentes leyes en gestión de riesgo, principalmente la ley de gestión integral de riesgos socionaturales y tecnológicos, así como las normas COVENIN y las ISO, principalmente en la construcción de nuevas viviendas dentro del área de estudio.

Planificar las áreas de susceptibilidad baja (colores verdes en el mapa de susceptibilidad hidrogeomorfológica), para ubicar en estos espacios la construcción de las instituciones prioritarias (hospitales, ambulatorios, bomberos, protección civil, urbanizaciones, entre otras).

Mantener limpios los cauces de los ríos, quebradas y drenajes, garantizando que los mismos no se encuentran contaminados o colapsados de basura que pueda crear atascos, o diques de obturación.

Optimizar otras fuentes de energía eléctrica (planta local termoeléctrica, eólica, entre otras) para impedir fallas eléctricas y de comunicación, en caso de un desastre.

Elaborar los planes de emergencia, para cada una de las instituciones presentes en la zona de estudio, en especial para aquellas que se encuentran en rojo, en el mapa de susceptibilidad hidrogeomorfológica.

Formar a la comunidad en materia de gestión de riesgo local, para el monitoreo, seguimiento y evaluación de las amenazas en la parroquia Antímano, Mamera.

Tomar en cuenta los trabajos realizados por FUNVISIS, como el estudio de microzonificación sísmica de la ciudad de Caracas, en materia de evaluación de sismicidad y manifestaciones de licuación del terreno, a la hora del ordenamiento territorial.

Aplicar en la comunidad de Antímamo, Mamera, los programas propuestos en materia de gestión de riesgo comunitario, como los del Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo.

Garantizar los servicios básicos en la parroquia Antímamo, como lo es el agua, electricidad, recolección de basura, transporte, comunicaciones, entre otras, principalmente ante una emergencia.

Controlar la bota de basura en las zonas boscosas, para evitar incendios forestales.

Prohibir la construcción de viviendas dentro de los 6 kilómetros del área alrededor en las canteras, zonas industriales, o de amenazas tecnológicas, como perímetro de seguridad ante cualquier accidente dentro de las canteras o alguna industria y que éste afecte a las poblaciones inmediatas.

Identificar los lugares más seguros dentro de la parroquia de Antímamo, Mamera, a partir de las zonas de susceptibilidad baja (verdes), y a su vez, establecer los lugares más seguros dentro de las comunidades, incluso en las zonas de susceptibilidad alta y muy alta, para que, al activarse una amenaza, las personas puedan salvaguardarse y tomar estas áreas como centros de refugio inmediato.

No deforestar, ni eliminar la vegetación dentro del área de estudio. Mantener los árboles, arbustos entre otras plantas, ya que las mismas sirven como control de meteorización y erosión.

V.7.2. Estrategias correctivas

Determinar los escenarios de riesgo ante la posible activación de una amenaza en el área.

Reubicar a la población situada en zonas de mayor susceptibilidad, es decir, a la comunidad más cercana a los drenajes, fallas, deslizamientos y material de suelo poco consolidado.

Acondicionar las viviendas en cuanto a sismoresistencia (esta acción solo debe hacerse con la infraestructura presente en las zonas verdes y amarillas del mapa de susceptibilidad hidrogeomorfológica).

Generar campañas de información, dentro de las comunidades para evitar la falta de información y la ignorancia en relación de las amenazas presentes y su riesgo.

Controlar el avance y crecimiento del Cementerio Principal del Oeste, ya que el mismo está generando un impacto muy negativo dentro de su zona, principalmente por la cercanía a las canteras.

En las zonas con coronas de deslizamiento, se debe hacer un trabajo de eliminación controlada del material suelto y colocar pantallas o muros de contención en la mismas, también se puede plantar vegetación (Vetiver) en esta área que funcionaría como pantalla del talud.

V.7.3. Estrategias Reactivas

Realizar talleres dentro de las comunidades, con la participación de los organismos encargados en la gestión del riesgo, para contar con líderes comunitarios cuando ocurra la activación de alguna amenaza como terremoto, inundación, deslizamiento, incendio forestal, entre otras.

Ante cualquier evento o emergencia siempre mantener la calma.

Llamar a los entes encargados de la gestión de riesgo.

Ir a los lugares de menor susceptibilidad (verdes) en la parroquia Antímamo, así como a los lugares seguros dentro de las comunidades.

Establecer las líneas vitales y evitar la obstaculización de estas vías, carreteras y caminos, garantizando los sistemas para la evacuación o llegada del apoyo en materia de gestión de riesgo.

Aplicar los planes de evacuación en caso de emergencia y desastres, previamente elaborados.

Llevar los heridos principalmente a los centros de salud más cercanos en la parroquia Antímamo, principalmente a los hospitales ubicados en la zona NE del área de estudio.

En caso de un terremoto refugiarse en las estructuras más resistentes como columnas, estacionar el carro en una zona segura si está manejando y alejarse de los postes y edificaciones más débiles.

En caso de una inundación ir hasta las zonas seguras o más altas del área, desconectar la electricidad, cerrar las llaves principales de agua y gas.

A la hora de un deslizamiento, iniciar los planes de evacuación, alejarse de la trayectoria del deslizamiento y evitar caminar sobre los escombros.

Tomar como zona de refugio o de área de ubicación del equipo de emergencia, la estación de bomberos de Antímano.

Contar con la cantidad necesarias de funcionarios, como bomberos, protección civil, policías, militares, entre otros en la parroquia Antímano, en proporción a sus habitantes, para la atención de las emergencias que se presenten en la misma.

Orientar y educar a las personas en cuanto a los números a llamar en caso de una emergencia, garantizando la comunicación con los entes competentes, por ejemplo, la estación de bomberos de Antímano.

Estar atentos a los boletines y noticias que emitan las autoridades.

V.7. Factibilidad técnica, social y económica

En el mundo los desastres han generado un alto impacto, afectando el bienestar y la seguridad de las personas, comunidades y países enteros. Más de 700.000 personas han fallecido, más de 1,4 millones han resultado heridas y alrededor de 23 millones han perdido sus hogares como consecuencia de los desastres. En general, más de 1.500 millones de personas han sido afectadas por los desastres en diferentes formas y un total de 144 millones de personas han sido desplazadas, estos datos fueron informados en el Marco de Sendai del año 2015. Iniciativa tomada por la ONU (Organización de las Naciones Unidas) para la reducción del riesgo de desastres.

Es notable la importancia de aplicar las diferentes propuestas o medidas prospectivas, correctivas, y reactivas en la parroquia Antímano, Mamera, en materia de la gestión de riesgos y en general, en toda la comunidad o región.

En el año 2015 se realizó en la ONU la aprobación de la Agenda 2030, sobre el Desarrollo Sostenible, una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendieran un nuevo modelo con el fin de mejorar la calidad de vida de las personas, esta agenda cuenta con 17 objetivos que se plantearon

para el año 2030, en materia de riesgo, existen algunos objetivos que sirven para aplicar o visualizar la factibilidad de las propuestas planteadas para la parroquia Antímáno.

Como primer objetivo que se puede tomar en cuenta en materia de gestión de riesgo, es el número 7, el cual trata sobre la energía asequible y no contaminante. En la parroquia Antímáno, Mamera, cada día la población aumenta y a su vez, esto es un indicativo de que existe un mayor consumo de electricidad y una mayor contaminación por combustible fósil. Una de las estrategias prospectivas es la instalación de fuentes de energías alternas en la parroquia Antímáno, la misma ayudaría al bienestar de la comunidad, una fuente de energía no contaminante, con una alta facilidad técnica, económica y de gran beneficio social.

El siguiente objetivo que se menciona en materia de gestión de riesgos, es el número 8, sobre el trabajo decente y el crecimiento económico. En este sentido, existe un factor importante de la vulnerabilidad, que es el económico. La vulnerabilidad económica puede ser a nivel de país o como persona individual. Venezuela debe propiciar un mejor desarrollo económico, para garantizar rentabilidad en la población, con el crecimiento económico existiría también, un crecimiento social con mejores servicios, se implementarían mejores medidas, y por ende el cumplimiento de las normas y de las estrategias para mitigar la vulnerabilidad y a su vez el riesgo dentro de la parroquia de Antímáno.

Le objetivo 6, habla sobre el agua limpia y su saneamiento, el cual es de gran importancia para el bienestar de una población; sin agua no se puede vivir, cada día existe a nivel mundial, mayor escasez de agua y la misma, no llega a las diferentes comunidades. En la parroquia Antímáno, el servicio de agua no es constante todos los días, sino con racionamiento; a su vez, las quebradas y ríos están contaminadas, llenas de basura, es de un costo elevado en materia económica, sin embargo es de gran importancia social y técnica el impulsar el saneamiento de las quebradas y ríos, lograr agua constante en las tuberías, como medida correctiva y dar talleres a las personas, para que no contaminen las aguas, y llevar ese mensaje a las comunidades y colegios para educar a la población.

Como objetivo 9, está la industria, innovación e infraestructuras. Se pretende construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación. El crecimiento económico, el desarrollo social y la acción por el clima, dependen en gran medida de las inversiones en infraestructuras, el desarrollo sostenible y el progreso tecnológico. Con esto se invita a tener nuevas tecnologías, dentro de la parroquia Antímáno, existen zonas industriales, principalmente las zonas de las canteras, con nuevas tecnologías se reduciría la vulnerabilidad para evitar accidentes, de esta

manera, el Medio Ambiente será beneficiado si las industrias aplican prácticas sostenibles.

El objetivo 11, se relaciona con las comunidades y las ciudades sostenibles. Gran parte de la población mundial vive en zonas urbanas y ésta no es la excepción en la zona de estudio, principalmente en áreas llamadas como barrios. Al apostar a la sostenibilidad, se elige construir ciudades en las que los ciudadanos tengan mejor calidad de vida y estabilidad social, sin dañar el Medio Ambiente. El costo de aplicar este objetivo con las propuestas principalmente prospectivas y correctivas, en comparación con su beneficio, es mínimo. Y su factibilidad técnica, es viable.

Y como último objetivo, en relación a la gestión de riesgo en esta Cumbre sobre el Desarrollo Sostenible, es el 15, que tiene que ver con la vida en los ecosistemas terrestres. Antimano tiene zonas boscosas, y en algunas no se ha producido un cambio de vegetación y suelo, estas deberían continuar así; esas zonas son de susceptibilidad baja la gran mayoría, y las mismas deben protegerse y conservarse y mantener este rango, para que sirvan como zona de refugio o escape ante un evento o desastre en el área.

De acuerdo al Marco de Sendai del año 2015, para la reducción de desastres, la misma cuenta con 4 objetivos o prioridades de acción como esta en el documento, las cuales son: comprender el riesgo del desastre, fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dichos riesgos, invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia y por último, aumentar la preparación para casos de desastres, a fin de dar una respuesta eficaz y para reconstruir mejor, en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción.

En la comprensión del riesgo ciertas medidas se pueden aplicar a nivel local o como políticas de Estado, entre las cuales destacan algunas que fueron propuestas como estrategias prospectivas o correctivas:

- Fomentar la recopilación, el análisis, la gestión y el uso de datos pertinentes e información práctica y garantizar su difusión teniendo en cuenta las necesidades de las diferentes categorías de usuarios, como corresponda.
- Alentar el recurso con bases de referencia y su fortalecimiento, y evaluar periódicamente los riesgos de desastres, la vulnerabilidad, la capacidad, el grado de exposición, las características de las amenazas y la posible secuencia de efectos en las escalas sociales y geográficas pertinentes sobre los ecosistemas, con arreglo a las circunstancias nacionales.

- Promover el acceso en tiempo real a datos fiables, hacer uso de información espacial e in situ, incluidos los sistemas de información geográfica (SIG), y utilizar las innovaciones en materia de tecnología de la información y las comunicaciones, para mejorar los instrumentos de medición y la recopilación, el análisis y la difusión de datos.
- Impartir conocimientos a los funcionarios públicos a todos los niveles, a la sociedad civil, a las comunidades y a los voluntarios, así como al sector privado, mediante el intercambio de experiencias, enseñanzas extraídas y buenas prácticas, mediante la capacitación y la educación sobre la reducción del riesgo de desastre, en particular usando los mecanismos existentes de capacitación, educación y de aprendizaje entre pares.
- Promover y mejorar el diálogo y la cooperación entre las comunidades científicas y tecnológicas, otros actores pertinentes y los encargados de formular políticas, a fin de facilitar la conexión entre la ciencia y las políticas, para un proceso eficaz de adopción de decisiones en la gestión del riesgo de desastre.
- Reforzar la colaboración entre las personas a nivel local, para difundir información sobre el riesgo de desastre mediante la incorporación de organizaciones comunitarias y organizaciones no gubernamentales.

En el fortalecimiento de la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dichos riesgos, se puede destacar:

- Adoptar y aplicar estrategias, planes nacionales y locales de reducción del riesgo de desastre, con diferentes calendarios de ejecución, con metas, indicadores y plazos, a fin de evitar la creación de riesgos, reducir los riesgos existentes y aumentar la resiliencia económica, social, sanitaria y ambiental.
- Elaborar y fortalecer, como corresponda, los mecanismos para el seguimiento, la evaluación periódica, la comunicación pública de los avances en los planes nacionales, locales, y promover el escrutinio público, alentar los debates institucionales, en particular entre legisladores y otros funcionarios pertinentes, sobre los informes de los avances en los planes locales, nacionales para la reducción del riesgo de desastres.

- Asignar, como corresponda, funciones y tareas claras a los representantes comunitarios dentro de los procesos e instituciones de gestión del riesgo de desastre y los procesos de adopción de decisiones al respecto, por medio de marcos jurídicos pertinentes, y organizar consultas públicas y comunitarias extensas, durante la elaboración de esas leyes y reglamentos para apoyar su aplicación.

En el tercer objetivo de invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia, se destacan estos puntos:

- Asignar los recursos necesarios, incluidos recursos financieros y logísticos, como corresponda, a todos los niveles de la administración para desarrollar y poner en práctica estrategias, políticas, planes, leyes y reglamentos para la reducción del riesgo de desastres en todos los sectores pertinentes.
- Promover mecanismos para la transferencia del riesgo de desastres, seguros, distribución y retención de riesgos y protección financiera, como corresponda, para las inversiones tanto públicas como privadas, a fin de reducir las consecuencias financieras de los desastres, para los gobiernos y las sociedades, en zonas urbanas y rurales.
- Potenciar, como corresponda, las inversiones públicas y privadas para la resiliencia a los desastres, en particular a través de lo siguiente: medidas estructurales, no estructurales y funcionales para la prevención y reducción del riesgo de desastres en instalaciones vitales, en particular escuelas y hospitales e infraestructura física; mejora de la construcción desde el principio para resistir las amenazas mediante técnicas de diseño y construcción adecuadas que incluyan los principios de diseño universal y la normalización de los materiales de construcción; el reforzamiento y la reconstrucción; el fomento de una cultura de mantenimiento; y la toma en consideración de las evaluaciones del impacto económico, social, estructural, tecnológico y ambiental.
- Promover la incorporación de las evaluaciones del riesgo de desastres en la elaboración y aplicación de políticas territoriales, incluidas la planificación urbana, las evaluaciones de la degradación de las tierras, las viviendas informales, no

permanentes, el uso de directrices y herramientas de seguimiento basadas en los cambios demográficos y ambientales previstos.

- Promover la incorporación de la evaluación, la representación cartográfica y la gestión del riesgo de desastres en la planificación y gestión del desarrollo rural de, entre otras cosas, las montañas, los ríos, las llanuras costeras inundables, las tierras áridas, los humedales y todas las demás zonas propensas a sequías e inundaciones, incluso determinando las zonas que son seguras para los asentamientos humanos y preservando al mismo tiempo las funciones de los ecosistemas que contribuyen a reducir los riesgos.
- Alentar la revisión de los códigos y normas de edificación y las prácticas de rehabilitación y reconstrucción existentes, o el desarrollo de nuevos códigos, normas y prácticas, a nivel nacional o local, como corresponda, con el objetivo de facilitar su aplicación en el contexto local, en particular en los asentamientos humanos informales y marginales, y reforzar la capacidad para implementar, supervisar y hacer cumplir esos códigos, mediante un enfoque adecuado, con miras a promover estructuras resistentes a los desastres.

Por último, en la cuarta prioridad de aumentar la preparación para casos de desastres, a fin de dar una respuesta eficaz y para reconstruir mejor, en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción, se pueden mencionar principalmente:

- Preparar o examinar y actualizar periódicamente los planes, políticas y programas de preparación y contingencia para casos de desastre, con la participación de las instituciones pertinentes, teniendo en cuenta las hipótesis de cambio climático y sus efectos en el riesgo de desastres, y facilitando como corresponda la participación de todos los sectores y de los actores pertinentes.
- Desarrollar, mantener y fortalecer sistemas de alerta temprana y de predicción de amenazas múltiples que sean multisectoriales y estén centrados en las personas, mecanismos de comunicación de emergencias y riesgos de desastres, tecnologías sociales y sistemas de telecomunicaciones para la supervisión de amenazas, e invertir en ellos; desarrollar esos sistemas mediante un proceso participativo; adaptarlos a las necesidades de los usuarios, teniendo en cuenta las

particularidades sociales y culturales, en especial de género; promover el uso de equipo e instalaciones de alerta temprana sencillos y de bajo costo; y ampliar los canales de difusión de información de alerta temprana sobre desastres naturales.

- Promover la resiliencia de la infraestructura vital nueva y existente, incluidas las de abastecimiento de agua, transporte y telecomunicaciones, las instalaciones educativas, los hospitales y otras instalaciones sanitarias, para asegurar que sigan siendo seguras, eficaces y operacionales durante y después de los desastres a fin de prestar servicios esenciales y de salvamento.
- Establecer centros comunitarios para promover la sensibilización pública y almacenar los materiales necesarios para realizar las actividades de rescate y socorro.

Cabe destacar que estas propuestas dependen de todos, es decir, no solo el gobierno y sus instituciones, como el viceministerio de gestión de riesgo, la alcaldía del municipio Libertador, FUNVISIS, bomberos, cruz roja, sino de entes privados, líderes de las comunidad y a su vez, de la sociedad civil, los voluntarios, las organizaciones de trabajo voluntario y las organizaciones comunitarias, entre todos debe existir este trabajo mancomunado, para que se cumplan todas estas propuestas planteadas o la gran mayoría, muchas no implican grandes inversiones económicas, o de grandes avances tecnológicos, sino la educación de todos en materia de gestión de riesgo y así disminuir la vulnerabilidad en la parroquia de Antímano y sus alrededores.

V.8. Gestión de Riesgo Local

La parroquia Antímano, Mamera, se ha identificado como una zona de susceptibilidad alta a muy alta en líneas generales, de acuerdo con sus amenazas naturales y a la vulnerabilidad por exposición, que ha generado el hombre en esta área, mediante el cambio que ha realizado en materia del aprovechamiento del terreno. Este trabajo se limita a un área que va desde las coordenadas UTM HUSO 19 de Este 718.000 a 721.000 y de Norte 1.156.000 a 1.159.000, observado en la figura 47:

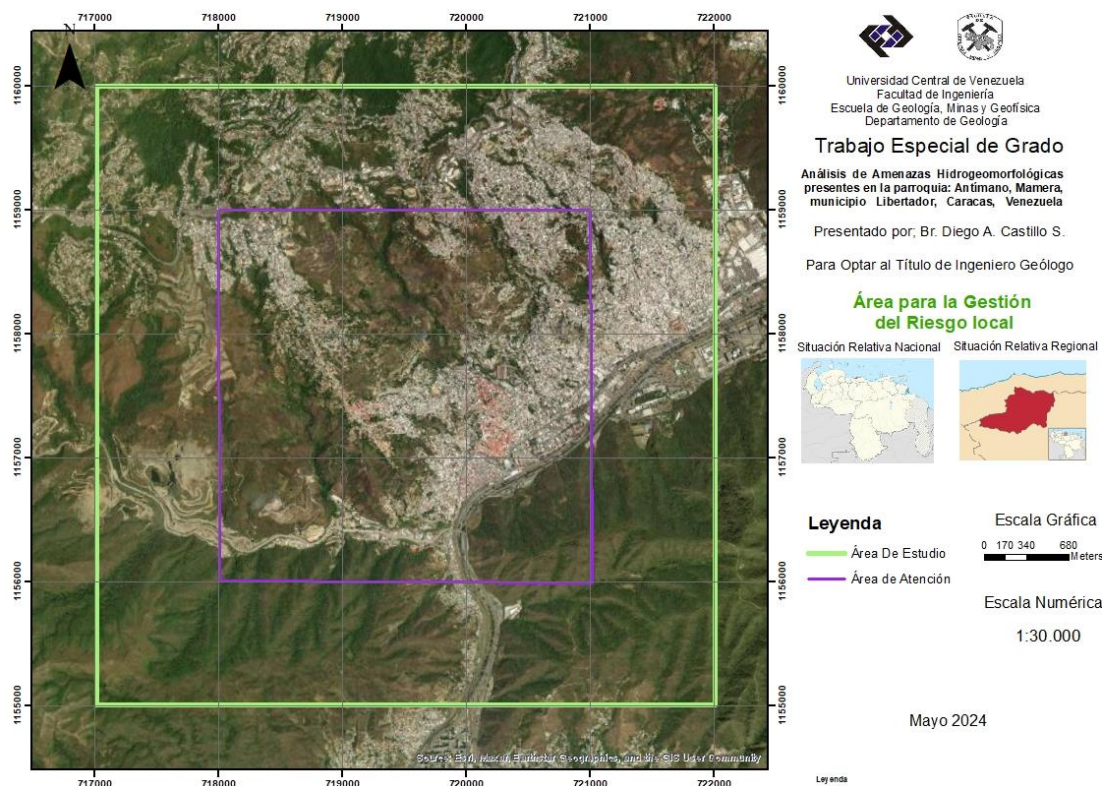


Figura 48. Mapa: Área para la gestión del riesgo local.

El área enmarcada con el recuadro morado, corresponde a la comunidad que puede ser atendida a partir de los resultados de este Trabajo Especial de Grado, es decir, es el área atendida en la propuesta para la gestión del riesgo local. En consecuencia, se dan algunas medidas que pueden servir para las comunidades ubicadas en este sector, como es el caso del Casco Central de Antimano, La Colmena, La Pedrera, Los Nísperos, Cristo es La Puerta, Mamera y el Barrio la Grama. Estas son las principales comunidades presentes en la zona de atención local, y a su vez, también están ubicados en esta área el Cementerio Jardín Principal del Oeste y la Cantera Distrito Capital S.A.

El motivo por el cual se enmarca el recuadro morado central del mapa, como el área definida para la gestión del riesgo local, se basa en la geología ambiental, en vista de que el estudio debe ser mucho más amplio que el sector a atender en materia de gestión de riesgo. Esta medida garantiza que se han revisado todos los procesos geológicos que pueden llegar a constituirse en amenazas naturales.

En general, el área atendida presenta un alto porcentaje de zonas con alta y muy alta susceptibilidad, por la presencia de amenazas naturales asociadas a

drenajes, fallas estructurales, sedimentos que no están consolidados, deslizamientos, pendientes con porcentajes muy altos, y desde el punto de vista de la vulnerabilidad, presenta alta concentración demográfica, tomando como puntos de referencia tres lugares específicos: la Jefatura de Antímano, la Casa de Campo Guzmán Blanco y la Escuela Industrial San José, todas ubicadas en zonas de alta susceptibilidad.

Como principal medida que se debe realizar en toda esta área, es la reubicación de la infraestructura que se encuentra en las zonas más susceptibles, es decir, la vulnerabilidad con mayor exposición frente a las amenazas hidrogeomorfológicas. Se recomienda demoler las viviendas reubicadas, garantizando que no serán ocupadas nuevamente y en esos espacios ejecutar proyectos como parques, campos deportivos o lugares donde las personas solo estarán de paso, donde la población no pernote.

Los procesos de reubicación deben efectuarse preferiblemente en zonas cercanas, sin embargo, se debe garantizar que la reubicación se haga en un espacio geográfico de baja susceptibilidad. En vista de que la parroquia Antímano, Mamera, cuenta con muy pocos espacios de baja susceptibilidad, la reubicación se recomienda en otros lugares de Caracas, incluso en otros estados del país. Uno de los puntos principales a atender con esta propuesta, es la concientización de la comunidad en cuanto a los riesgos que enfrenta, por lo tanto, se busca promover el óptimo ordenamiento territorial. Además, es importante tomar otras medidas como el no permitir más construcciones dentro de la zona de estudio, principalmente en el área que tiene rango de susceptibilidad baja, cercana a las comunidades, para que estos espacios sirvan para las reubicaciones especiales (de hospitales y otros entes clave), tampoco se deben permitir modificaciones en la infraestructura, como agregar más pisos o niveles en las casas, se debe propiciar la seguridad estructural y hacer la infraestructura más resistentes ante la ocurrencia de terremotos, inundaciones y deslizamientos.

En la parte Oeste de la zona está ubicado el cementerio y la cantera Distrito Capital, la misma es de origen antrópico, ambas operaciones han modificado la geomorfología del área, y existe cada día más susceptibilidad asociada a estos entes, por lo tanto se recomienda controlar su evolución, evitando nuevas construcciones de viviendas cercanas y ,en el caso del cementerio, evitar que siga avanzando hacia el sur, con la generación de terrazas que favorecen los movimientos de masa en el sector; también se recomienda la reforestación y el oportuno control y manejo de los desechos.

Un aspecto muy importante, es educar a las personas que viven o trabajan en Antímano, Mamera, para que aprendan a gestionar sus propios riesgos, a mitigar la vulnerabilidad y evitar su proliferación, e incluso para la oportuna

respuesta a la hora de que ocurra un evento socionatural o tecnológico que pueda afectarlos, para así, evitar un desastre y la pérdida material y humana, ante una tragedia.

Capítulo VI

Conclusiones y Recomendaciones

VI.1. Conclusiones

- La zona de estudio presenta las siguientes litologías: Esquisto Las Mercedes (esquistos grafitoso – zona sur), Esquistos las Brisas (esquistos cuarzo albítico muscovítico clorítico – zona norte), Mármol de Antímano (entre los corrimientos), depósitos coluviales (al norte) y depósitos aluviales (al sur).
- En el área de estudio, en geología estructural, se cuenta con la presencia de dos fallas inversas de bajo ángulo (corrimientos en el centro del mapa), una falla dextral (al SW), un sinclinal (al sur) y un anticlinal (al norte).
- El río principal es el Río Guaire, con drenajes y quebradas secundarias que desembocan en el mismo, entre las cuales destaca la quebrada Mamera. El área se divide en tres microcuencas hidrográficas.
- Las principales amenazas naturales son los drenajes, las fallas estructurales, los movimientos de masa, los sedimentos cuaternarios, y las pendientes altas.
- La parroquia Antímano, Mamera, en general es de susceptibilidad alta y muy alta, en cuanto a amenazas hidrogeomorfológicas.
- En la zona de estudio, la vulnerabilidad infraestructural por exposición es muy alta, además de una notable vulnerabilidad social y económica, principalmente por la presencia de barrios y comunidades populares de crecimiento poblacional espontáneo e improvisado.
- Dentro del área para la gestión del riesgo local, definida entre las coordenadas: HUSO 19 de Este 718.000 a 721.000 y Norte de 1.156.000 a 1.159.000, las comunidades en zonas de alta y muy alta susceptibilidad son: el Casco Central de Antímano, La Colmena, La Pedrera, Los Nísperos, Cristo es La Puerta, Mamera y Barrio la Grama.
- En el caso de las canteras y el cementerio, se debe prohibir el avance del cementerio hacia las canteras, para evitar la activación de nuevas coronas de deslizamiento asociadas a la construcción de terrazas y una mayor exposición del suelo a la meteorización y a la erosión.

VI.2. Recomendaciones

- Seguir con el trabajo de investigación en otras áreas de Caracas, para generar una actualización de información en materia de geología ambiental y la elaboración de mapas de susceptibilidad de los diferentes sectores, parroquias y municipios del Distrito Capital.
- Todos los productos generados por las investigaciones en materia de geología ambiental, deben ser atendidos por los organismos competentes, como el Viceministerio de Gestión de Riesgo, la Alcaldía del Municipio Libertador, Bomberos, Protección Civil, para que sirvan como herramientas a la hora de tomar decisiones para la gestión de riesgos.
- Aplicar las estrategias prospectivas, correctivas y reactivas sugeridas, principalmente en las comunidades que están presentes en zonas de alta y muy alta susceptibilidad o cercanas a las diferentes amenazas naturales mostradas en los mapas.
- Incentivar a la población a tomar consciencia, para mitigar el riesgo en la zona de Antímamo, Mamera, considerando que es trabajo de todos, por lo tanto, se recomienda realizar campañas informativas, talleres, asambleas de ciudadanos, entre otros, para que todos participen en las mejoras de su comunidad en materia de geología ambiental.
- Usar la propuesta generada a partir de este T.E.G. como base para los proyectos de Servicio Comunitario que deben realizar los estudiantes de ingeniería geológica UCV, incluso como equipos multidisciplinarios, involucrando a otros profesionales; con la intención de llevar soluciones oportunas a la comunidad de Antímamo y Mamera, en consideración a la gestión del riesgo local.

Bibliografía

AGUERREVERE, E. & ZULOAGA G. (1937). Observaciones geológicas de la parte central de la Cordillera de la Costa, Venezuela. Bol. Geol, Caracas.

BLANCO, A. (2010) Blanco, A. (24 de agosto del 2010). Excavación en mina ilegal dejó 6 fallecidos y 2 heridos. Correo del Orinoco. Recuperado el 10 de febrero del 2020 de www.correodelOrinoco.gob.ve/explosión-mina-ilegal-dejo-seis-fallecidos-dos-heridos.

BLANCO, G. & COLMENAREZ, H. (2007). Investigación Cartografía, Geológica y Geotécnica de una zona ubicada en Antímano, Distrito Capital. [Tesis de Grado]. Universidad Central de Venezuela.

BARBAT, A. (1998). El Riesgo Sísmico en el diseño de edificios. Cuadernos Técnicos 3. Calidad Siderúrgica.

BARBOZA, L. & RODRÍGUEZ, S. (2001). Integración de la geología del estado Vargas y del flanco sur del Macizo del Ávila al norte de Caracas. [Tesis de Grado], Universidad Central de Venezuela.

BATES, L. & JACKSON, A. (1980). Glossary of geology (2da ed.). American Geological Institute.

CANTERAS DEL DISTRITO CAPITAL (2018-2019). Plan de Explotación. Antímano. Caracas.

CANTISANO, M. (1989). Estudio geológico y geotécnico de la cuenca de la quebrada Mamera, Distrito Federal. Memorias VII Congreso Geológico Venezolano, Barquisimeto, Tomo III.

CASTILLO, A. (2017). Control de Sedimentos en Minería Venezolana a Cielo Abierto. [Trabajo de Ascenso]. Universidad Central de Venezuela.

CRUDEN, M. (1991). A simple definition of a landslide: Bulletin of the International Association of Engineering Geology, v. 43, p. 27-29.

CRUDEN, M. & VARNES, J. (1996). Landslide types and processes, en Turner, K. & SCHUSTER, R. L., end, Landslides investigation and mitigation: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, p.36-75.

CRUZ, E. (2010). Metodología de Planificación para la Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Determinación de Controles en Base a la

Norma OHSAS 18001: 2007. [Tesis de Grado]. Pontificia Universidad Católica del Perú.

DENGO, G. (1950). Geología de la región de Caracas. Bol. Geol, Caracas, 1(1): 39-115.

DENGO, G. (1951). Geología de la región de Caracas. Bol. Geol, Caracas, 8. (1): 38-115.

DIÁZ, A. (2003). Integración Geológica de la región Los Teques-La Victoria-San Casimiro. Distrito Capital, Estados Aragua y Miranda. [Tesis de Grado]. Escuela de Geología, Universidad Central de Venezuela, Caracas.

EFE (2020). Al menos 113 muertos en un accidente de una Mina de Jade en Birmania, Rtve.es. Recuperado el 12 de febrero del 2020 de <https://www.rtve.es/noticias20200702/menos-113-muertos-accidente-jade-birmania/2024440.html>.

EUROPAPRESS. (2019). Mueren 14 mineros tras un deslave en una minera cielo abierto en Ruanda. Europapress. Recuperado el 19 de febrero del 2020 de <https://www.europapress.es/internacional/noticia-mueren-14-mineros-deslave-mina-cielo-abierto-ruanda-201901>.

FAO. (2005). La Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres. Japón.

FIGUEREDO, D. & PINTO, N. (2016). Plan de Manejo Ambiental para Mitigar los Impactos generados por la explotación minera en el municipio de Nechi en el Bajo Cauca-Región de la Mojana. [Tesis de Grado]. Universidad Católica de Colombia.

GRANDE, S. & URBANI F. (2015). Los diques de basalto de la quebrada Yaracuybare, limit of the South American Plate: Lithospheric structures from surface to mantle. Edit. Innovación Tecnológica, Facultad de Ingeniería. UCV. Capítulo 9. Caracas.

GONZÁLEZ, L. (1972). Geología de la Cordillera de la Costa, zona centro-occidental. Boletín de Geología, Caracas, Publicación Especial 5, 3: 1589-1616.

GONZÁLEZ DE JUANA, C. (1972). Introducción al estudio de la geología de Venezuela. Ed. Caracas Tall, Caracas.

GONZÁLEZ DE JUANA, C. & ITURRALDE DE AROZENA, J. & PICARD, X. (1980). Geología de Venezuela y sus Cuencas Petrolíferas. Ed. Foninves, Caracas, Tomo 1.

GONZÁLES, L. & FERRER, M. & ORTOÑO, L. & OTEO, C. (2004). Ingeniería Geológica. Pearson Educación.S.A.

HEFFERWAN, T. (2013). Inside a mile deep open-pit copper mine.after a catastrophic landslide. Recuperado el 20 de febrero 2020 de <https://boingboing.net/2013104122/inside-a-mile-deep-open-pit.co.html>.

HERRERA, J. (2006). Elementos de minería a cielo abierto. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, España.

HUTCHINSON, N. (1988). Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology, en Memorias, 5 International Conference on Landslides, Lausanne, p. 3-35.

MACLACHLAN, C. & SHAGAM, R. & HESS, H. (1960). Geología de la región de La Victoria, estado Aragua, Venezuela. Boletín de Geología, Caracas, Publicación Especial 3, 2: 676-684. Versión en inglés: Geology of the La Victoria area, Aragua, Venezuela. Bulletin of the Geological Society of America 71(3): 241- 248, 1960.

MARESCH, W. & URBANI, F. & SCHERTL, H. & K STANEK. (2012). Field guidebook IGCP 546, subduction zones of the Caribbean. Subduction/accretion-related high-pressure rocks of Margarita Island, Venezuela. November 11-15, 2010.

MENÉNDEZ, A. (1966). Tectónica de la parte central de Venezuela de las montañas occidentales del Caribe. Bol. Geol, Caracas.

MINISTERÍO DE MINAS Y ENERGÍA COLOMBIA. (2015). Glosario Técnico Minero. Bogota: Ministerio de Minas y Energía.

OSTOS, M. (1981). Geología de una zona entre la autopista Caracas. La Guaira y el estribo Galindo, Parque Nacional El Ávila, D.F. UCV. Escuela de Geología, Trabajo de ascenso, inédito.

OSTOS, M, & NAVARRO, E. & YORIS, F. (1987). Revisión y redefinición de las Formaciones Las Brisas y Las Mercedes del Grupo Caracas. Sistema Montañoso del Caribe. Definición de La Unidad Litodémica de Corrimiento La Costa. 1eras Jornadas de investigación de ingeniería. (UCV. Facultad de Ingeniería). Mem: 7175.

OSTOS, M. (1990). Evolución tectónica del margen sur-central del Caribe basado en datos geoquímicos. Geos, Caracas, (30). 1-294.

PINDELL, L. & KENNAN, L. & MARESCH, V. & STANECK, P. & DRAPER, G. & HIGGS, R. (2005). Plate-kinematics and crustal dynamics of circum-Caribbean arc-continent interactions: Tectonic controls on basin development in Proto-Caribbean margins. En: H. G. AVÉ-LALLEMANT & V. B. SISSON (eds), 2005. Caribbean-South American plate interactions, Venezuela. Geological Society of America Special Paper, 394.

POLE, K. (2009). Diseño de metodologías mixtas: Una revisión de las estrategias para combinar metodologías cuantitativas y cualitativas. Jalisco: Iteco publicaciones.

PORTAL MINERO (2006). Manual General de Minería y Metalurgia. Minas, concentradores, refinerías y fundiciones. Chile.

Proyecto Multinacional Andino: Geociencia para las comunidades Andinas (2007). Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional. N,4432p.

Proyecto Multinacional Andino: Geociencia para las comunidades Andinas (2009). Atlas de Deformaciones Cuaternarias de los Andes. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional. N,7320 p.

RECALDE, E. (2009). Metodología de planificación minera a corto plazo y diseño minero a mediano plazo en la cantera Pifo. [Tesis de Grado]. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

RODRÍGUEZ, G. & GIL, J. (1996). Metodología de la Investigación Cualitativa. Ediciones Aljibe. España.

SALAMANCA, L. (2024). Fenómeno del niño todas las preguntas sobre este evento climático. <https://uniandes.edu.co/es/noticias/ciencias-biologicas/fenomeno-del-nino-todas-las-preguntas-sobre-este-evento-climatico#:~:text=El%20Fen%C3%B3meno%20del%20Ni%C3%B1o%20es%20el%20evento%20clim%C3%A1tico%20del%20calentamiento,del%20a%C3%B1o%20%20incluso%20m%C3%A1s.>

SAUTER, F. (1996). Redefining terms in the field on seismic safety and risk mitigation. Earthquake Spectra.

SEIDERS, V. (1965). Geología de Miranda Central, Venezuela. Bol. Geol. 248-416. De Geología Minas y Geofísica. [Tesis de Grado]. Universidad Central de Venezuela.

SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO. (2013). Atlas de Peligros por Fenómenos Naturales de Estado de Yucatán. México.

SMITH, K. (2001). Environmental hazards. Asssesing risk and reducing disaster. 3rd Ed. Routledge.

SMITH, R. (1952). Geología de la región de Los Teques – Cúa, Venezuela. Bol. Geol. Caracas. 2(6): 333-406.

SOLDANO, A. (2009) Conceptos sobre Riesgo. Síntesis temática realizada para el Foro Virtual de la RIMD creado para la Capacitación en Teledetección Aplicada a la Reducción del Riesgo por Inundaciones. CONAE, OEA. Argentina.

TAGLIAFERRO, MAURICIO. & SINGER, ANDRÉ. (2012). Los deslizamientos ocurridos el 20 de noviembre del 2008 en las colinas del sur de Caracas: una visión general de su impacto geotécnico. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 27(1), 31-40. Recuperado en 02 de diciembre de 2019, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652012000100004&lng=es&tlnq=es.

TALUKDAR, S. & LOUREIRO, D. (1982). Geología de una zona ubicada en el segmento norcentral de la Cordillera de la Costa, Venezuela: metamorfismo y deformación. Evolución del margen septentrional de Suramérica en el marco de la tectónica de placas. *Geos* 27: 15-76.

TASHAKKORI, A. & TEDDLIE, C. (2003). Handbook of mixed methods in social and behavioral research. Sage, ThousandOaks, California.

UNDRO. (1979). Natural disasters and vulnerability analysis: report of Expert Group Meeting. ONU.

URBANI, F. & OSTOS, M. (1989). El Complejo Ávila, Cordillera de la Costa, Venezuela, *Geos*, UCV, Caracas, 29: 205-217.

URBANI, F. (2000). Revisión de las unidades de rocas ígneas y metamórficas de la Cordillera de la Costa, Venezuela, *Geos*, UCV, Caracas, 33: 1-170.

URBANI, F. (2002). Estudio químico y petrográfico de algunas rocas del esquisto de Tacagua, Quebrada Seca, Estado La Guaira. Geos, UCV, Caracas.

URBANI, F. (2010). Fajas, Terrenos y Napas De La Cordillera De La Costa, Venezuela, Geos, UCV, Caracas.

URBANI, F. (2012). Conservaciones sobre la geología de la Cordillera de la Costa ¿Donde y cuando se formaron las distintas unidades que conforman la Cordillera? Geos, UCV, Caracas.

URBANI, F. (2018). Una revisión de los terrenos geológicos del sistema montañoso del caribe, norte de Venezuela. Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales.

VALVERDE, M. (2017). Un alud mata a tres mineros en el Callao. Cronica uno. Recuperado el 13 de febrero del 2020 de <https://cronica.uno/alud-mata-tres-mineros-callao/>.

VARNES, J. (1978). Slope movement types and processes, en Schuster R. L., & Krizek R. J., ed, Landslides analysis and control: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 176, p.9-33.

VARNES, J. (1984). Landslide hazard zonation: a review of principles and practice. UNESCO.

VIGNALI, M. (1979). Estratigrafía y estructura de las cordilleras metamórficas de Venezuela oriental (penínsulas de Araya-Paria e Isla de Margarita). Geos. UCV, Caracas.

WEHRMAN, M. (1972). *Geología de la región de Colonia Tovar - Guatire.* Memorias IV Congreso Geológico Venezolano 4: 2093-2119.

ZARZA, L. (2018). (25 de abril 2018). 20 años del desastre de Aznacóllar.iagua. Recuperado el 18 de febrero del 2020 de <https://www.iagua.es/blogs/laura-f-zarza/20-años-desastre-aznalcollar>.