CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 01216-2025

INFORME No. 05 PERIODO DE EJECUCIÓN 04/03/2026 AL 03/04/2026

1. GENERALIDADES CONVENIO.

En cumplimiento del CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 01216-2025 celebrado entre el Municipio de GUADALUPE SANTANDER y la CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE SANTANDER CAS que tiene como objeto "AUNAR ESFUERZOS TECNICOS, ADMINISTRATIVOS Y ECONOMICOS ENTRE LA CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE SANTANDER CAS Y EL MUNICIPIO DE GUADALUPE PARA LA ACTUALIZACION DEL ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA, INUNDACIÓN Y AVENIDAS TORRENCIALES, EN JURISDICCIÓN DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE SANTANDER, DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES TÉCNICAS ESTABLECIDAS EN EL DECRETO 1077 DE 2015 Y DEMÁS NORMATIVA REGLAMENTARIA Y VIGENTE", dentro de las obligaciones administrativas y financieras pactadas y de manera particular para la transferencia final de recursos, se establece que la entidad ejecutora deberá entregar: i) de un informe final de ejecución del convenio; y ii) actas de terminación de los contratos derivados. En este sentido, se relaciona el balance financiero del convenio, que incluye los contratos derivados celebrados para la ejecución del Convenio Específico citado, el cual contiene los siguientes aspectos:

OBJETO:	**"AUNAR ESFUERZOS TECNICOS, ADMINISTRATIVOS Y ECONOMICOS ENTRE LA CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE SANTANDER CAS Y EL MUNICIPIO DE GUADALUPE PARA LA ACTUALIZACION DEL ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA, INUNDACIÓN Y AVENIDAS TORRENCIALES, EN JURISDICCIÓN DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE SANTANDER, DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES TÉCNICAS ESTABLECIDAS EN EL DECRETO 1077 DE 2015 Y DEMÁS NORMATIVA REGLAMENTARIA Y VIGENTE"**		
PARTICIPANTES	CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE SANTANDER CAS Y EL MUNICIPIO DE GUADALUPE SANTANDER		
ENTIDAD EJECUTORA DEL CONVENIO	GUADALUPE SANTANDER		
VALOR APORTES	CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE SANTANDER CAS		$250.000.000,00
	MUNICIPIO DE GUADALUPE SANTANDER		$30.000.000,00
	TOTAL, CONVENIO		$280.000.000,00
ADICIÓN:	N/A	N/A	N/A
PLAZO DE EJECUCIÓN	OCHO (08) MESES		
FECHA SUSCRIPCIÓN	17 DE OCTUBRE DEL 2025		
SUPERVISOR CONVENIO POR PARTE DEL EJECUTOR	FREDY EDUARDO FRANCO RUEDA		
SUPERVISORES ANTERIORES (SI APLICA)	**NOMBRE**	**DESDE**	**HASTA**
	N/A	N/A	N/A
	N/A	N/A	N/A
FECHA INICIO EJECUCION DEL CONVENIO	04 DE NOVIEMBRE DEL 2025		
FECHA DE MODIFICACIONES, ADICIONES O PRÓRROGAS	N/A		N/A

FECHA SUSPENSIONES	N/A	**FECHA REINICIOS**	N/A
FECHA TERMINACIÓN DEL CONVENIO (Inicial)	03 DE JULIO DEL 2026	**FECHA TERMINACIÓN DEL CONVENIO (Actual)**	03 DE JULIO DEL 2026
VALOR DESTINADO DENTRO DEL CONVENIO ESPECÍFICO PARA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	$280.000.000,00	**VALOR DESTINADO DENTRO DEL CONVENIO ESPECÍFICO PARA INTERVENTORIA (Si aplica)**	N/A
AVANCE FÍSICO DEL PERIODO (%)	12,5%	**Avance Financiero del periodo (%)**	100%
AVANCE FÍSICO ACUMULADO (%)	62.5%	**Avance Financiero Acumulado (%)**	100%

2. Información de la Cuenta aperturada para el Convenio Específico:

Para el manejo de los recursos, se apertura una cuenta de Ahorros No 049000043536 en el banco DAVIVIENDA denominada: CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 01216-2025 CUYO OBJETO ES AUNAR ESFUERZOS TECNICOS, ADMINISTRATIVOS Y ECONOMICOS ENTRE LA CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE SANTANDER CAS Y EL MUNICIPIO DE GUADALUPE PARA LA ACTUALIZACION DEL ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA, INUNDACIÓN Y AVENIDAS TORRENCIALES, EN JURISDICCIÓN DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE SANTANDER, DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES TÉCNICAS ESTABLECIDAS EN EL DECRETO 1077 DE 2015 Y DEMÁS NORMATIVA REGLAMENTARIA Y VIGENTE de fecha 10 del mes NOVIEMBRE del año 2025. En dicha cuenta se identifican los ingresos o contrapartidas de los aportantes conforme se pactó la forma de financiación del convenio

3. Balance General de la Contratación Derivada

El municipio de Guadalupe Santander actualmente se encuentra en la estructuración jurídica de la etapa contractual para la celebración del contrato derivado con el fin de dar cumplimiento al convenio.

4. Informe del Supervisor:

DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES DEL CONVENIO:

ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS REALIZADAS POR EL SUPERVISOR:

Se realizó Respuesta a derecho de petición Solicitud de información interpuesta por el señor GERMAN AUGUSTO PERALTA CHACON con C.C. 91.239.958 de Bucaramanga, Santander con radicado interno No. 00425, En atención a solicitud de información y garantizando los principios de transparencia administrativa, participación ciudadana y control social sobre la gestión pública, la secretaria de agricultura, medio ambiente y desarrollo rural del municipio de Guadalupe Santander en el marco del Contrato de Consultoría N.º MG-CM-001-2026, suscrito entre el municipio de Guadalupe, Santander, y la Corporación para el Desarrollo Ambiental Colombiano – CORDEAM, cuyo objeto es: "ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZAS DE ACUERDO CON EL DECRETO 1077 DE 2015, EN EL MUNICIPIO GUADALUPE – SANTANDER", mediante el oficio AMG-SA-034-2026.

El día 12 de marzo de 2026. Se realizó una visita técnica de inspección ocular a las actividades de exploración geotécnica que se realizan con el fin de determinar la calidad de los materiales existentes en el área de estudio y la zonificación geotécnica iniciando en la Vereda Sabaneta, sobre la vía principal de acceso al casco urbano y en el barrio La Quinta y parque principal de la cabecera municipal verificando lo siguiente:

- Realización de apiques o trincheras manuales en el área de influencia del suelo urbano del municipio de Guadalupe, los estudios alcanzaron profundidades máximas de 1,5 metros o inferiores en aquellos apiques en los que se impedía continuar por presencia de material rocoso.
- Avance de la realización de 3 ensayos de líneas de refracción sísmica que permite calcular las velocidades de propagación de la onda P y asociarlas con unidades geológicas.
- Realización de vuelo de dron y apiques o trincheras manuales en el área de influencia del suelo urbano del municipio de Guadalupe, los estudios alcanzaron profundidades máximas de 1,5 metros o inferiores en aquellos apiques en los que se impedía continuar por presencia de material rocoso.

El día 12 de marzo de 2026. se llevó a cabo una mesa técnica en la cual hubo participación de GUSTAVO FRANCO GOMEZ Alcalde Municipal Municipio de Guadalupe Santander, FREDY EDUARDO FRANCO RUEDA Secretario de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural Municipio de Guadalupe Santander, RODRIGO VALENCIA LOPEZ Profesional de apoyo, Secretaria de agricultura, Medio Ambiente, DAYANNA VANESSA ORTIZ GOMEZ Coordinadora de Gestión del Riesgo de Desastres Municipio de Guadalupe Santander, GILDARDO MENESES VIVIESCAS Representante Legal de la Corporación Para El Desarrollo Ambiental Colombiano CORDEAM y LAURA NATALIA SALAZAR TORRES Ingeniera Ambiental de la Corporación Para El Desarrollo Ambiental Colombiano CORDEAM en la cual se desarrollaron los siguientes temas:

- Presentación de diapositivas sobre el trabajo realizado en campo y la generación de los diferentes mapas cartográficos referentes al informe de avance de actividades número 01 del contrato de consultoría, dirigido por el señor Gildardo Meneses Viviescas Representante Legal de la empresa Corporación Para El Desarrollo Ambiental Colombiano CORDEAM.

- Intervención de la ingeniera Dayana Vanessa Ortiz jefe de Oficina de la secretaria de Planeación, Obras y Servicios Públicos, Coordinadora de Gestión del Riesgo de Desastres municipal de Guadalupe Santander, quien señala la importancia de incluir en el registro fotográfico las coordenadas y nombre de la vereda y sector de los diferentes eventos de amenaza, remoción en masa y deslizamientos.

- Se realiza revisión por parte de todos los miembros de la mesa técnica sobre los sitios de amenaza registrados en el informe de avance presentado, se manifestó la necesidad de incluir las redes de gas domiciliario tal y como se menciona en el ACTA DE VISITA DE INSPECCIÓN OCULAR No. 007-2025 realizada por la ingeniera Ing. Dayanna Vanessa Ortiz Gómez jefe de Oficina de la secretaria de Planeación, Obras y Servicios Públicos, Coordinadora de Gestión del Riesgo de Desastres.

- Se aborda el tema de los territorios que se encuentran en conflicto de dominio municipal con los municipios de Oiba y Suaita, se realiza explicación por parte del equipo contratista de la empresa CORDEAM donde se definen los mapas territoriales del municipio de Guadalupe Santander en base a lo ordenado por el Esquema de Ordenamiento territorial EOT 2004 y el mapa territorial definido por el Instituto Geográfico Agustin Codacci IGAC donde se establece incluir en el presente estudio de

amenazas en ejecución, estas áreas en discrepancia con el fin de que al final cuando se realice la aclaración de áreas ya se cuente con el estudio del área para ser incluida.

CONCLUSIONES DEL PRESENTE INFORME:

El municipio adelantó la etapa contractual para ejecución del contrato derivado del presente convenio, teniendo en cuenta que ya se presentó en primer informe de avance de actividades correspondiente al 40% de ejecución del contrato de consultoría MG-CM-001-2026, para lo cual la secretaría de agricultura, medio ambiente y desarrollo Rural proyectó lo siguiente:

Efectuar el informe de desarrollo, ejecución y cumplimiento del CONTRATO DE CONSULTORIA No. MG-CM-001-2026 del 09/02/2026, de conformidad con los parámetros establecidos en el referido contrato.

ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANT	VALOR TOTAL	% EJECUTADO	VALOR PARCIAL 01
1	Estudio básico de amenaza por movimientos en masa en el suelo urbano, de expansión urbana y suelo rural, en las escalas requeridas por la norma	UND	1	$ 105.096.237	53%	$ 55.335.156
2	Estudio básico de amenaza por inundación en el suelo urbano, de expansión urbana y suelo rural, en las escalas requeridas por la norma	UND	1	$ 83.749.551	50%	$ 41.874.775
3	Estudio básico de amenaza por avenida torrencial en el suelo urbano, de expansión urbana y suelo rural, en las escalas requeridas por la norma	UND	1	$ 29.580.138	50%	$ 14.790.069
4	Amenaza de origen sociocultural (incendios forestales)	UND	1	$ 9.468.351	0%	N/A
5	Amenazas de origen tecnológico	UND	1	$ 7.114.650	0%	N/A
6	Lineamientos de cambio climático	UND	1	$ 5.565.288	0%	N/A
7	Delimitación y zonificación de las áreas con condición de amenaza en áreas urbanas, de expansión urbana, rural suburbano o centros poblados rurales	UND	1	$ 8.664.012	0%	N/A
8	Delimitación y zonificación de las áreas con condición de riesgo en áreas clasificadas con amenaza alta que estén edificadas o se tengan sistemas viales, equipamiento, infraestructura de servicios públicos.	UND	1	$ 8.664.012	0%	N/A
9	Determinar las medidas de intervención, no estructurales orientadas a establecer el modelo de ocupación del territorio y las restricciones o condicionamientos para el uso de suelo cuando sea viable, mediante la determinación de normas urbanísticas	UND	1	$ 7.114.650	0%	N/A
10	Desarrollo de la vulnerabilidad a nivel básico con base en la zonificación arrojada por el estudio básico de amenazas	UND	1	$ 7.491.555	0%	N/A
11	Desarrollo del Riesgo a nivel básico con base en la zonificación arrojada por el estudio básico de amenazas	UND	1	$ 7.491.555	0%	N/A
TOTAL				$ 280.000.000	40%	$ 112.000.000

Se realizó el acta de pago parcial No. 01 del CONTRATO DE CONSULTORIA N° MG-CM-001-2026, mediante el presente informe se autoriza el pago parcial No 01 del contrato el cual tiene la siguiente forma:

A) Mediante actas de pago parcial hasta completar el 90% del valor del contrato de acuerdo con el valor de los entregables, previa aprobación del supervisor. B) El diez por ciento (10%) restante será pagado al contratista una vez se haya firmado el acta de terminación y el acta de entrega y recibo, se debe presentar informe final de actividades que evidencie con los respectivos soportes la realización de todas las actividades exigidas para la ejecución del contrato. El pago se realizará una vez se tenga firmada el acta de liquidación, para la cual es necesario tener la aprobación por parte del supervisor. Para efectuar el pago el contratista deberá aportar los siguientes documentos necesarios para tal efecto, los cuales son: 1) Informe de actividades realizadas en el periodo de cobro. 2) Cuenta de Cobro y/o factura. 3) Pago de Estampillas Municipales y/o Departamentales según sea el caso. 4) Comprobantes de pago al Sistema General de Seguridad Social en Salud, Pensión y Riesgos Profesionales, para lo cual deberá allegar la planilla respectiva que acredite dicho pago del mes que se va a cobrar. 5) Certificación de cumplimiento o acta de cumplimiento suscrita por el supervisor. La no presentación de estos documentos o su presentación extemporánea exonera al municipio contratante del pago de intereses moratorios. PARÁGRAFO PRIMERO: SUJECIÓN DEL PAGO A LAS APROPIACIONES PRESUPUESTALES: Los pagos a los cuales está obligado el Municipio, se realizarán previa radicación, de la orden de pago, en la Tesorería General, una vez agotados los requisitos a que haya lugar. Los pagos están sujetos a la disponibilidad de los recursos del Municipio. Lo anterior, sin perjuicio de los trámites presupuestales o financieros correspondientes a la constitución de vigencias futuras, reservas presupuestales o cualquier otro mecanismo de ejecución del presupuesto, sin los cuales no se podrá efectuar ningún pago, así como las condiciones o montos autorizados a pagar durante la actual vigencia por estos mecanismos autorizados. PARÁGRAFO SEGUNDO: GRAVÁMENES: Corresponderá al contratista cancelar todos los impuestos, tasas y contribuciones establecidos por las diferentes autoridades nacionales, departamentales y municipales, que afecten el contrato y las actividades que de él se deriven. El contratista autoriza al Municipio, para que, por conducto de la Tesorería Municipal, efectúe de los desembolsos a su favor, las deducciones por concepto de los gravámenes municipales y legales a que hubiere lugar, teniendo en cuenta para la respectiva deducción, los parámetros que para tal efecto haya establecido la disposición que dio origen al gravamen.

RELACIÓN DE ANEXOS.

- **Oficio AMG-SA-034-2026. Respuesta a derecho de petición**
- **visita técnica de inspección ocular a las actividades realizadas del contrato derivado MG-CM-001-2026**
- **Acta de mesa técnica 01 del primer informe de actividades realizadas del contrato derivado MG-CM-001-2026**
- **Informe de actividades 01 presentado por el contratista CORDEAM**
- **Informe de supervisión 01 realizado por la secretaria de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural.**
- **Acta de recibido y pago parcial No. 01**
- **Comprobante de egreso pago parcial No. 01**

REGISTRO FOTOGRAFICO





Realización de apiques o trincheras manuales en el área de influencia del suelo urbano del municipio de Guadalupe





Realización de 3 ensayos de líneas de refracción sísmica





REPÚBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DE SANTANDER
MUNICIPIO DE GUADALUPE
NIT.800.099.694-9

Versión 1.0	2024/07/16	Cód.FT-GC-070	TRD 200-05	ACTA DE VISITA DE OBRA

ACTA DE VISITA TÉCNICA EN CAMPO DENTRO DE LA SUPERVISIÓN DEL CONTRATO DE CONSULTORIA No. MG-CM-001-2026

Acta de visita No.	01	Supervisión	INFORME DE VISITA DE CAMPO

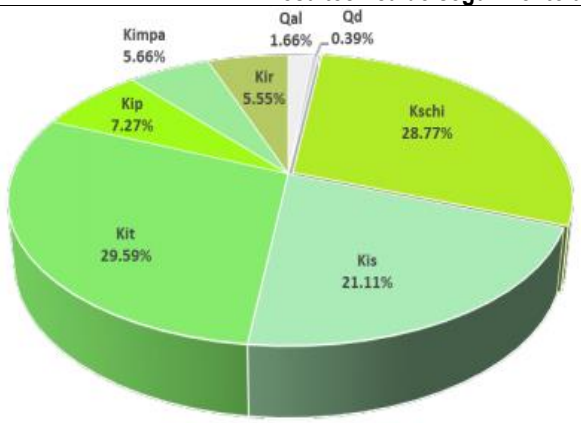
Información General del Contrato			
No. de Contrato	MG-CM-001-2026	Fecha de Contrato	09/02/2026
Nombre Contratista	CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO AMBIENTAL COLOMBIANO – CORDEAM, NIT. 900.227.885-1 R.L. GILDARDO MENESES VIVIESCAS C.C. 91.079.630 de San Gil, Santander		
Objeto del Contrato			
ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZAS DE ACUERDO CON EL DECRETO 1077 DE 2015, EN EL MUNICIPIO GUADALUPE – SANTANDER			
Nombre del Supervisor	FREDY EDUARDO FRANCO RUEDA		
Cargo del Supervisor	SECRETARIO DE AGRICULTURA, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO RURAL		
Supervisión al Contrato			
Fecha de visita	12 de marzo del 2026		
Lugar de visita	Vereda Sabaneta, sobre la vía principal que comunica al municipio de Olba Santander. Casco urbano, parque principal, barrio La Quinta.		

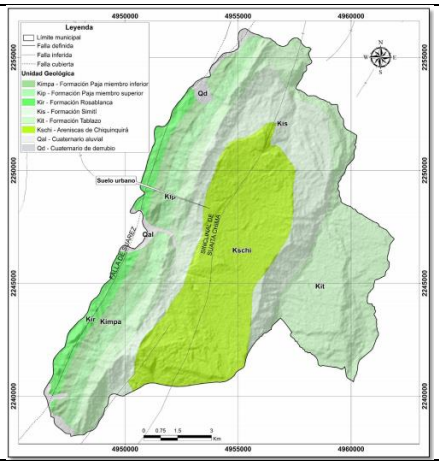
CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES:

Se realiza visita de inspección ocular a las actividades de exploración geotécnica que se realiza con el fin de determinar la calidad de los materiales existentes en el área de estudio y la zonificación geotécnica iniciando en la Vereda Sabaneta, sobre la vía principal que comunica al municipio de Olba Santander donde se observa:

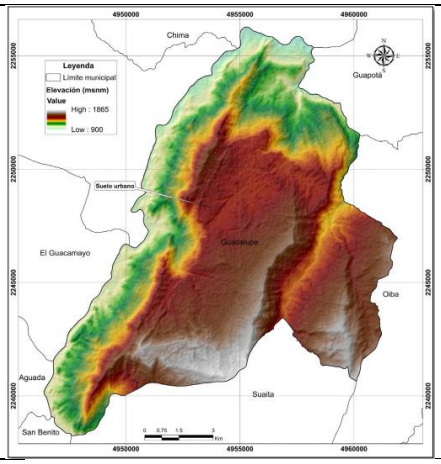
Carrera 4 # 5 - 31 Parque principal Tel: (7)7180123 | E-mail: alcaldia@guadalupe-santander.gov.co
Código Posta. 683051 Guadalupe, Santander, Colombia | Pagina Web. www.guadalupe-santander.gov.co
Página 1 de 5

Mesa técnica de seguimiento a las actividades del contrato derivado.





Porcentaje de ocupación de cada unidad litoestratigráfica en el municipio de Guadalupe
Unidades y estructuras geológicas



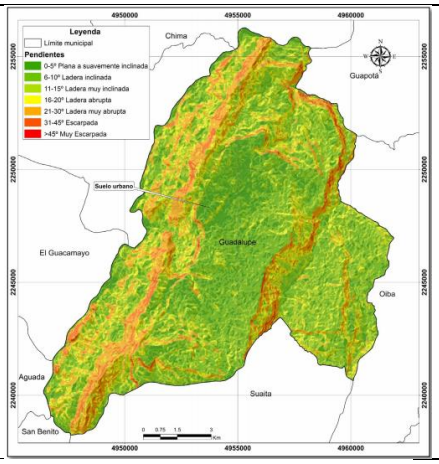


Tabla 5. Ocupación porcentual pendiente del terreno

Descripción	Rango (°)	Color	Área (ha)	Área (%)
Plana a suavemente inclinada	0-5°		1355.12	9.28%
Ladera inclinada	6-10°		4922.24	33.69%
Ladera muy inclinada	11-15°		3556.47	24.35%
Ladera abrupta	16-20°		2089.55	14.30%
Ladera muy abrupta	21-30°		2261.21	15.48%
Escarpada	31-45°		422.69	2.89%
Muy Escarpada	>45		1.16	0.01%
ÁREA TOTAL MUNICIPAL			**14608.44**	**100.00%**

Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Este informe se presenta y suscribe el día 13 de abril de 2026, por parte del supervisor del convenio en señal de aprobación de este:

FREDY EDUARDO FRANCO RUEDA
Secretario de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural.

Proyectó: Ing. Rodrigo Valencia López CPS sec. Agricultura M.A.D.R.

ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZAS DE ACUERDO CON EL DECRETO 1077 DE 2015, EN EL MUNICIPIO GUADALUPE – SANTANDER

CONTRATO DE CONSULTORÍA No MG-CM-001-2026
MUNICIPIO DE GUADALUPE



ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZAS DE ACUERDO CON EL DECRETO 1077 DE 2015, EN EL MUNICIPIO GUADALUPE – SANTANDER

PRESENTADO POR:
CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO AMBIENTAL COLOMBIANO CORDEAM

MARZO DE 2026

TABLA DE CONTENIDO

1 DEFINICIONES 14
2 MARCO LEGAL ESTABLECIDO PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZAS EN EL MUNICIPIO DE GUADALUPE 16
2.1 LEY 1523 DEL 2012 16
2.2 DECRETO 1077 DEL 2015 16
2.3 LINEAMIENTOS NORMATIVOS 16
3 OBJETIVOS 17
4 DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZA DE ACUERDO CON LO ESTABLECIDO EN EL DECRETO 1077 DE 2015. 18
4.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE 18
4.1.1 SOLICITUD DE INFORMACIÓN Y RESPUESTAS 19
4.2 ÁREA DE ESTUDIO 20
4.3 ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA 22
4.3.1 ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SUELO RURAL 22
4.3.1.1 INSUMOS 22
4.3.1.1.1 GEOLOGÍA RURAL 23
4.3.1.1.1.1 ROCAS SEDIMENTARIAS 25
4.3.1.1.1.1.1 FORMACIÓN ROSABLANCA (Kir) 25
4.3.1.1.1.1.2 FORMACIÓN PAJA MIEMBRO ARENOSO (Kimpa) 26
4.3.1.1.1.1.3 FORMACIÓN PAJA (Kip) 26
4.3.1.1.1.1.4 FORMACIÓN TABLAZO (Kit) 26
4.3.1.1.1.1.5 FORMACIÓN SIMITÍ (Kis) 27
4.3.1.1.1.1.6 ARENISCAS DE CHIQUINQUIRÁ (Kschi) 27
4.3.1.1.1.1.7 DEPÓSITOS DE DERRUBIO (Qd) 28
4.3.1.1.1.1.8 DEPÓSITOS ALUVIALES (Qal) 28
4.3.1.1.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 28
4.3.1.1.2.1 FALLAS 29
4.3.1.1.2.2 PLIEGUES 29
4.3.1.1.3 GEOMORFOLOGÍA 31
4.3.1.1.3.1 GEOMORFOLOGÍA PARA LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA 31
7.2.1.2.3.1 MORFOMETRÍA 32

7.2.1.2.3.1.1 PENDIENTES 33
4.3.1.1.3.1.1 RUGOSIDAD 37
4.3.1.1.3.1.2 ACUENCA (FLUJO ACUMULADO) 39
4.3.1.1.3.1.3 CURVATURA 41
4.3.1.1.3.2 MORFODINÁMICA 45
4.3.1.1.3.2.1 DEPÓSITOS 46
4.3.1.1.3.2.2 INVENTARIO DE PROCESOS MORFODINÁMICOS 47
4.3.1.1.3.2.2.1 REGISTRO FASE 1 48
4.3.1.1.3.2.2.1.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN DE MOVIMIENTO EN MASA (SIMMA) DEL SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO (SGC) 48
4.3.1.1.3.2.2.1.2 PUNTOS MORFODINÁMICOS REGISTRADOS EN EL EOT DE GUADALUPE DE 2004 58
4.3.1.1.3.2.2.1.3 PROCESOS MORFODINÁMICOS IDENTIFICADOS EN EL ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZAS NATURALES, VULNERABILIDAD RELATIVA Y RIESGO INDICATIVO. (AINGCO S.A.S Constructores, 2015) 60
4.3.1.1.3.2.2.1.4 PROCESOS MORFODINÁMICOS REGISTRADOS EN TRABAJO DE CAMPO DEL ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZAS DE LA REVISIÓN DEL EOT (Contrato de Consultoría N.º MG-CMA-002-2017, 2017) 61
4.3.1.1.3.2.2.1.5 PLAN MUNICIPAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES, ACTUALIZACIÓN 2019 71
4.3.1.1.3.2.2.1.6 PUNTOS CRÍTICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA. RESPUESTA SOLICITUD DE INFORMACIÓN, 2020. 87
4.3.1.1.3.2.2.1.7 REPORTE EN MEDIOS DE COMUNICACIÓN DE EVENTOS DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA EN GUADALUPE 88
4.3.1.1.3.2.2.2 REGISTRO FASE 2 91
4.3.1.1.3.3 MORFOGÉNESIS 116
4.3.1.1.3.3.1 SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS 118
4.3.1.1.3.3.1.1 AMBIENTE DENUDACIONAL 119
4.3.1.1.3.3.1.2 AMBIENTE FLUVIAL 121
4.3.1.1.3.3.1.3 AMBIENTE ESTRUCTURAL 123
4.3.1.1.4 UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES 127
4.3.1.1.4.1 UNIDADES DE ROCA 128

4.3.1.1.4.2 UNIDADES DE SUELO 128
4.3.1.1.4.2.1 SUELO RESIDUAL 128
4.3.1.1.4.2.2 SUELO TRANSPORTADOS 129
4.3.1.1.5 COBERTURA Y USO ACTUAL DEL SUELO RURAL ESCALA 1:25000 129
4.3.1.2 .METODOLOGÍA Y DESARROLLO DE LA AMENAZA EN EL SUELO RURAL POR MOVIMIENTOS EN MASA. 129
4.3.1.2.1 FACTORES CONDICIONANTES SEGÚN EL DECRETO 1077 DE 2015 131
4.3.1.2.2 FACTORES DETONANTES 132
4.3.1.3 SUSCEPTIBILIDAD POR MOVIMIENTOS EN MASA CON EL MÉTODO HEURÍSTICO 133
4.3.1.3.1 RANGO GENERAL EN LA ASIGNACIÓN DE PESOS PARA LAS CLASES 136
4.3.1.3.2 FACTOR (F1) GEOMORFOLOGÍA 137
4.3.1.3.2.1 CALIFICACIÓN POR MORFOMETRÍA 137
4.3.1.3.2.2 CALIFICACIÓN POR MORFOGÉNESIS 138
4.3.1.3.2.3 CALIFICACIÓN POR MORFODINÁMICA 139
4.3.1.3.3 FACTOR (F2) GEOLOGÍA 142
4.3.1.3.3.1 DENSIDAD DE FRACTURAMIENTO (DF) 142
4.3.1.3.3.2 UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS (UL) 144
4.3.1.3.3.3 UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES (UGS) 145
4.3.1.3.4 FACTOR (F3) COBERTURAS DE LA TIERRA 146
4.3.1.3.5 PROCESAMIENTO GEOGRÁFICO EN SOFTWARE SIG 147
4.3.1.3.6 SUSCEPTIBILIDAD POR MOVIMIENTOS EN MASA 148
4.3.1.4 AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SUELO RURAL 149
4.3.1.4.1 DETONANTE POR HUMEDAD (D_H) 149
4.3.1.4.2 DETONANTE POR LLUVIA (D_{LL}) 150
4.3.1.4.3 DETONANTE POR SISMO (Ds) 150
4.3.2 ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL SUELO URBANO DE LA CABECERA MUNICIPAL 151
4.3.2.1 INSUMOS 152
4.3.2.2 METODOLOGÍA Y DESARROLLO PARA CALCULAR LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SUELO URBANO 153

4.4 ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZA POR INUNDACIÓN 155
4.4.1 ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZA POR INUNDACIÓN EN EL SUELO RURAL 155
4.4.1.1 ÁREA DE ESTUDIO 156
4.4.1.2 INSUMOS 158
4.4.1.3 METODOLOGÍA Y DESARROLLO PARA CALCULAR LA AMENAZA POR INUNDACIÓN EN EL SUELO RURAL 158
4.4.1.3.1 PARTE 1: MAPA DE ZONIFICACIÓN POR CRITERIO GEOMORFOLÓGICO E HISTÓRICO 159
4.4.1.3.2 PARTE 2: MAPA DE ZONIFICACIÓN POR CRITERIO HIDRÁULICO 160
4.4.1.3.3 DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LA AMENAZA POR INUNDACIÓN EN EL SUELO RURAL 160
4.4.2 ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZA POR INUNDACIÓN EN EL SUELO URBANO DE LA CABECERA MUNICIPAL 160
4.4.2.1 INSUMOS 161
4.4.2.2 METODOLOGÍA Y DESARROLLO PARA CALCULAR LA AMENAZA POR INUNDACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO 162
4.4.2.2.1 ANÁLISIS PARTE 1: MAPA DE ZONIFICACIÓN POR CRITERIO GEOMORFOLÓGICO E HISTÓRICO 163
4.4.2.2.2 ANÁLISIS PARTE 2: MAPA DE ZONIFICACIÓN POR CRITERIO HIDRÁULICO 164
4.5 ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZA POR AVENIDAS TORRENCIALES 164
4.5.1 LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO OBJETO DE ESTUDIO 165
4.5.2 ANÁLISIS DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE LAS ÁREAS HIDROGRÁFICAS CON INFLUENCIA EN EL MUNICIPIO 166
4.5.3 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE AVENIDAS TORRENCIALES 167
4.6 AMENAZA POR INCENDIOS FORESTALES 168
4.6.1 METODOLOGÍA Y DESARROLLO 169
5 ACTIVIDADES GEOTÉCNICAS DESARROLLADAS 169
5.1 APIQUES O TRINCHERAS EJECUTADOS 169
5.2 AVANCE LÍNEAS DE REFRACCIÓN SÍSMICA 173
5.2.1 EQUIPO DE REFRACCIÓN SÍSMICA 174
5.2.2 NORMATIVIDAD 174

5.2.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS LINEAS REALIZADAS A LA FECHA 175

6 CARTOGRAFÍA 176
7 BIBLIOGRAFÍA 179
8 ANEXOS 183
8.1 ANEXO 1. SOPORTES SOLICITUD DE INFORMACIÓN Y RESPUESTAS 184
8.2 ANEXO 2. TALLERES HISTORICO AMENAZAS..... 185
8.3 ANEXO 3. CARTOGRAFÍA 186

TABLAS

Tabla 1. Escalas de trabajo 16
Tabla 2. Solicitud de información y estado de respuesta 19
Tabla 3. Unidades geológicas en el municipio de Guadalupe 24
Tabla 4.Leyenda mapa geología rural del municipio de Guadalupe 30
Tabla 5. Ocupación porcentual pendiente del terreno 34
Tabla 6. Dirección de la ladera en el municipio de Guadalupe 36
Tabla 7. Rangos para la rugosidad en el municipio de Guadalupe 37
Tabla 8. Rangos para el flujo acumulado 40
Tabla 9. Tipo de componente perfil de la curvatura en el municipio de Guadalupe 42
Tabla 10. Tipo curvatura del plano del terreno 44
Tabla 11. Puntos morfodinámicos del SIMMA. 49
Tabla 12. Registro SIMMA 1329, tipo inventario 49
Tabla 13. Registro SIMMA 35136, tipo catálogo 51
Tabla 14. Registro SIMMA 35124, tipo catálogo 52
Tabla 15. Registro SIMMA 35138, tipo catálogo 53
Tabla 16. Registro SIMMA 35114, tipo catálogo 54
Tabla 17. Registro SIMMA 25793, tipo catálogo 55
Tabla 18. Registro SIMMA 20767, tipo catálogo 56
Tabla 19. Registro SIMMA 20768, tipo catálogo 56
Tabla 20. Registro SIMMA 20769, tipo catálogo 57
Tabla 21. Puntos morfodinámicos reconocidos en campo. 62
Tabla 22. Polígonos de movimiento en masa interpretados con imágenes satelitales. 70
Tabla 23. Identificación de puntos críticos y escenarios de afectación asociados 87
Tabla 24. Registro de eventos 88
Tabla 25. Reportes periodísticos de amenaza por movimientos en masa en Guadalupe 88
Tabla 26. Inventario de puntos morfodinámicos mediante recorrido de campo. 91
Tabla 27. Reportes de eventos naturales indicados en talleres de participación comunal. 114
Tabla 28. Ambientes morfogenéticos en el municipio de Guadalupe 117
Tabla 29. Leyenda mapa de subunidades geomorfológicas 126
Tabla 30. Factores condicionantes en la amenaza por movimientos en masa 131
Tabla 31. Factores detonantes en la amenaza por movimientos en masa 132
Tabla 32. Determinación de pesos, Método de Jerarquías Analíticas (AHP). 135
Tabla 33. Categorías de la susceptibilidad según el peso asignado 136
Tabla 34. Inclinación del terreno, descripción y susceptibilidad 137
Tabla 35. Atributos para la calificación de las unidades geomorfológicas 139

Tabla 36. Clasificación del relieve relativo (RR) 140
Tabla 37. Clasificación de la inclinación de la ladera (IL)..... 141
Tabla 38. Tasas de desplazamiento definidas para las fallas con deformaciones en el cuaternario..... 143
Tabla 39. Calificación por tipo de Fabrica/estructura 145
Tabla 40. Calificación de las UGS tipo roca por su resistencia..... 145
Tabla 41. Calificación de las UGS tipo suelo residual por su resistencia..... 146
Tabla 42. Calificación de las UGS tipo suelo transportado según el origen del depósito 146
Tabla 43. Valores asignados a los promedios mensuales de lluvia multianual 150
Tabla 44. Calificación del detonante sismo según los valores de PGA 150
Tabla 45. Georreferenciación y registro fotográfico de los apiques en la cabecera municipal 169

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización del municipio Guadalupe dentro de Colombia y del departamento de Santander 22
Ilustración 2. Porcentaje de ocupación de cada unidad litoestratigráfica en el municipio de Guadalupe 24
Ilustración 3. Unidades y estructuras geológicas 30
Ilustración 4. Esquema de jerarquización Geomorfológica. 32
Ilustración 5. Elevaciones del terreno en el municipio de Guadalupe 33
Ilustración 6. Pendientes del terreno en el municipio de Guadalupe 35
Ilustración 7. Dirección de inclinación de las laderas 36
Ilustración 8. Perfil de rugosidad y su relación con la inclinación y elevación 38
Ilustración 9. Rugosidad en el municipio de Guadalupe 39
Ilustración 10. Flujo acumulado en el Municipio de Guadalupe 41
Ilustración 11. Esquema para el cálculo de la curvatura 42
Ilustración 12. Esquema para el cálculo de la curvatura de perfil 42
Ilustración 13. Componente Curvatura de perfil 43
Ilustración 14. Esquema para el cálculo de la curvatura componente plano 44
Ilustración 15. Componente Curvatura del plano para zonas con pendientes > 7° en el municipio de Guadalupe. 45
Ilustración 16. Unidades de depósitos en el municipio de Guadalupe 46
Ilustración 17. Registro de eventos morfodinámicos del EOT Guadalupe, 2004 59
Ilustración 18. Bloques fallados en la zona suroccidental del área de evaluación 60
Ilustración 19. Reptación generalizada de suelo, parte baja de la zona de evaluación 61
Ilustración 20. Descripción del punto morfodinámico 1031. 63
Ilustración 21. Descripción del punto morfodinámico 1032. 63
Ilustración 22. Descripción del punto morfodinámico 1041. 64
Ilustración 23. Descripción del punto morfodinámico 1042. 65
Ilustración 24. Descripción del punto morfodinámico 1047. 65
Ilustración 25. Descripción del punto morfodinámico 1051. 66
Ilustración 26. Descripción del punto morfodinámico 1066. 66
Ilustración 27. Descripción del punto morfodinámico 1073. 67
Ilustración 28. Descripción del punto morfodinámico 1082. 67
Ilustración 29. Descripción del punto morfodinámico 1104. 68
Ilustración 30. Descripción del punto morfodinámico 1127. 68
Ilustración 31. Descripción del punto morfodinámico 1176. 69
Ilustración 32. Descripción del punto morfodinámico 150-1151-1153 69
Ilustración 33. Reptación a 300 metros del balneario La Gloria hacia el este en la vereda Centro Alto 72

Ilustración 34. Reptación a 3 km del casco urbano vía hacia el sector El Tirano en la vereda Sabaneta. 72
Ilustración 35.Caída de rocas vereda Pericos y Loros 73
Ilustración 36. Deslizamiento a 6.3 km del casco urbano en vereda Pericos y Loros . 73
Ilustración 37. Reptación vía de acceso a la vereda La Honda 74
Ilustración 38. Deslizamiento rotacional vía principal casco urbano Guadalupe 74
Ilustración 39. Deslizamiento vía principal casco urbano Guadalupe, mitigado a través de la instalación de gaviones 75
Ilustración 40. Deslizamiento Rotacional en la vía que comunica la vereda San Ramón la vereda La Honda cerca al balneario La Mesua 75
Ilustración 41. Deslizamiento Rotacional en la vía que comunica la vereda La Honda y la vereda El Topón. 76
Ilustración 42. Deslizamiento Rotacional en la vereda El Topón 76
Ilustración 43. Deslizamiento Rotacional en la vía que comunica la vereda Centro Alto con la vereda Mararay..... 77
Ilustración 44. Reptación en la vía que principal al casco urbano de Guadalupe ubicado en la vereda San Ramón; mitigación de riesgo a través de la instalación de gaviones77
Ilustración 45. Desprendimiento de tierra vereda Alto Suárez 78
Ilustración 46. Deslizamiento Rotacional en la vía que comunica la vereda Alto Suárez con la vereda El Plateado 78
Ilustración 47. Reptación del suelos con afectación de la banca en la vía que del casco urbano comunica con la vereda San José..... 79
Ilustración 48. Deslizamiento traslacional en la vía que del casco urbano comunica con la vereda San José..... 79
Ilustración 49. Caída de tierra en la vía que comunica la vereda alto Suárez con la vereda Centro Alto..... 80
Ilustración 50. Escurrimiento en la vía que comunica la vereda San José con la vereda San Vicente 80
Ilustración 51. Reptación en la vía que comunica la vereda San Vicente con la vereda San Antonio 81
Ilustración 52. Deslizamiento rotacional en la vía que comunica la vereda San Vicente con la vereda San Antonio 81
Ilustración 53. Deslizamiento rotacional en la vía que comunica la vereda San Vicente con la vereda San Antonio 82
Ilustración 54. Deslizamiento rotacional en la vía que comunica la vereda San Antonio con el lugar denominado las cascada de los Caballeros..... 82
Ilustración 55. Reptación en la vía que comunica la vereda San Antonio con la vereda San Vicente con afectación de los rieles de piedra 83
Ilustración 56. Reptación en la vía que comunica la vereda San Antonio con el sector conocido como helechal..... 83

Ilustración 57. Reptación en la vía que comunica la vereda Sabaneta con la vereda Solferio. 84
Ilustración 58. Desprendimiento de detritus por saturación del suelo en la vía que conduce desde sabaneta a la vereda solferino 100 metros antes de las antenas..... 84
Ilustración 59. Reptación del suelo afectando la estabilidad de la vía principal a casco urbano en la vereda San Ramón 85
Ilustración 60. Reptación del suelo afectando la estabilidad de la vía principal a casco urbano en la vereda San Ramón 85
Ilustración 61. Caída de rocas sobre la quebrada en la vereda San Ramón..... 86
Ilustración 62. Deslizamiento rotacional en la vía que conduce del casco urbano de Guadalupe a San José..... 86
Ilustración 63. Punto morfodinámico PMG-001, Caída de roca y suelo..... 92
Ilustración 64. Punto morfodinámico PMG-002, Deslizamiento traslacional..... 93
Ilustración 65. Punto morfodinámico PMG-003, Deslizamiento traslacional..... 94
Ilustración 66. Punto morfodinámico PMG-004, Deslizamiento traslacional..... 95
Ilustración 67. Punto morfodinámico PMG-005, Caída de roca y suelo, reptación..... 96
Ilustración 68. Punto morfodinámico PMG-006, Caída de roca y suelo, reptación..... 97
Ilustración 69. Punto morfodinámico PMG-007, Caída de roca y suelo..... 98
Ilustración 70. Punto morfodinámico PMG-008. Caída de roca y suelo..... 98
Ilustración 71. Punto morfodinámico PMG-009. Fracturamiento y hundimiento de vía 99
Ilustración 72. Punto morfodinámico PMG-010. Fracturamiento y hundimiento de vía, proceso de reptación y deslizamientos activos..... 100
Ilustración 73. Punto morfodinámico PMG-011. Caída de roca y suelo..... 101
Ilustración 74. Punto morfodinámico PMG-012. Caída de roca y suelo, afectaciones en vía..... 102
Ilustración 75. Punto morfodinámico PMG-013. Caída de roca y suelo..... 103
Ilustración 76. Punto morfodinámico PMG-014. Deslizamiento traslacional..... 104
Ilustración 77. Punto morfodinámico PMG-015. Deslizamiento traslacional..... 105
Ilustración 78. Punto morfodinámico PMG-016. Deslizamiento traslacional..... 106
Ilustración 79. Punto morfodinámico PMG-017. Deslizamiento traslacional..... 107
Ilustración 80. Punto morfodinámico PMG-018. Deslizamiento traslacional..... 108
Ilustración 81. Punto morfodinámico PMG-019. Caída de roca y suelo residual..... 109
Ilustración 82. Punto morfodinámico PMG-020. Deslizamiento traslacional..... 110
Ilustración 83. Punto morfodinámico PMG-021. Deslizamiento traslacional..... 111
Ilustración 84. Punto morfodinámico PMG-022. Deslizamiento traslacional..... 112
Ilustración 85. Punto morfodinámico PMG-023. Deslizamiento traslacional, erosión hídrica..... 113
Ilustración 86. Puntos morfodinámicos en el municipio de Guadalupe..... 116
Ilustración 87. Gráfica porcentaje de ocupación de cada ambiente morfogenético... 117
Ilustración 88. Ambientes morfogenéticos en el municipio de Guadalupe..... 118

Ilustración 89. Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión (Dco) 120
Ilustración 90. Cono de deslizamiento indiferenciado (Ddi)..... 121
Ilustración 91. Cauce aluvial (Fca), Curso río Suárez 122
Ilustración 92. Laguna (Flg) 122
Ilustración 93. Ladera escalonada (Sles)..... 125
Ilustración 94. Subunidades geomorfológicas del municipio de Guadalupe 127
Ilustración 95. Esquema de los métodos para la evaluación de la susceptibilidad de amenaza por movimientos en masa. 130
Ilustración 96. Esquema de la relación entre pesos, coeficientes y factores condicionantes y determinantes en el método heurístico. 131
Ilustración 97. Metodología general para el desarrollo del método AHP. 134
Ilustración 98. Algoritmo final el análisis de la susceptibilidad por movimientos en masa con el método heurístico. 136
Ilustración 99. Tazas de desplazamiento de las fallas en el Cuaternario de Colombia. 143
Ilustración 100. Algoritmo utilizado para el cálculo de la densidad de fracturamiento. 144
Ilustración 101. Clasificación de los rangos de densidad de fracturamiento mediante el uso de la herramienta ArcInfo 144
Ilustración 102. Esquema general para el cálculo de la susceptibilidad por movimientos en masa en un SIG. 148
Ilustración 103. Esquema para la zonificación básica por movimientos en masa a escala 1:5000..... 151
Ilustración 104. Esquema del cálculo del factor de seguridad (FS) para una celda .. 154
Ilustración 105. Localización del municipio Guadalupe dentro de Colombia y del departamento de Santander 157
Ilustración 106. Metodología para calcular la amenaza por inundación a escala 1:25.000 según el Artículo 2.2.2.1.3.2.1.2 del Decreto 1077 del 2015..... 159
Ilustración 107. Esquema metodológico para la zonificación de amenaza por inundación 161
Ilustración 108. Metodología para calcular la amenaza por inundación a escala 1:5.000 163
Ilustración 109. Localización del municipio Guadalupe dentro de Colombia y del departamento de Santander 166
Ilustración 110. Metodología para la definición del área de estudio..... 168
Ilustración 111. Ubicación de los apiques..... 172
Ilustración 112. Equipo de Refracción Sísmica 174
Ilustración 113. Registro fotográfico línea sísmica 1 175
Ilustración 114. Registro fotográfico línea sísmica 2 175
Ilustración 115. Registro fotográfico línea sísmica 3 176

1 DEFINICIONES

Amenaza: Peligro latente ante un evento físico de origen natural, causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales (Artículo 4°, Ley 1523 de 2012).

Áreas con condición de amenaza: Son las zonas o áreas del territorio municipal zonificadas como de amenaza alta y media en las que se establezca en la revisión o expedición de un nuevo OT la necesidad de clasificarlas como suelo urbano, de expansión urbana, rural suburbano o centros poblados rurales para permitir su desarrollo (Artículo 2.2.2.1.3.1.3, decreto 1077 de 2015).

Áreas con condición de riesgo: Corresponden a las zonas o áreas del territorio municipal clasificadas como de amenaza alta que estén urbanizadas, ocupadas o edificadas, así como en las que se encuentren elementos del sistema vial, equipamientos (salud, educación, otros) e infraestructura de servicios públicos (Artículo 2.2.2.1.3.1.3, decreto 1077 de 2015).

Delimitación: Consiste en la identificación del límite de un área determinada, mediante un polígono. Debe realizarse bajo el sistema de coordenadas oficial definido por la autoridad cartográfica nacional y su precisión estará dada en función de la escala de trabajo (Artículo 2.2.2.1.3.1.3, decreto 1077 de 2015).

Exposición (elementos expuestos): Se refiere a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza (Artículo 4°, Ley 1523 de 2012).

Gestión del riesgo: Es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible (Artículo 4°, Ley 1523 de 2012).

Intervención correctiva: Proceso cuyo objetivo es reducir el nivel de riesgo existente en la sociedad a través de acciones de mitigación, en el sentido de disminuir o reducir las condiciones de amenaza, cuando sea posible, y la vulnerabilidad de los elementos expuestos (Artículo 4°, Ley 1523 de 2012).

Intervención prospectiva: Proceso cuyo objetivo es garantizar que no surjan nuevas situaciones de riesgo por medio de acciones de prevención, impidiendo que los elementos expuestos sean vulnerables o que lleguen a estar expuestos ante posibles eventos peligrosos. Su objetivo último es evitar nuevo riesgo y la necesidad de intervenciones correctivas en el futuro.

Riesgo: Medida de la probabilidad y severidad de un efecto adverso a la vida, salud, pro piedad o el ambiente. Corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a eventos físicos peligrosos de origen natural, socio natural, o antrópico no intencional, en un periodo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad. Según la manera como se defina el elemento en riesgo, el riesgo puede medirse según la pérdida económica esperada, según el número de vidas perdidas o según la extensión del daño físico a la propiedad.

Zonificación: Es la representación cartográfica de áreas con características homogéneas. Debe realizarse bajo el sistema de coordenadas oficial definido por la autoridad cartográfica nacional y su precisión estará dada en función de la escala de trabajo (Artículo 2.2.2.1.3.1.3, decreto 1077 de 2015).

Vulnerabilidad: Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos.

2 MARCO LEGAL ESTABLECIDO PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZAS EN EL MUNICIPIO DE GUADALUPE

2.1 LEY 1523 DEL 2012

Por la cual se adopta la política de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.

2.2 DECRETO 1077 DEL 2015

Los lineamientos normativos del presente estudio se fundamentan en el Decreto 1077 del 2015, *"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio*", el cual en su Sección 3, "*Incorporación de la gestión del riesgo en los Planes de Ordenamiento Territorial",* reglamenta el artículo 189 del Decreto Ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones (MINVIVIENDA, 2015).

2.3 LINEAMIENTOS NORMATIVOS

Los lineamientos normativos de este estudio se fundamentan en el Decreto 1077 del 2015, "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio", el cual en su Sección 3, "Incorporación de la gestión del riesgo en los Planes de Ordenamiento Territorial".

La escala de trabajo del presente estudio de conformidad con el **artículo 2.2.2.1.3.1.5 del Decreto 1077 de 2015** se establece en la siguiente tabla.

Tabla 1. Escalas de trabajo

TIPO DE ESTUDIO	AMENAZA	CLASE DE SUELO	ESCALA
BÁSICO	MOVIMIENTOS EN MASA E INUNDACIÓN	Urbano	1: 5000
		Expansión Urbana	1: 5000
		Rural	1: 25000
	AVENIDAS TORRENCIALES	Urbano*	1:2000
		Expansión urbana*	
		Rural*	
**En quebradas con comportamiento torrencial en áreas con elementos expuestos*			
Fuente: Artículo 2.2.2.1.3.1.5 del Decreto 1077 de 2015, (MINVIVIENDA, 2015)			

3 OBJETIVOS

GENERAL

Efectuar el estudio básico de amenazas en el suelo rural y urbano del municipio de Guadalupe (Santander), de conformidad a la dispuesto en el decreto 1077 de 2015.

ESPECÍFICOS

- Delimitar y zonificar las áreas de amenaza por movimientos en masa en el suelo rural, área de estudio del suelo urbano, con el fin de determinar las áreas con condición de amenaza y con condición de riesgo.
- Delimitar y zonificar las áreas de amenaza por inundación en el suelo rural, área de estudio del suelo urbano, con el fin de determinar las áreas con condición de amenaza y con condición de riesgo.
- Delimitar y zonificar las áreas de amenaza por avenidas torrenciales en el suelo rural, área de estudio del suelo urbano, con el fin de determinar las áreas con condición de amenaza y con condición de riesgo.
- Delimitar y zonificar las áreas de amenaza por incendios forestales.
- Determinar medidas de intervención no estructurales orientadas a establecer restricciones y condicionamientos mediante la determinación de normas urbanísticas.
- Identificar y localizar elementos expuestos en el suelo urbano de la cabecera municipal, en áreas con amenaza alta o media por movimientos en masa e inundación, para determinar su nivel de vulnerabilidad.
- Analizar y cuantificar el riesgo en el suelo urbano de la cabecera municipal, integrando la zonificación de amenaza y la vulnerabilidad identificada.

4 DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZA DE ACUERDO CON LO ESTABLECIDO EN EL DECRETO 1077 DE 2015.

Según la ley 1523 del 2012, “Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones”, la gestión del riesgo debe ser incorporada en el ordenamiento territorial de los municipios en Colombia; razón por la cual, se realiza el estudio básico de amenazas del municipio de Guadalupe

A continuación, se presenta la incorporación del estudio básico de amenaza por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales en el suelo rural y urbano del municipio de Guadalupe.

4.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE

La recolección y análisis de la información existente, tiene como objetivo identificar la susceptibilidad a los distintos fenómenos de Movimientos en Masa, Inundaciones y Avenidas Torrenciales que pudiesen afectar el área de estudio y en consecuencia ser objeto primordial de inclusión en el análisis del estudio básico de amenazas.

Para el presente estudio se recopiló y analizó la siguiente información:

- Imagen Satelital Sentinel 2

- Modelo digital de elevación ALOS-PALSAR, Archivo AP_24449_FBD_F0110_RT1.dem. Resolución espacial 12.5 m/pix. consultado: 20-01-2025 en https://search.asf.alaska.edu/.

- Información cartográfica base de las planchas 151IC, 151ID, 151IIIA y 151IIIB a escala 1:25.000 del IGAC. https://www.colombiaenmapas.gov.co/#

- Información de la plancha geológica 151 Charalá a escala 1:100.000 del SGC. https://srvags.sgc.gov.co/Flexviewer/Cartografia_Geocientifica

- Información de la plancha geomorfológica 151 Charalá a escala 1:100.000 del SGC. https://miig.sgc.gov.co/Paginas/advanced.aspx

- Esquema de Ordenamiento territorial de Guadalupe, adoptado mediante acuerdo municipal N° 011 del 21 de abril de 2004.

- Plan de Ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica (POMCA), del Río Medio y Bajo Suárez, aprobado mediante resolución 0368 del 13 de junio de 2018.

- Información de las estaciones meteorológicas e hidrológicas del área de influencia del municipio de Guadalupe (Santander), IDEAM.

- Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD) del municipio de Guadalupe, actualización 2019.

4.1.1 SOLICITUD DE INFORMACIÓN Y RESPUESTAS

En el marco del desarrollo del contrato de consultoría cuyo objeto es la actualización del Estudio Básico de Amenazas del municipio de Guadalupe – Santander, se adelantó la gestión de solicitud de información ante las principales entidades del orden nacional, departamental y regional, con el propósito de recopilar insumos técnicos oficiales que soporten el análisis de la información disponible, conforme a lo establecido en el Decreto 1077 de 2015.

En este sentido, se remitieron solicitudes formales de información a las siguientes entidades:

- ✓ Servicio Geológico Colombiano – SGC
- ✓ Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS
- ✓ Consejo Departamental para la Gestión del Riesgo de Desastres – CDGRD
- ✓ Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD

Las solicitudes estuvieron orientadas a obtener información relacionada con estudios de amenaza, registros históricos de eventos, cartografía temática en formatos digitales y demás insumos técnicos relevantes para la caracterización de amenazas por movimientos en masa, inundación y avenidas torrenciales, así como otros escenarios de riesgo.

A continuación, se presenta el consolidado de las solicitudes realizadas y el estado de respuesta por parte de las entidades:

Tabla 2. Solicitud de información y estado de respuesta

Entidad	Fecha de envío	Fecha de respuesta	Estado	Observaciones
Servicio Geológico	18/02/2026	11/03/2026	Respondido	Se recibió información técnica y cartográfica

Colombiano – SGC				asociada a geoamenazas, la cual fue incorporada como insumo en el análisis del estudio.
Unidad Departamental para la Gestión del Riesgo de Desastres – UDGRD	18/02/2026	16/03/2026	Respondido	La entidad indicó que la información sobre localización de escenarios de riesgo debe ser consultada en los instrumentos de nivel municipal, especialmente en el PMGRD, y en entidades como la Secretaría de Planeación y la CAS.
Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS	18/02/2026		Sin respuesta	A la fecha de corte del presente informe no se ha recibido respuesta oficial por parte de la entidad.
Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD	18/02/2026		Sin respuesta	A la fecha de corte del presente informe no se ha recibido respuesta oficial por parte de la entidad.
Fuente: Equipo Tecnico CORDEAM				

VER ANEXO 1

4.2 ÁREA DE ESTUDIO

De acuerdo con el artículo ARTICULO 2.2.2.1.3.2.1.1 (DECRETO 1077 DE 2015), numeral 1, el área de estudio para la amenaza por movimientos en masa se describe de acuerdo a lo siguiente: *"Se adelantará este tipo de estudios en todas las zonas de relieve escarpado, montañoso y ondulado, con pendientes iguales o superiores a 5 grados más los taludes marginales de cauces, así como las zonas planas que puedan recibir los efectos de los movimientos en masa".*

En el municipio de Guadalupe se realizó el análisis de la amenaza por movimientos en masa en las áreas de estudio descritas en el decreto 1077, no obstante, con el fin de lograr una visión completa de todo el territorio municipal, este análisis se extendió cubriendo la totalidad del área que comprende el municipio de Guadalupe, es decir, cubriendo lo descrito en el artículo 1077 de 2015 y el municipio en su integridad territorial.

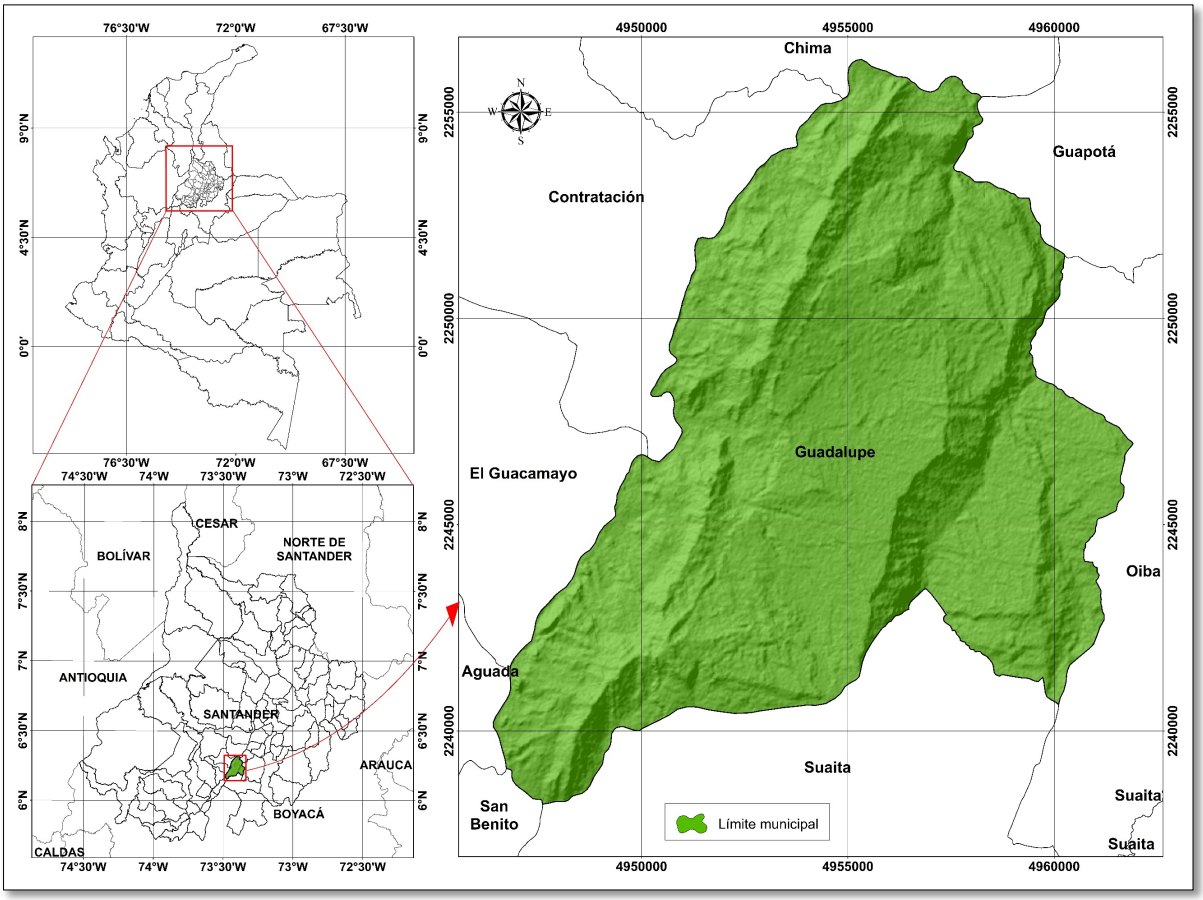
El municipio de Guadalupe se localiza en el sector centro sur del departamento de Santander en la provincia Comunera, sobre la Cordillera Oriental de Colombia, al norte (N) limita con Guapota y Chima, al este (E) con Oiba, al sur con Suaita, San Benito y Aguada, finalmente al oeste (W) limita con Guacamayo y Contratación.

Su cartografía base se encuentra en las planchas 151IC, 151ID, 151IIIA y 151IIIB a escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), posee un área de 13702.73 ha y se localiza dentro de las siguientes coordenadas planas:

Norte: 2302074.37 metros	Sur: 2282734.76 metros
Este: 4983187.17 metros	Oeste: 4970547.48 metros

El sistema de referencia cartográfica utilizado para la presente revisión corresponde a MAGNAS-SIRGAS / Origen Nacional, CTM-12 (EPSG 9377).

Ilustración 1. Localización del municipio Guadalupe dentro de Colombia y del departamento de Santander



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

4.3 ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

Se realizan los estudios pertinentes para categorizar la amenaza por movimientos en masa en el suelo rural y en las áreas de estudio del suelo urbano, según lo dicta el Decreto 1077 del 2015, Sección 3.

4.3.1 ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SUELO RURAL

4.3.1.1 INSUMOS

Se consideran los siguientes insumos conforme lo indica el **Articulo 2.2.2.1.3.2.1.1 Decreto 1077 de 2015** para la elaboración del estudio básico de amenazas.

- Cartografía base: curvas de nivel, drenajes, red vial, infraestructura y equipamientos, asentamientos humanos.
- Inventario de procesos morfodinámicos.
- Geología
- Unidades geológicas superficiales
- Geomorfología aplicada a movimientos en masa a nivel de subunidades geomorfológicas
- Cobertura y uso del suelo
- Análisis de detonantes

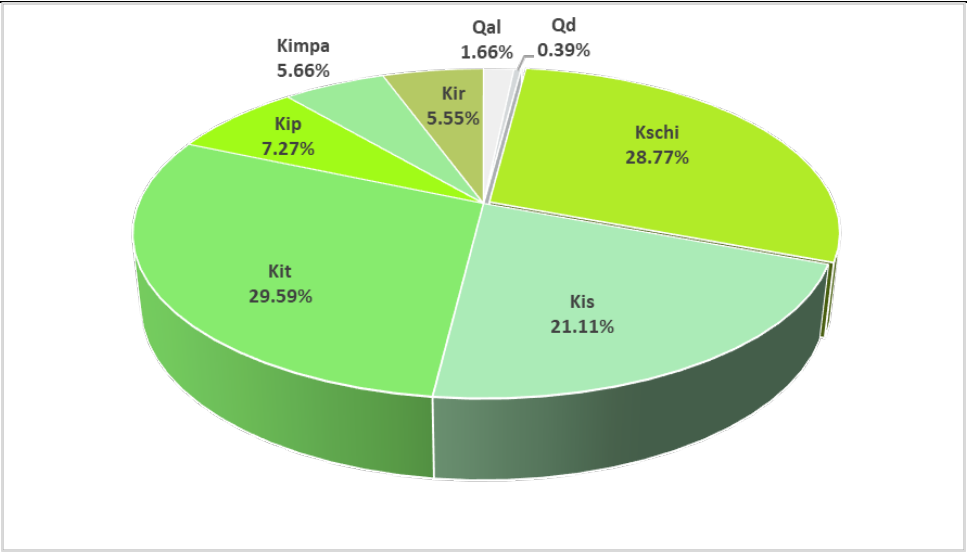
4.3.1.1.1 GEOLOGÍA RURAL

Para la producción cartográfica de geología a escala 1:25.000 para el municipio de Guadalupe (Santander), se toma como base la plancha 151 Charalá del Servicio Geológico Colombiano (SGC) a escala 1:100.000 (insumo oficial), realizando las respectivas modificaciones que surgen debido al detalle de información tomada durante el recorrido en campo, en superposición con el modelo digital de elevación y el mapa de sombras (ALOS PALSAR con tamaño de pixel de 12.5 m).

La geología a escala 1:25.000 permite identificar los aspectos más relevantes del municipio, que contribuyen en el conocimiento del territorio y son insumo primordial en la determinación de las diferentes amenazas naturales mencionadas en el Decreto 1077 de 2015. A continuación, se presenta la situación geológica del municipio de Guadalupe en lo referente a la litoestratigrafía, geología estructural y geomorfología a nivel de subunidades geomorfológicas.

Las unidades de rocas presentes en Guadalupe son principalmente sedimentarias, van de edades entre Cretácico a Cuaternario, predominando significativamente las unidades Cretácicas en la mayor parte del territorio municipal. Todas las unidades son descritas a continuación, y en la siguiente ilustración se presenta el porcentaje de ocupación de cada una de ellas en el municipio.

Ilustración 2. Porcentaje de ocupación de cada unidad litoestratigráfica en el municipio de Guadalupe



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

En la siguiente tabla se muestran las unidades geológicas aflorantes en el municipio de Guadalupe (Santander), organizadas de más antigua a más reciente (de abajo hacia arriba en la tabla), además se muestra su litología predominante.

Tabla 3. Unidades geológicas en el municipio de Guadalupe

Código	Unidad	Litología predominante
Kir	**Formación Rosablanca**	Caracterizada por calizas de color gris oscuro con bandas de yeso intercaladas con capas de yeso e intercalaciones de shale gris oscuro.
Kimpa	**Formación Paja Miembro Arenoso**	Alternancia de areniscas arcillosas de grano fino con lutitas negras a amarillentas y lentes de caliza arcillosa hacia la parte superior.
Kip	**Formación Paja**	Se trata de una sucesión de shales negros, fosilíferos, ligeramente calcáreos y micáceos. Hacia la base, se encuentran lodolitas físiles negras calcáreas con nódulos calcáreos, intercaladas con capas de margas
Kit	**Formación Tablazo**	Está conformada por calizas gris a negras, fosilíferas y arcillosas, con niveles intercalados de arcillolitas grises y areniscas grises. Predominan las calizas tipo mudstone y calizas tipo wackstone en los segmentos inferiores y superiores, respectivamente
Kis	**Formación Simití**	Compuesta principalmente por capas de areniscas silíceas intercaladas con lodolitas. Hacia el tope se compone de areniscas de grano fino (ligeramente lodosas) intercaladas con lodolitas arenosas y arcillolitas arenosas
Kschi	**Areniscas de Chiquinquirá**	Areniscas cuarzosas de grano fino a medio y lutitas de color amarillento gris y verdoso

Qd	**Depósitos de derrubio**	Conformados por material heterométrico (gránulo a bloque) embebido en una matriz areno lodosa. Están constituidos por escombros y bloques caídos provenientes de Formaciones duras como la Formación Paja y Formación Tablazo.
Qal	**Depósitos Aluviales**	Se componen principalmente de material heterométrico (arena a grava/guija) inmerso en una matriz limo arcillosa o areno limosa. En algunas áreas, el material puede ser arcilla y limo
Fuente: Equipo técnico CORDEAM		

4.3.1.1.1.1 ROCAS SEDIMENTARIAS

4.3.1.1.1.1.1 FORMACIÓN ROSABLANCA (Kir)

Esta unidad del Cretácico Inferior (Mesozoico) específicamente de edad Valanginiana, descrita originalmente por Wheeler (1939) y cartografiada por Julivert (1958), se caracteriza por calizas de color gris, con intercalaciones de arcillolitas calcáreas.

Se caracteriza por calizas de color gris en roca fresca, y amarillas a pardas en alteración. Litológicamente, se compone en su parte inferior de capas de caliza y yeso con oolitos, ostrácodos y dolomías. El segmento inferior incluye calizas tipo mudstone de color gris oscuro, intercaladas con capas de yeso de hasta 70 cm de espesor. La parte intermedia presenta calizas masivas tipo mudstone gris azulosa y fosilífera (bivalvos y espatángidos), intercaladas con lodolitas calcáreas y láminas de yeso. La parte superior está constituida por calizas tipo mudstone y packstone con fósiles y shales calcáreos de color rojo. El ambiente de depósito fue marino somero en condiciones neríticas, y los depósitos evaporíticos indican hipersalinidad y tranquilidad en la depositación. Geomorfológicamente, forma pendientes empinadas y abruptas (zonas escarpadas).

Debido a la naturaleza de la formación constituida de rocas cristalinas masivas, poseen una resistencia mecánica alta ante esfuerzos de compresión y tensión. Su espesor es variable en la región; por ejemplo, se han medido 287 metros en la Quebrada La Caisa y unos 160 metros en la Quebrada Cedrillal. Reposa concordantemente sobre la Formación Cumbre e infrayace a la Formación Ritoque

La Formación Rosablanca en Guadalupe presenta una susceptibilidad baja a los movimientos en masa, esto se debe a su baja densidad de fracturas y a que su estructura cristalina masiva le confiere una alta estabilidad física en comparación con otras unidades más arcillosas de la zona.

4.3.1.1.1.1.2 FORMACIÓN PAJA MIEMBRO ARENOSO (Kimpa)

Corresponde a una de las dos secciones en las que se subdivide la Formación Paja, habiendo sido descrito formalmente por Renzoni y Ospina en 1969.

Esta unidad se caracteriza por una alternancia de areniscas y shales grises oscuros, los cuales meteorizan a colores gris castaño y contienen nódulos calcáreos piritosos de hasta 25 cm.

El espesor del miembro es considerablemente variable; se registraron 347 metros en los alrededores de Vado Real y 91 metros en la Quebrada La Pava, aunque en la región de Confines-Charalá se desarrolla ampliamente, alcanzando un espesor mayor a los 700 metros. Estratigráficamente, descansa en contacto normal sobre la Formación Ritoque e infrayace al Miembro Superior de la misma Formación.

Su edad se considera Barremiano-Aptiano y su origen se asocia a un ambiente marino de aguas poco profundas con circulación restringida.

En términos de zonificación de amenaza, el Miembro Paja Arenoso presenta una susceptibilidad media a movimientos en masa. A pesar de estar compuesto por rocas clásticas cementadas con resistencia de moderada a alta, su estabilidad física se ve condicionada por su textura y por un alto grado de fracturamiento tectónico en la región

4.3.1.1.1.1.3 FORMACIÓN PAJA (Kip)

Nombrada por Julivert (1958), esta unidad del Cretácico Inferior (Mesozoico). La Formación es una sucesión de shales negros, fosilíferos, ligeramente calcáreos y micáceos, siendo frecuentemente yesífera. Hacia la base, se constituye principalmente por capas medias de lodolitas físiles negras calcáreas (de 20 cm de espesor) con nódulos calcáreos, intercaladas con capas medias de margas de color gris oscuro. Hacia el tope, presenta capas muy gruesas de lodolitas físiles negras con láminas de yeso paralelas a la laminación, nódulos ferruginosos y fósiles (bivalvos y amonites). El rasgo yesífero es particular de su ambiente de sedimentación.

4.3.1.1.1.1.4 FORMACIÓN TABLAZO (Kit)

Descrita por Wheeler (1958), esta unidad del Cretácico Inferior (Mesozoico) bordea la Mesa de Guadalupe sobre la cota de los 1.200 msnm, sobresaliendo en forma de grandes escarpes. La litología principal está conformada por calizas gris a negras, fosilíferas, localmente glauconíticas y arcillosas de color negro, con niveles intercalados

de arcillolitas grises a grises azuladas, calcáreas, fosilíferas, y capas delgadas de areniscas grises, grano fino a medio, arcillosas, levemente calcáreas. Geomorfológicamente, bordea la Mesa de Guadalupe y sobresale en forma de grandes escarpes.

4.3.1.1.1.1.5 FORMACIÓN SIMITÍ (Kis)

La Formación Simití (Kis), la unidad más joven de la secuencia del Cretácico Inferior, fue descrita por geólogos de Intercol (Morales, et al., 1958), y su localidad tipo se encuentra en la ciénaga de Simití, Bolívar. En la zona de estudio, se caracteriza por presentar capas de areniscas silíceas intercaladas con lodolitas. Hacia el tope, está compuesta por areniscas de grano fino, ligeramente lodosas (gris y violáceo, con costras de hierro), intercaladas con areniscas de grano medio, lodosas (amarillo a blanco, rojizas por meteorización), lodolitas arenosas (gris claro, micáceas) y arcillolitas arenosas. La parte inferior incluye capas gruesas tabulares de areniscas de grano fino ligeramente lodosas con areniscas de grano muy fino calcáreas y lodolitas arenosas. La formación aflora en la parte más alta de la Mesa de Guadalupe, y se encuentra fuertemente alterada y meteorizada, apareciendo como suelo residual oxidado con colores abigarrados. La parte intermedia de la formación aflora en el sector de Las Antenas al SE del municipio de Guadalupe, y la parte inferior se observa en la vereda Higueras, al este del municipio de Guadalupe.

4.3.1.1.1.1.6 ARENISCAS DE CHIQUINQUIRÁ (Kschi)

Unidad litoestratigráfica cuyo nombre fue propuesto por Ulloa y Rodríguez en 1979 para designar a los estratos arenosos y lutíticos que afloran en la carretera Sutamarchán-Chiquinquirá.

Se constituye de areniscas cuarzosas de grano fino a medio, colores gris-amarillentos, micáceas y ligeramente friables, se presentan en bancos que varían entre 1 y 8 metros de espesor y suelen mostrar manchas de óxido de hierro, con intercalaciones de shales micáceos que varían de gris oscuro a gris amarillento y amarillo-rojizo, los cuales presentan abundantes costras de óxido de hierro.

Estratigráficamente, la unidad descansa en contacto concordante sobre la Formación Simití. Se le asigna una edad Cenomaniano y se interpreta que su origen corresponde a un ambiente marino cercano a la playa.

Esta Formación presenta una susceptibilidad media a los movimientos en masa, esto se debe a que está constituida por rocas clásticas cementadas (areniscas y limolitas)

que poseen una resistencia de moderada a alta, pero cuya estabilidad puede verse afectada por el fracturamiento técnico en la zona.

4.3.1.1.1.1.7 DEPÓSITOS DE DERRUBIO (Qd)

Los depósitos de derrubio son unidades geológicas pertenecientes al Holoceno (Cuaternario), corresponde a parte de las unidades más recientes del área en estudio, junto con los depósitos de aluviales.

Su composición no es uniforme y correspone a acumulaciones de material rocoso heterogéneo de forma angulosa a subangulosa de la unidad o unidades geológicas que les sirve de aporte, que para el caso del municipio de Guadalupe corresponde a las Formaciones Paja y Formación Tablazo las cuales se localizan en sectores de mayor pendiente.

4.3.1.1.1.1.8 DEPÓSITOS ALUVIALES (Qal)

Se clasifican dentro de los depósitos sedimentarios más recientes de la geología en el municipio de Guadalupe. Litológicamente, se encuentran conformados principalmente por material heterométrico, con tamaños de grano que varían desde gránulo hasta guija, inmersos en una matriz limo arcillosa. Estos sedimentos provienen del arrastre y acumulación generados por la escorrentía superficial, la cual afecta los suelos residuales y las capas de rocas. En las zonas adyacentes a los ríos Suárez están constituidos por material heterométrico de tamaño de arena a grava, con formas angular a subangular, embebidos en una matriz areno limosa de composición polimíctica.

4.3.1.1.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La caracterización de la geología estructural del municipio de Guadalupe está definida por su ubicación en una región de mesas y cuestas, una unidad tectónica caracterizada por una vasta región tabular de estratos sedimentarios del Cretáceo. El marco estructural del municipio está dominado por la interacción entre el Sinclinal de Suaita-Chima y la Falla del Suárez, los cuales modelan la topografía y el comportamiento mecánico del terreno.

A continuación, se describen las estructuras principales y aquellas que influyen en el municipio:

4.3.1.1.2.1FALLAS

El municipio presenta dentro de su distribución territorial los lineamientos de la Falla de Suárez y una falla cubierta indenomidana, las cuales presentan dirección SW -NE. La Falla de Suárez se distribuye hacia el costado oeste del municipio sector en el cual también se localiza el río Suárez.

FALLA DE SUÁREZ

La Falla del Suárez es una estructura regional con una extensión aproximada de 120 Km, desde el norte de la ciudad de Bucaramanga hasta Puente Nacional, Santander.

La Falla de Suárez presentan un estilo de escamación delgada asociando fallas de atajo e imbricaciones locales que definen todo el sistema de fallas. Además se corroboró la existencia de fallas transversales que definen zonas de transferencia tectónica, en las que cortan y desplazan el sistema de fallas del Suárez. Las fallas transversales y fracturas se encuentran controlando el curso de los drenajes, que presentan una dirección preferencial W-E, los cuales dividen la zona de mesas y cuestas, dando como resultado un relieve morfoestructural. De esta manera, la Falla del Suárez presenta en su bloque yacente mesas y cuestas que se asocian morfológicamente al basculamiento de las capas hacia el oeste; mientras que en su bloque colgante, presenta morfologías asociadas a los pliegues que redefinen el Anticlinal de Los Cobardes como una estructura anticlinorio.

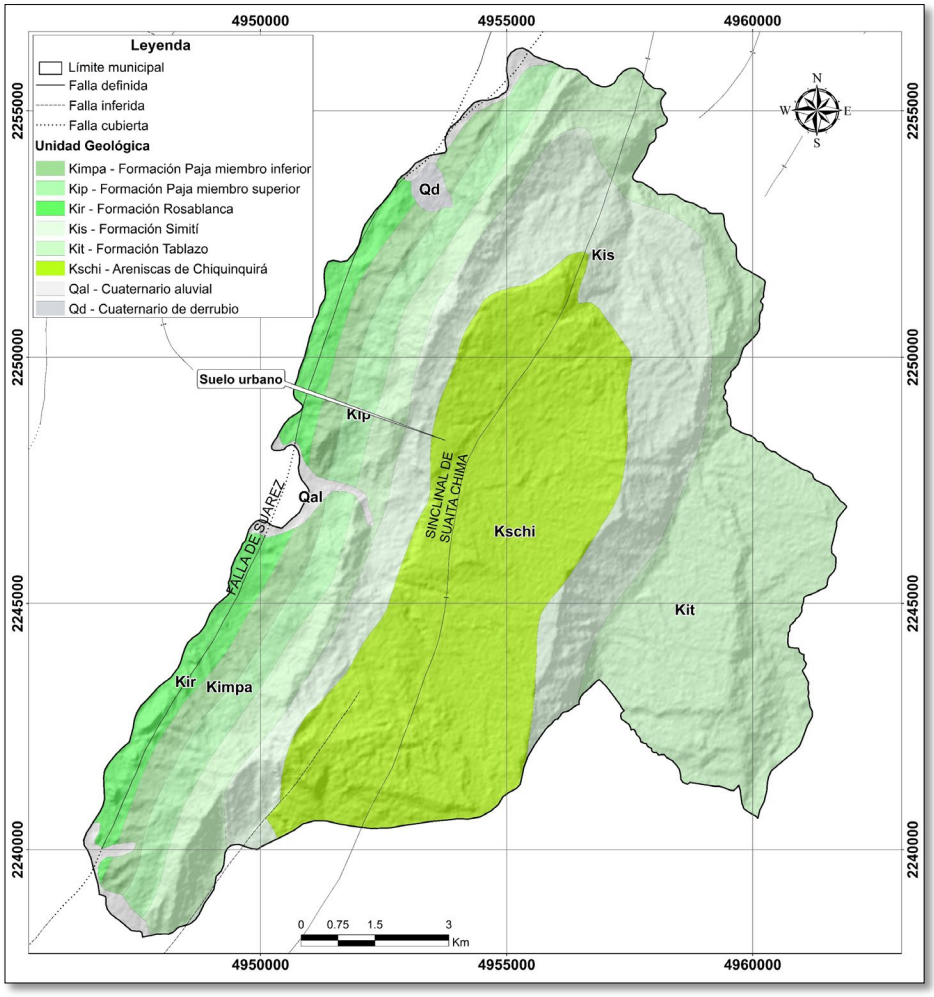
4.3.1.1.2.2 PLIEGUES

La región comprende zonas con suaves plegamientos sinclinales y anticlinales muy suaves, con trazo sinuoso, cuyos ejes presentan muy poco cabeceo. Estos pliegues presentan una dirección predominante NS y NE (Rojas Parra & Gómez Isidro, 2007).

SINCLINAL DE SUAITA CHIMA

Estructura regional, asimétrica, con una orientación aproximada N20-25E, con una longitud de aproximadamente 20 Km. y siendo más amplia en el costado oriental, estructura que atraviesa todo el municipio y se localiza en la zona oriental. Su núcleo está constituido por la Chiquinquirá, su continuidad se puede seguir desde Suaita hasta Guapota. Se considera una estructura estable poco deformada y con fallas transversales a su rumbo localizadas en el flanco occidental.

Ilustración 3. Unidades y estructuras geológicas



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Tabla 4.Leyenda mapa geología rural del municipio de Guadalupe

ERA	PERIODO	CÓDIGO	UNIDAD	ÁREA (ha*)	ÁREA (%)
Cenozoico	Cuaternario	**Qal**	Depósitos aluviales	242.89	1.66%
		Qd	Depósitos de derrubio	56.26	0.39%
	Cretácico	**Kschi**	Areniscas de Chiquinquirá	4203.39	28.77%
		Kis	Formación Simití	3083.60	21.11%
		Kit	Formación Tablazo	4322.08	29.59%
		Kip	Formación Paja	1062.62	7.27%
		Kimpa	Formación Paja Miembro Arenoso	827.03	5.66%
		Kir	Formación Rosablanca	810.57	5.55%
ÁREA TOTAL MUNICIPAL				**14608.44**	**100.00%**

**ha= hectáreas*

Fuente: Equipo técnico CORDEAM

VER CARTOGRAFÍA: MAPA 2 – GEOLOGÍA RURAL

4.3.1.1.3 GEOMORFOLOGÍA

Dado que la cartografía geomorfológica registra información de las formas del terreno, los materiales que las constituyen y los procesos superficiales que los afectan (Carvajal, 2012), constituye el factor condicionante más importante para analizar la evolución del territorio en relación a la ocurrencia de movimientos en masa.

La cartografía geomorfológica se consolida de variables morfométricas, morfológicas, morfodinámicas y morfogenéticas propias de cada territorio, que permiten entender el origen y los principales procesos que han dado forma al paisaje. Acorde a los lineamientos que plantea el Servicio geológico Colombiano (Carvajal, 2012) y las condiciones técnicas indicadas en el decreto 1077 de 2015 (compilatorio del decreto 1807 de 2014) la geomorfología a escala 1:25000 para el estudio básico en cuestión, debe orientarse a movimientos en masa a partir del análisis de subunidades geomorfológicas.

4.3.1.1.3.1 GEOMORFOLOGÍA PARA LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

Las subunidades geomorfológicas representan aspectos relacionados con la morfometría, morfología, disposición estructural, contraste de los materiales además de los procesos morfodinámicos actuales que las afectan a un nivel de detalle propio de la escala 1:25000. El mapa de subunidades geomorfológicas orientado al análisis de movimientos en masa resulta de la integración de: La morfología, morfometría y morfodinámica del área de interés.

MORFOLOGÍA: Está relacionada con los aspectos de la geometría del relieve e incluye fundamentalmente los gradientes topográficos y las formas relativas del mismo, descritos mediante adjetivos descriptivos y representativos (SGC, 2012).

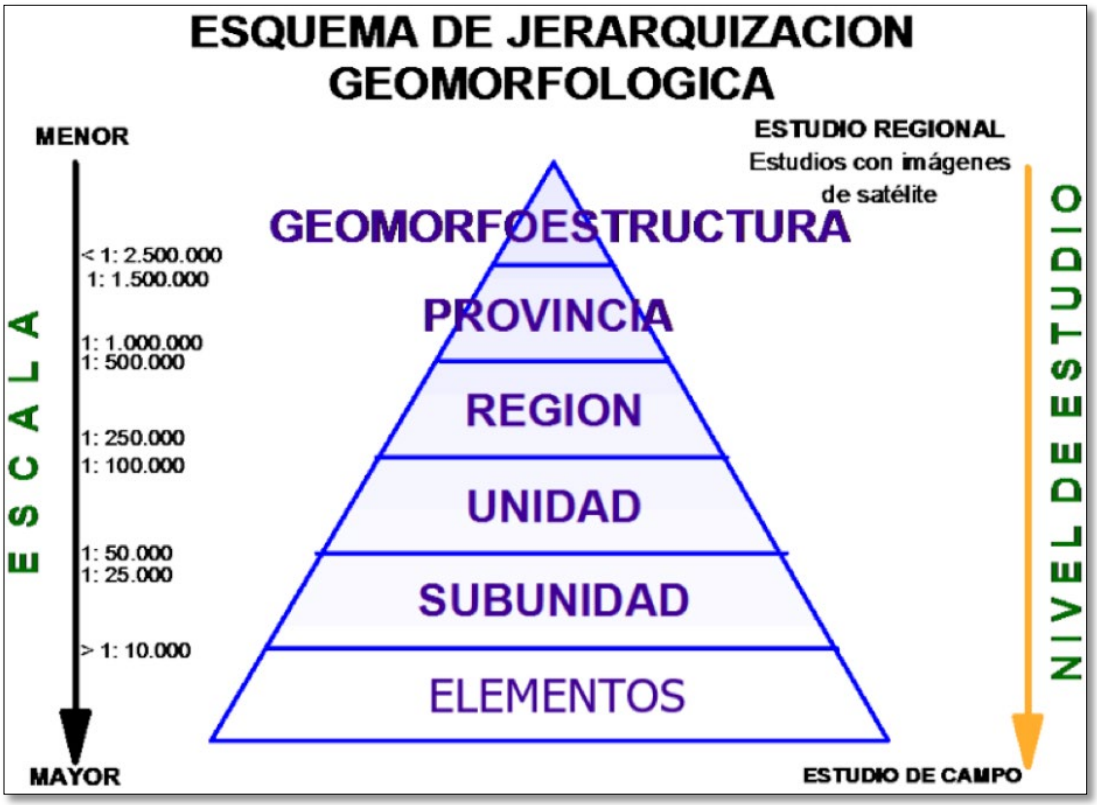
MORFOMETRÍA: La morfometría permite la caracterización cuantitativa de la superficie en términos de altitud (altura sobre el nivel del mar), pendiente, dirección, curvatura y rugosidad del relieve entre otros, que a partir de su distribución espacial permiten inferir procesos geomorfológicos e hidrológicos.

MORFODINÁMICA: Corresponde al estudio de procesos exógenos tanto antiguos como recientes relacionados con la actividad del viento, agua, hielo y la acción de la gravedad terrestre que modelan y modifican la superficie terrestre.

La morfodinámica permite explicar y clasificar los diferentes movimientos en masa que ocurren, han ocurrido o pueden ocurrir en el territorio, bajo unas condiciones naturales específicas (SGC, 2017).

En la ***Ilustración 4*** se muestra un esquema de jerarquización geomorfológica donde se identifican las componentes según la escala y el nivel de estudio del proyecto.

Ilustración 4. Esquema de jerarquización Geomorfológica.



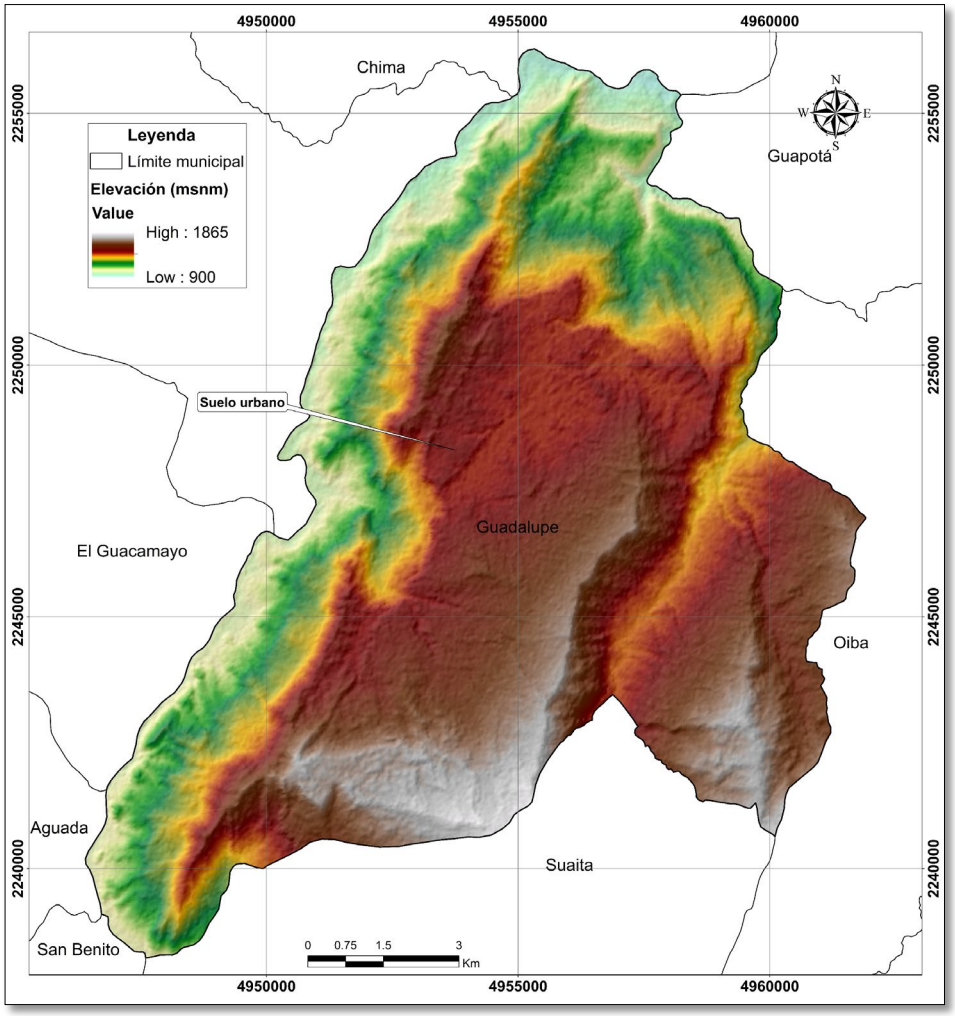
Fuente: (Carvajal, 2012)

7.2.1.2.3.1 MORFOMETRÍA

La morfometría trata de aspectos cuantitativos del terreno en términos de rugosidad, pendiente y flujo acumulado en una celda (acuenca), y estos aspectos se interpretan como “variables geométricas” del terreno. Para su generación se empleó un modelo digital de elevación del terreno (DEM) con tamaño de pixel de 12.5 metros (ALOS PALSAR).

A partir del histograma se observa que la elevación mínima es de 900 msnm, la elevación máxima es de 1865 msnm y la elevación promedio es de 1383.98 msnm para el municipio de Guadalupe.

Ilustración 5. Elevaciones del terreno en el municipio de Guadalupe



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

7.2.1.2.3.1.1 PENDIENTES

La pendiente, definida como el ángulo existente entre la superficie del terreno y la horizontal, expresada en grados desde 0°- 90°, está relacionada con los Movimientos en Masa de manera que, a mayor pendiente, mayor susceptibilidad a la ocurrencia de estos (SGC, 2013). Para la cartografía geomorfológica, se tomó como base de clasificación de las pendientes presentadas por (Carvajal, 2012), en la propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia.

De acuerdo al ráster de pendientes (***Ilustración 6***), se determinan las inclinaciones del terreno, siendo el valor mínimo igual a 0° y el máximo a 52.94°, y según los datos de la

Tabla 5, Guadalupe posee principalmente pendientes “Inclinadas” seguido de pendientes muy inclinada, y en menor proporción pendientes muy escarpadas.

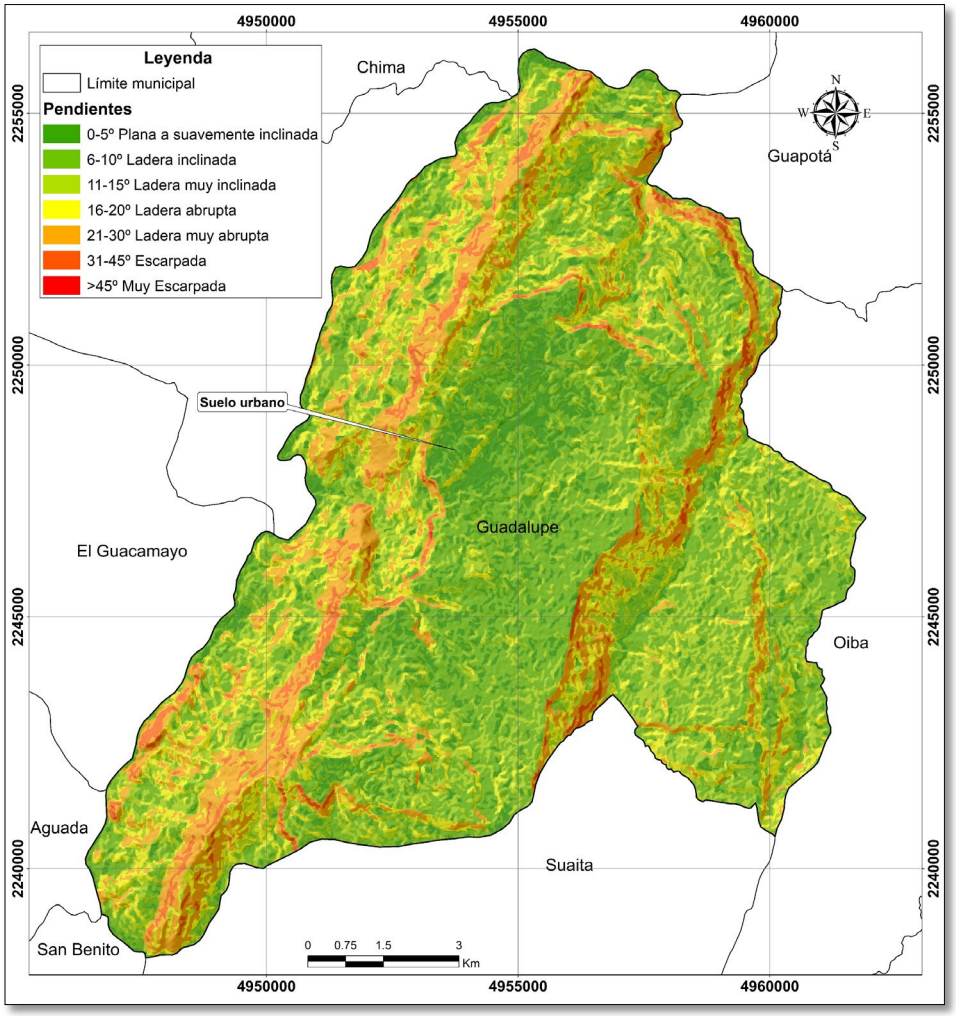
En la siguiente tabla se muestran los rangos a partir de las cuales se clasificó la pendiente del terreno para el municipio de Guadalupe.

Tabla 5. Ocupación porcentual pendiente del terreno

Descripción	Rango (º)	Color	Área (ha)	Área (%)
Plana a suavemente inclinada	0-5º		1355.12	9.28%
Ladera inclinada	6-10º		4922.24	33.69%
Ladera muy inclinada	11-15º		3556.47	24.35%
Ladera abrupta	16-20º		2089.55	14.30%
Ladera muy abrupta	21-30º		2261.21	15.48%
Escarpada	31-45º		422.69	2.89%
Muy Escarpada	>45		1.16	0.01%
ÁREA TOTAL MUNICIPAL			**14608.44**	**100.00%**

Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 6. Pendientes del terreno en el municipio de Guadalupe

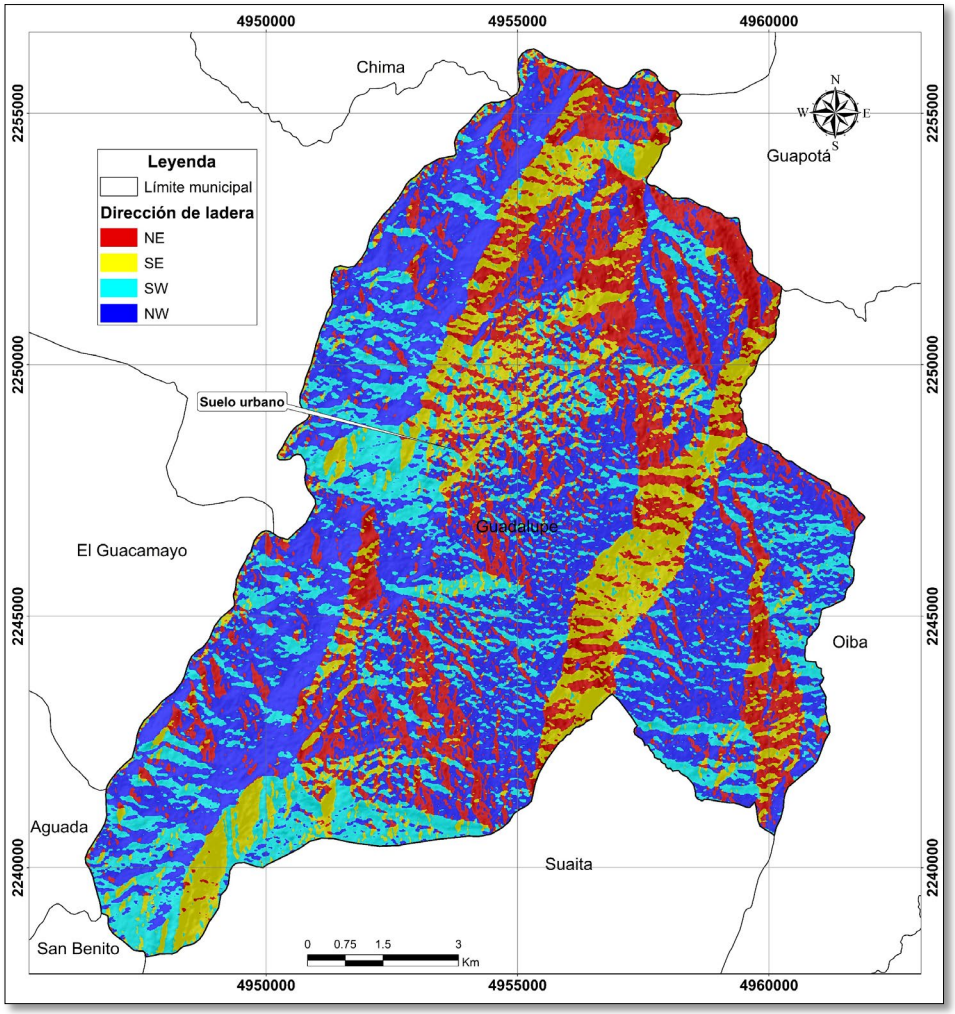


Fuente: Equipo técnico CORDEAM

VER CARTOGRAFÍA: MAPA 3. PENDIENTES EN EL SUELO RURAL

El ráster de direcciones de inclinación de las laderas, muestra otro criterio importante en la morfometría del terreno respecto a las pendientes, siendo así, en el municipio de Guadalupe se pueden distinguir el predominio de inclinación de ladera con dirección al NW, seguido de las direcciones de ladera NE y SW, las cuales se observan distribuidas casi de manera proporcional en el municipio, y en menor proporción laderas inclinadas con dirección SE; posiblemente, este comportamiento se asocie a las fallas con dirección NE que se presentan en el municipio y por los buzamientos de las rocas sedimentarias en el casco urbano de Guadalupe que marcan principalmente una orientación al SE.

Ilustración 7. Dirección de inclinación de las laderas



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Tabla 6. Dirección de la ladera en el municipio de Guadalupe

AZIMUT	DIRECCIÓN	SÍMBOLO	ÁREA (%)
0-90°	NE		23.09
90°-180°	SE		14.88
180°-270°	SW		20.86
270°-360°	NW		41.17
ÁREA TOTAL MUNICIPAL			**100.00%**

Fuente: Equipo técnico CORDEAM

4.3.1.1.3.1.1 RUGOSIDAD

La rugosidad del terreno, especializada en las celdas del DEM, muestra la variación de la pendiente en un área y representa la desviación de un vector ortogonal a la superficie en cada celda (SGC, 2013). Este atributo se asocia a los movimientos en masa ya que los cambios sucesivos de las pendientes favorecen una mayor infiltración de agua en el terreno aumentando la inestabilidad de este. Para el cálculo de la rugosidad se usó el módulo de Índice de Rugosidad del Terreno (Terrain Ruggedness Index[1]) del software SAGA-GIS. La calificación asignada a los rangos de susceptibilidad empleados, valores de rugosidad (clasificación según 5 cuantiles) y su descripción se muestra en la ***Tabla 7***, donde el terreno presenta una rugosidad que varía de Baja, Moderada y Alta, representando los valores Moderados y Altos condiciones desfavorables en cuanto la estabilidad del terreno.

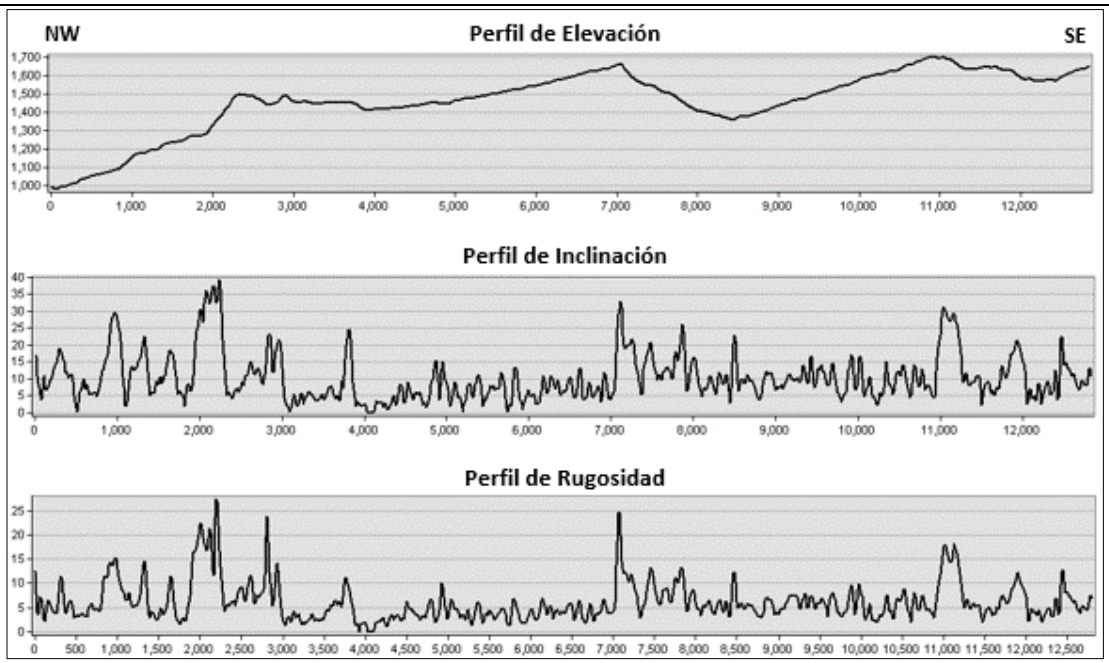
Tabla 7. Rangos para la rugosidad en el municipio de Guadalupe

CUANTIL	RANGO	RUGOSIDAD	SÍMBOLO	ÁREA (%)
1	< 3.60	Muy Baja		18.06
2	3.60 – 5.40	Baja		22.11
3	5.40 – 7.53	Moderada		20.78
4	7.53 – 10.80	Alta		19.56
5	> 10.80	Muy Alta		19.48
ÁREA TOTAL MUNICIPAL				**100.00%**

Fuente: Equipo técnico CORDEAM

[1] http://www.saga-gis.org/saga_tool_doc/2.2.3/ta_morphometry_16.html

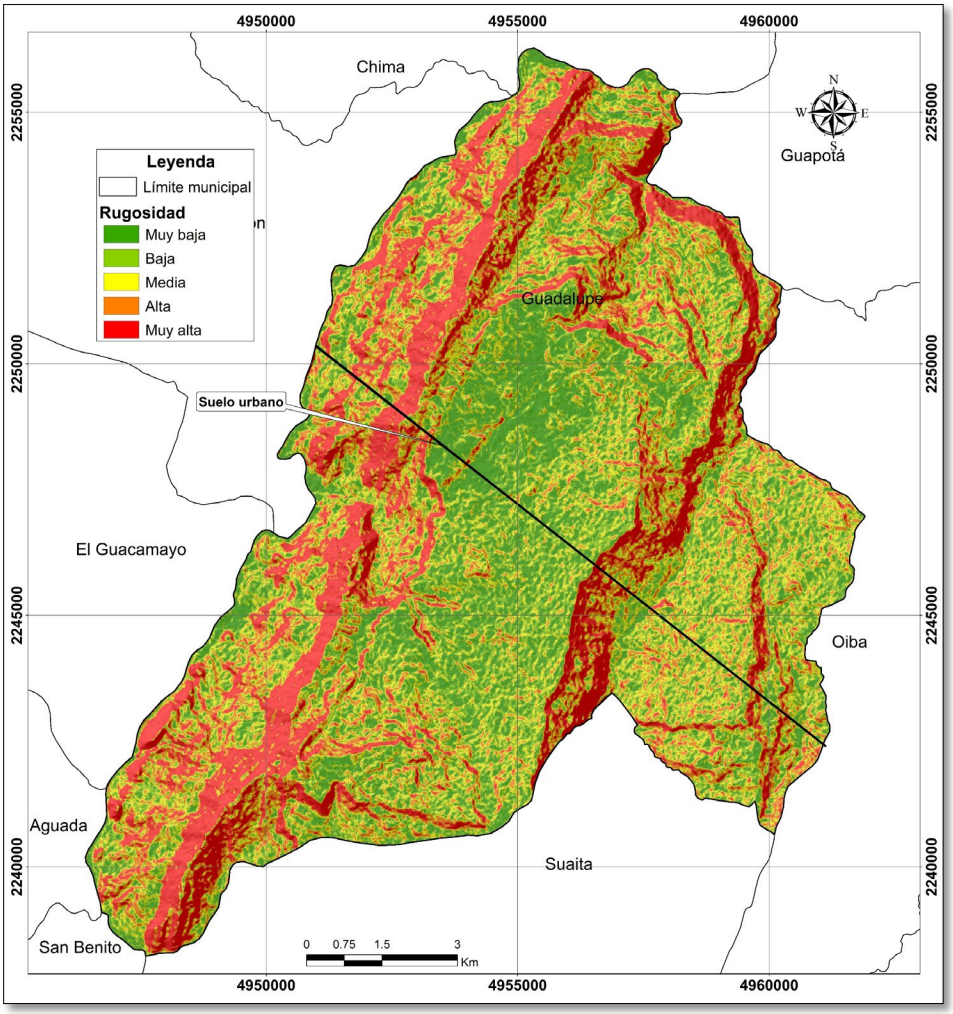
Ilustración 8. Perfil de rugosidad y su relación con la inclinación y elevación



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Los perfiles de rugosidad son también una buena herramienta para evidenciar la variación de la pendiente en el área de estudio, por lo tanto, se realizó una comparación junto a los perfiles de elevación e inclinación, arrojando los valores más altos de rugosidad en las zonas con mayor pendiente (***Ilustración 8***).

Ilustración 9. Rugosidad en el municipio de Guadalupe



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

4.3.1.1.3.1.2 ACUENCA (FLUJO ACUMULADO)

De acuerdo con la metodología del Servicio Geológico colombiano (SGC, 2013) “La variable acuenca se relaciona con la cantidad de agua que puede recogerse e infiltrarse en un terreno; corresponde a la superficie de la cuenca, aguas arriba de la celda cuya sumatoria de la superficie vierte a una celda determinada (Cuenca Acumulada).

Es decir, a mayor superficie de la cuenca, más agua infiltrada y por ende mayor probabilidad de que el terreno sea inestable. Teniendo en cuenta que el flujo de agua sobre la superficie se da en la dirección de máxima pendiente, puede calcularse la

dirección de flujo y a partir de ésta, conocer cuántas celdas fluyen hacia una celda en particular[2].

Según (Santacana, 2001), el flujo de las aguas a través de la superficie es siempre en la dirección de máxima pendiente, una vez que la dirección de flujo (flow direction) es conocida es posible determinar cuáles y cuántas celdas fluyen hacia una celda particular, la sumatoria de estas se denomina flujos acumulados (flow accumulation). Los valores de los flujos acumulados multiplicados por el área del pixel crean la variable ACUENCA o sea el área de la cuenca. A continuación se presenta el flujograma para la creación de la variable ACUENCA (SGC, 2012). Para el municipio de Guadalupe se usó un DEM con una resolución especial de 12.5 m, por lo que el área de una celda es de 156.25 m^2.

En ***tabla 10*** se presentan los rangos utilizados para la clasificación del factor acuenca y la susceptibilidad asociada a cada uno de ellos

Para el municipio de Guadalupe el flujo acumulado es principalmente bajo, donde las zonas elevadas topográficamente, como los picos montañosos, presentan valores bajos de flujo acumulado, mientras que los valles localizados entre las montañas coinciden con los valores más altos flujos (*Ver **Ilustración 10***).

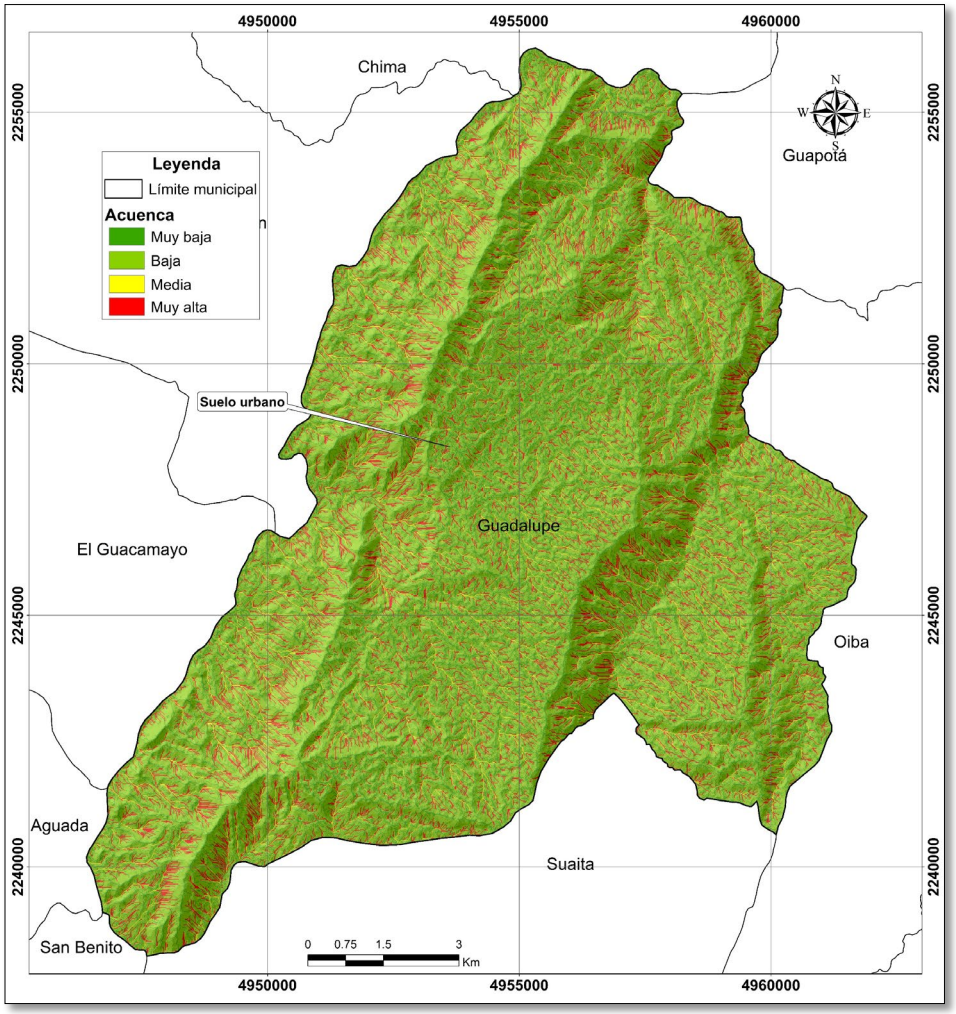
Tabla 8. Rangos para el flujo acumulado

Clasif	Rango	Susceptibilidad	Flujo acumulado	Color	Área (%)
1	0	Muy Baja	Divisória de Águas o Lomos		22.15
2	0 - 3500	Baja	Escorrentía Lenta		64.30
5	3500 - 40000	Muy Alta	Flujo Acumulado		2.75
3	40000 - 1000000	Media	Drenaje no permanente		10.80
1	> 1000000	Muy Baja	Quebrada, Ríos		22.15
ÁREA TOTAL MUNICIPAL					**100.00%**

Fuente: Equipo técnico CORDEAM

[2] SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO. 2013. Documento metodológico de la zonificación de la susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa. Escala 1:100.000, V 2.0.

Ilustración 10. Flujo acumulado en el Municipio de Guadalupe

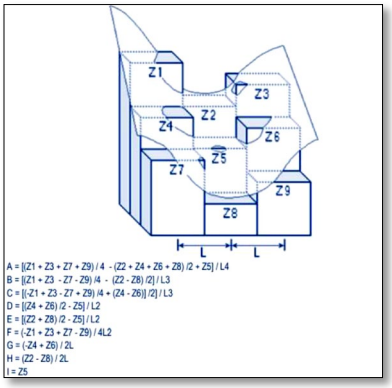


Fuente: Equipo técnico CORDEAM

4.3.1.1.3.1.3 CURVATURA

La curvatura indica el grado de convexidad/concavidad de la superficie del terreno en la dirección de la pendiente (longitudinal). Se determina mediante el radio de curvatura de la celda según un plano vertical. Se define como la tasa de cambio de la pendiente y depende de las derivadas de segundo grado de la altitud, como se muestra en la siguiente ilustración.

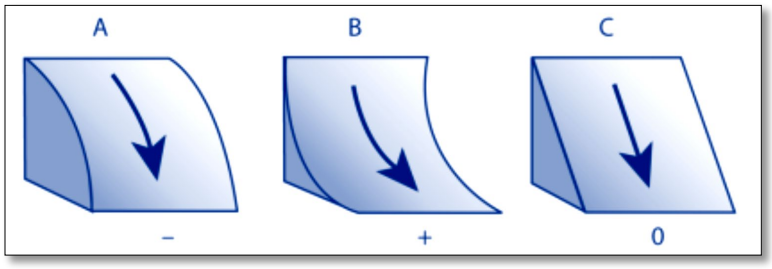
Ilustración 11. Esquema para el cálculo de la curvatura



Fuente: ESRI (2018)

El tipo de curvatura acentúa diferentes aspectos de la forma de la pendiente. **La curvatura de perfil** es paralela a la pendiente e indica la dirección de la pendiente máxima. Afecta a la aceleración y desaceleración de las corrientes por la superficie y, por lo tanto, influye en la erosión y sedimentación. Un valor negativo (A) indica que la superficie es convexa hacia arriba en esa celda y la corriente se desacelerará. Un perfil positivo (B) indica que la superficie es cóncava arriba en esa celda y la corriente se acelerará. Un valor de cero indica que la superficie es lineal (C).

Ilustración 12. Esquema para el cálculo de la curvatura de perfil



Fuente: ESRI (2018)

En la siguiente tabla se muestran el porcentaje de ocupación por pixel con los valores correspondientes a perfiles planos o lineales, cóncavos o convexos; además, se evidencia claramente la variación del terreno, donde predomina la curvatura de perfil tipo cóncava.

Tabla 9. Tipo de componente perfil de la curvatura en el municipio de Guadalupe

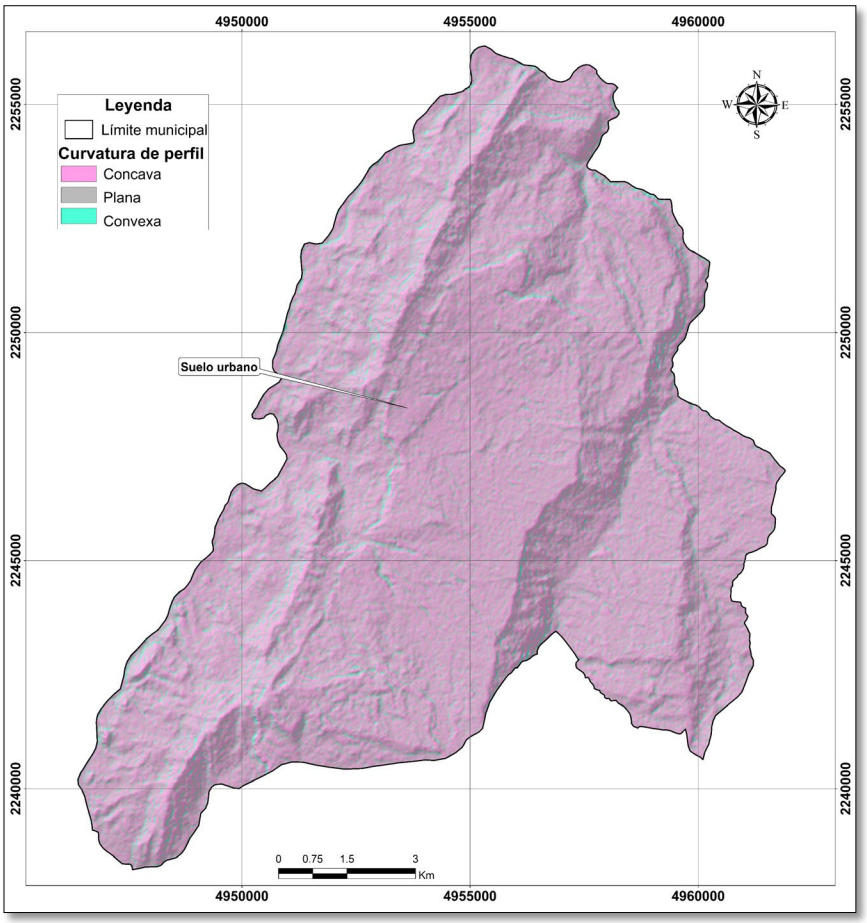
Valor	Curvatura del perfil	Color	Área (%)
1	Convexa		55.94

2	Plana		38.78
3	Cóncava		5.28
ÁREA TOTAL MUNICIPAL			**100.00**

Fuente: Equipo técnico CORDEAM

En el componente curvatura de perfil se evidencia el predominio del componente de curvatura plana debido a la presencia a rocas sedimentarias duras, mientras que la componente de curvatura cóncava y convexa se encuentra en los lomos y valles por donde fluyen los principales drenajes del municipio.

Ilustración 13. Componente Curvatura de perfil

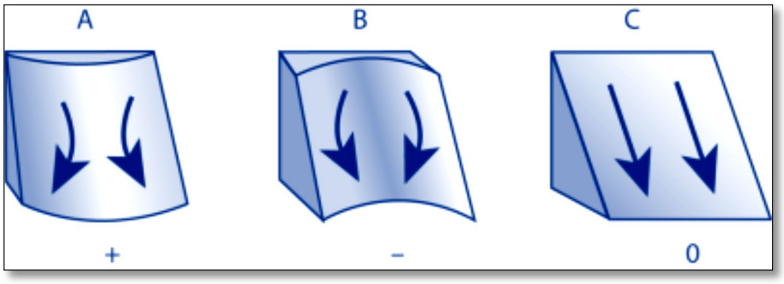


Fuente: Equipo técnico CORDEAM

La curvatura del plano (componente plano) es perpendicular a la dirección de la pendiente máxima. La curvatura del plano se relaciona con la convergencia y divergencia de la corriente por una superficie. Un valor positivo (A) indica que la

superficie es lateralmente convexa en esa celda. Un plano negativo (B) indica que la superficie es lateralmente cóncava en esa celda. Un valor de cero indica que la superficie es lineal (C).

Ilustración 14. Esquema para el cálculo de la curvatura componente plano



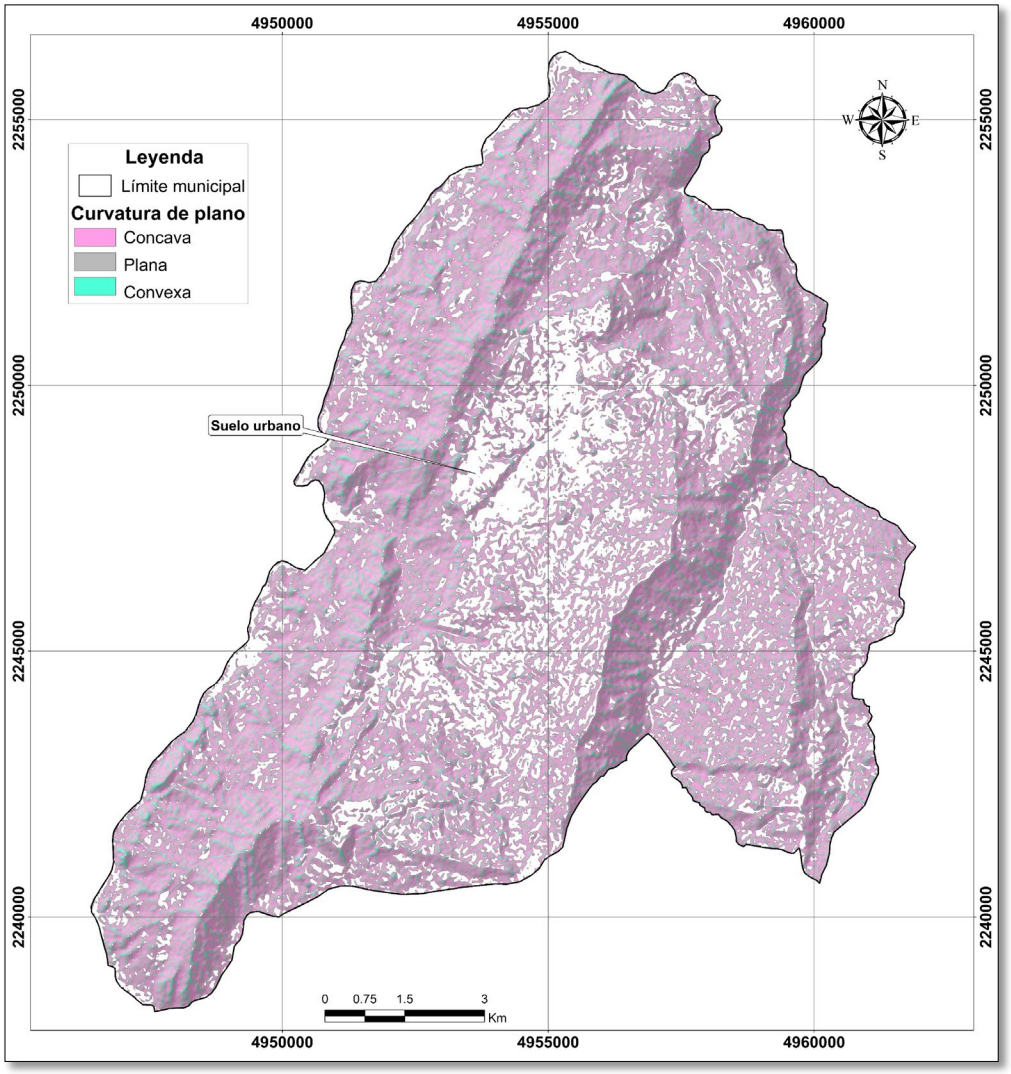
Fuente: ESRI (2018)

Tabla 10. Tipo curvatura del plano del terreno

Valor	Curvatura del plano	Color	Área (%)
1	Lateralmente cóncava		59.14
2	Lineal		35.96
3	Lateralmente convexa		4.90
ÁREA TOTAL MUNICIPAL			**100.00**

Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 15. Componente Curvatura del plano para zonas con pendientes > 7° en el municipio de Guadalupe.



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

4.3.1.1.3.2 MORFODINÁMICA

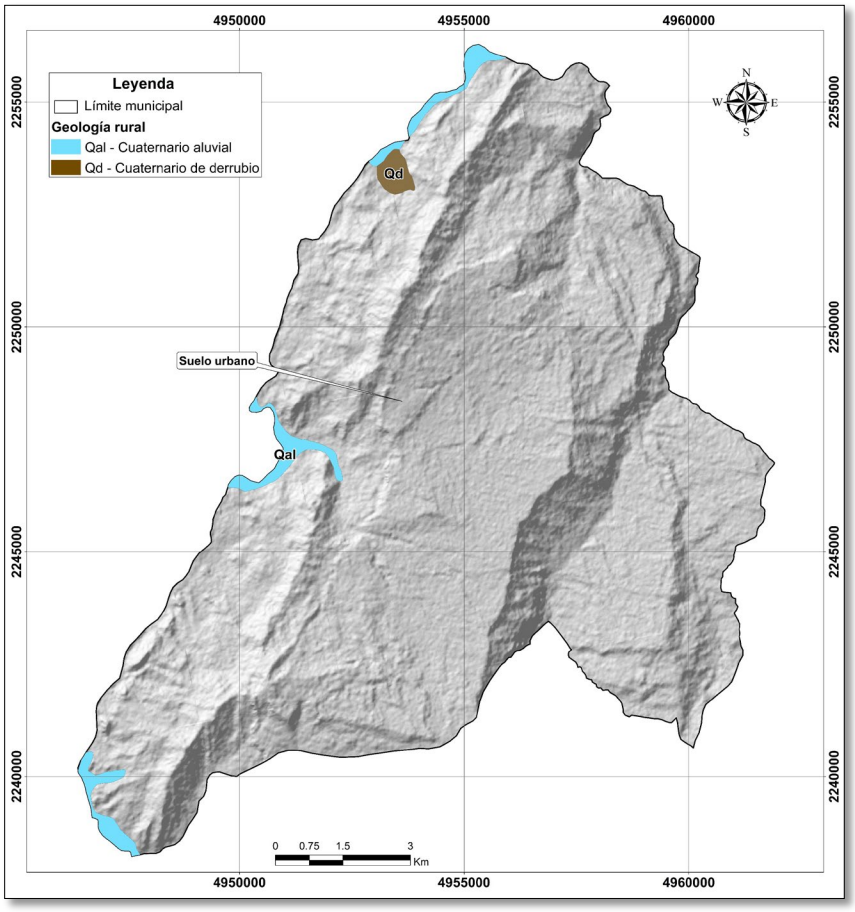
La morfodinámica caracteriza la actividad dinámica de un relieve determinado, de tal forma que sea posible evaluar y correlacionar con la generación de movimientos en masa. Según lo anterior, para caracterizar el terreno desde el punto de vista morfodinámico, se utilizan las variables geométricas del terreno (SGC, 2013) relieve relativo e inclinación, suelos transportados interpretados como geoforma y movimientos en masa.

4.3.1.1.3.2.1 DEPÓSITOS

Los depósitos o suelos transportados, en la morfodinámica, corresponden a suelos resultantes de la acción dinámica de procesos geomorfológicos, cuyo medio de transporte puede ser gas, agua, hielo o viento, con contribución de la gravedad. Las unidades de suelo se tomaron a partir de los depósitos delimitados en el mapa de geología y en las geoformas de origen transportado de las subunidades geomorfológicas. Por lo tanto, la calificación de las unidades se puede realizar en función de su ambiente de formación, tipo de material, y en algunos casos de la posición topográfica y su dinámica.

En la siguiente Ilustración se muestra la distribución de los depósitos en el municipio de Guadalupe, se evidencia que en el municipio existen unidades indicativas de procesos, tales como los depósitos aluviales (Qal), y depósitos de derrubio (Qd)

Ilustración 16. Unidades de depósitos en el municipio de Guadalupe



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

4.3.1.1.3.2.2 INVENTARIO DE PROCESOS MORFODINÁMICOS

El inventario y catálogo de movimientos en masa, es uno de los componentes más importantes para la identificación de los mecanismos de falla predominantes, que hacen parte de la construcción del atributo morfodinámico, que a su vez se utiliza como insumo para la evaluación de la susceptibilidad por movimientos en masa.

Con el objetivo de calibrar y validar la zonificación de amenaza por movimientos en masa, se recolectó información de puntos morfodinámicos en dos fases:

FASE 1: Por medio de registros históricos de distintas fuentes de información:

1. Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA) del Servicio Geológico Colombiano (SGC), el cual dispone de una base de datos de movimientos en masa divididos en 2 niveles; información tipo inventario y tipo catálogo de movimientos en masa (fuentes externas al SGC).

    - **Información tipo inventario**: Información levantada en campo por personal del Servicio Geológico Colombiano, o mediante interpretación de sensores remotos. Se realizó en el marco de la elaboración de la zonificación relativa de la amenaza por movimientos en masa a escala 1:100.000 a nivel nacional.

    - **Información tipo catálogo**: Esta información espaciotemporal es la consignada en reportes técnicos, de prensa, bancos de documentación de movimientos en masa levantados por diferentes entidades e instituciones, Planes o Esquemas de ordenamiento territorial de los municipios y registros contenidos en el Sistema de Información de Movimientos en Masa – SIMMA, entre otros.

2. Plan de Ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica (POMCA), del Río Medio y Bajo Suárez, aprobado mediante resolución 0368 del 13 de junio de 2018

3. Información de documentos municipales: Correspondiente a información de amenaza por movimientos en masa y erosión documentada en:

    - ✓ Esquema de Ordenamiento territorial de Guadalupe para el periodo comprendido entre el año 2003 y 2009, adoptado mediante acuerdo municipal N° 145 del 31 de octubre de 2003.
    - ✓ Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD), adoptado mediante decreto N°124 del 12 de diciembre de 2017.

4. Registros de movimientos en masa en medios de comunicación

FASE 2: Por medio de visitas y recorridos en campo

1. Registro e inventario de procesos morfodinámicos asociados a movimientos en masa, mediante recorrido de campo por las veredas y sectores del municipio de Guadalupe.
2. Reportes de eventos naturales descritos por la comunidad, a partir de talleres en diferentes puntos del sector urbano y rural, la comunidad describió eventos históricos y recientes que pudieran amenazar a sus comunidades, además de los daños ocasionados.

Dentro de la historia del municipio se han registrado algunos deslizamientos de diferentes proporciones debido a la topografía de este y a las condiciones climáticas que lo caracterizan. Las situaciones más comunes son las asociadas con a las afectaciones de las vías primarias, secundarias y terciarias del municipio. A continuación, se muestra la información de los puntos morfodinámicos presentes en el área de estudio:

4.3.1.1.3.2.2.1 REGISTRO FASE 1

4.3.1.1.3.2.2.1.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN DE MOVIMIENTO EN MASA (SIMMA) DEL SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO (SGC)

En el inventario del SIMMA para el municipio de Guadalupe se registran aproximadamente 10 movimientos en masa, de los cuales 9 son de información tipo catálogo y 1 son de información tipo inventario. La totalidad de puntos morfodinámicos registrados en el SIMMA para Guadalupe se tienen en cuenta en la zonificación final de movimientos en masa, no obstante, el inventario de procesos morfodinámicos compilados por el SIMMA reúne una serie de atributos que permiten conocer la información relevante sobre cada movimiento, correspondientes a código SIMMA, fecha de reporte, fecha de ocurrencia, departamento, municipio, coordenada de latitud, coordenada de longitud, importancia, entre otros. Para algunos movimientos en masa, se cuenta con la totalidad de atributos completos y para otros no, sin embargo, para el presente documento se hace mención de algunos procesos que en su atributo de "importancia" presentan una calificación de "alta" o "media", ya que está clasificada como "alta", "media" y "baja". De acuerdo con el SGC, en la descripción del campo "Importancia" refiere a la calificación subjetiva de la severidad de los efectos adversos causados por el movimiento en masa, por lo tanto, se presenta la información correspondiente a los movimientos en masa con nivel de importancia alta o media que

presentan un estado de actividad “activo” que son aquellos que cuando sus condiciones de equilibrio se encuentran al límite, pudiendo ser fácilmente alterables bajo la acción de un agente externo como la lluvia.

A continuación. se presenta la tabla con el catálogo e inventario de procesos morfodinámicos del Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA) del Servicio Geológico Colombiano (SGC).

Tabla 11. Puntos morfodinámicos del SIMMA.

Código	Fecha reporte	Subtipo de movimiento	Fuente	Este	Norte
1329	01/01/1983	Deslizamiento traslacional	SIMMA - INVENTARIO	2246523.42	4952415.21
35136	07/02/2017	Reptación de suelos	SIMMA - CATÁLOGO	2246642.72	4957725.92
35124	07/02/2017	Reptación de suelos	SIMMA - CATÁLOGO	2250692.62	4953293.99
35138	07/02/2017	Reptación de suelos	SIMMA - CATÁLOGO	2242199.23	4954196.48
35114	07/02/2017	Deslizamiento traslacional	SIMMA - CATÁLOGO	2252373.56	4954736.74
25793	03/08/2012	Deslizamiento	SIMMA - CATÁLOGO	2249154.69	4952299.72
25793	03/08/2012	Deslizamiento	SIMMA - CATÁLOGO	2249154.69	4952299.72
20767	20/01/2012	Deslizamiento	SIMMA - CATÁLOGO	2248201.98	4953742.59
20768	20/01/2012	Deslizamiento	SIMMA - CATÁLOGO	2248232.60	4953834.76
20769	10/11/2004	Deslizamiento	SIMMA - CATÁLOGO	2248232.58	4953865.48

Fuente: Recopilado del SGC, registro de eventos SIMMA, modificado por Equipo Técnico CORDEAM

Tabla 12. Registro SIMMA 1329, tipo inventario

Datos del Registro

Fecha Evento:	01/01/1983	Fuente Fecha Evento:	
Confiabilidad Fecha Evento:			
Fecha Reporte:	01/01/1983	Diligenciamiento:	01/01/1991
Código:	1329	Importancia:	ALTA
Institución:	INGEOMINAS	Encuestador:	SD
Registrador:	SD		

Localización

Departamento:	SANTANDER	Municipio:	GUADALUPE
Vereda:	GUADALUPE	Altura:	1300 m
Latitud:	6° 13' 51.28"	Longitud:	-73° 25' 49.17"
Sitio:	Quebradas La Pava y La Cureña,	Referentes Geográficos:	Al sitio se accede 2 km al sur de la población de Guadalupe, al Este del río Suárez, entre las quebradas Los Curos (Cureña) y La Pava,

Actividad

Edad:	< 1 Año	Estado:	Activo
Estilo:	Unico	Distribución:	Retrogresivo

Descripción:

Rocas sedimentarias de edad Cretáceo de la formación La Paja (Kip) compuestas por arcillolitas limosas, gris oscuras, algunas muy carbonosas, e intercalaciones de limolitas y areniscas de grano fino, Abundan concresiones calcáreas, duras, con pirita y amonitas,

Primer Movimiento

Tipo Movimiento:	Deslizamiento	Subtipo Movimiento:	Deslizamiento traslacional
Tipo Material:		Humedad:	Muy Húmedo
Plasticidad:	Baja	Origen Suelo:	Coluvial
Tipo Depósito:			

Segundo Movimiento

Tipo Movimiento:	Reptación	Subtipo Movimiento:	Solifluxion

Morfometría General

Morfometría General	Valor
El movimiento no tiene morfometrias asociadas.	

Dimensión del Terreno

Dimensión del Terreno	Valor
Ancho de la masa desplazada Wd(m)	300
Volumen inicial (m3)	300000
Distancia de Viaje(km)	1600
Longitud de superficie de ruptura Lr (m)	300
Ancho de la superficie de ruptura Wr (m)	100
Profundidad de superficie de ruptura Dr (m)	5
Espesor de masa desplazada Dd (m)	5

Modo: Ninguno

Geoforma: Flanco occidental del sinclinal de Suaita - Chima, con relieve irregular escalonado, de pendientes abruptas y escarpadas,con paredes empinadas conformadas por bancos de arenisca y pendientes suaves a onduladas conformadas por arcillolitas,

Fuente: SGC, SIMMA

Tabla 13. Registro SIMMA 35136, tipo catálogo

Datos del Registro

Fecha Evento:	07/02/2017	Fuente Fecha Evento:	
Confiabilidad Fecha Evento:			
Fecha Reporte:	22/12/2017	Diligenciamiento:	25/07/2018
Código:	35136	Importancia:	ALTA
Institución:	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Encuestador:	MÓNICA JOHANA BARRERA BARACALDO
Fuente del Registro:	GOOGLE_EARTH/07/02/2017	¿Proviene de infórmenos?:	No

Localización

Departamento:	SANTANDER	Municipio:	GUADALUPE
Vereda:	GUADALUPE	Altura:	1542 m
Latitud:	6° 13' 55.3"	Longitud:	-73° 22' 56.28"
Sitio:	CUERPO	Referentes Geográficos:	Movimiento en masa localizado al costado izquierdo de la vía que conduce del municipio de Guadalupe a Oiba, al oriente del casco urbano del municipio de Guadalupe.

Clasificación de Movimiento

Tipo Movimiento:	Reptación	Subtipo Movimiento:	Reptacion de suelos

Notas

Movimiento en masa desarrollado en rocas de edad Cretácea, corresponde a la Formación Simití (Kis) compuesta por lutitas negras a amarillentas alternando con areniscas en niveles delgados y esporádicos lentes de calizas. Geomorfológicamente el movimiento se desarrolla en un ambiente estructural, corresponde a una Ladera de Contrapendiente de Cuesta (Sclc), que se refiere a una superficie vertical a subvertical muy corta a corta, de forma cóncava o convexa de pendiente escarpada, generada por estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno.

Fuente: SGC, SIMMA, Modificado por Equipo Técnico CORDEAM

Tabla 14. Registro SIMMA 35124, tipo catálogo

Datos del Registro

Fecha Evento:	07/02/2017	Fuente Fecha Evento:	
Confiabilidad Fecha Evento:			
Fecha Reporte:	22/12/2017	Diligenciamiento:	25/07/2018
Código:	35124	Importancia:	ALTA
Institución:	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Encuestador:	MÓNICA JOHANA BARRERA BARACALDO
Fuente del Registro:	GOOGLE_EARTH/07/02/2017	¿Proviene de infórmenos?:	No

Localización

Departamento:	SANTANDER	Municipio:	GUADALUPE
Vereda:	SAN ANTONIO	Altura:	1472 m
Latitud:	6° 16' 7.13"	Longitud:	-73° 25' 20.67"
Sitio:	CUERPO	Referentes Geográficos:	Movimiento en masa localizado al oriente de la vía que conduce del municipio de Guadalupe a Concentración, al noroeste del casco urbano del municipio de Guadalupe.

Clasificación de Movimiento

Tipo Movimiento:	Reptación	Subtipo Movimiento:	Reptacion de suelos

Notas

Movimiento en masa desarrollado en rocas de edad Cretácea, corresponde a la Formación Tablazo (Kit) compuesta por calizas macizas con intercalaciones de margas y lutitas negras con pequeños niveles de areniscas. Geomorfológicamente el movimiento se desarrolla en un ambiente estructural, corresponde a una Ladera de Contrapendiente de Sierra Homoclinal (Sshlc), que se refiere a una superficie vertical a subvertical moderada a larga, de forma cóncava, escalonada, festoneada a irregular, con pendiente abrupta a escarpada, generada por estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno, relacionada a una estructura homoclinal.

Fuente: SGC, SIMMA

Tabla 15. Registro SIMMA 35138, tipo catálogo

Datos del Registro

Fecha Evento:	07/02/2017	Fuente Fecha Evento:	
Confiabilidad Fecha Evento:			
Fecha Reporte:	24/12/2017	Diligenciamiento:	25/07/2018
Código:	35138	Importancia:	MEDIA
Institución:	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Encuestador:	MÓNICA JOHANA BARRERA BARACALDO
Fuente del Registro:	GOOGLE_EARTH/07/02/2017	¿Proviene de infórmenos?:	No

Localización

Departamento:	SANTANDER	Municipio:	GUADALUPE
Vereda:	SOLFERINO	Altura:	1669 m
Latitud:	6° 11' 30.45"	Longitud:	-73° 24' 51.07"
Sitio:	CUERPO	Referentes Geográficos:	Movimiento en masa localizado al oriente de la quebrada La Pava, al sureste del casco urbano del municipio de Guadalupe.

Clasificación de Movimiento

Tipo Movimiento:	Reptación	Subtipo Movimiento:	Reptacion de suelos

Fuente: SGC, SIMMA

Tabla 16. Registro SIMMA 35114, tipo catálogo

Datos del Registro

Fecha Evento:	07/02/2017	Fuente Fecha Evento:	
Confiabilidad Fecha Evento:			
Fecha Reporte:	22/12/2017	Diligenciamiento:	24/07/2018
Código:	35114	Importancia:	ALTA
Institución:	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Encuestador:	MÓNICA JOHANA BARRERA BARACALDO
Fuente del Registro:	GOOGLE_EARTH/07/02/2017	¿Proviene de infórmenos?:	No

Localización

Departamento:	SANTANDER	Municipio:	GUADALUPE
Vereda:	SAN ANTONIO	Altura:	1326 m
Latitud:	6° 17' 1.93"	Longitud:	-73° 24' 33.74"
Sitio:	CUERPO	Referentes Geográficos:	Movimiento en masa localizado al occidente de la quebrada Antonia, al noroeste del casco urbano del municipio de Guadalupe.

Clasificación de Movimiento

Tipo Movimiento:	Deslizamiento	Subtipo Movimiento:	Deslizamiento traslacional

Notas

Movimiento en masa desarrollado en rocas de edad Cretácea, corresponde a la Formación Simití (Kis) compuesta por lutitas negras a amarillentas alternando con areniscas en niveles delgados y esporádicos lentes de calizas. Geomorfológicamente el movimiento se desarrolla en un ambiente estructural, corresponde a una Ladera Estructural de Sierra Homoclinal (Sshle), que se refiere a una superficie definida por la inclinación de los estratos a favor de la pendiente, de longitud corta a moderada larga, formas rectas a convexas y pendientes escarpadas a muy escarpadas, relacionada a una estructura homoclinal.

Fuente: SGC, SIMMA

Tabla 17. Registro SIMMA 25793, tipo catálogo

Datos del Registro

Fecha Evento:	03/08/2012	Fuente Fecha Evento:	
Confiabilidad Fecha Evento:			
Fecha Reporte:	03/08/2012	Diligenciamiento:	05/09/2012
Código:	25793	Importancia:	MEDIA
Institución:	SIGPAD	Encuestador:	iegutierrez
Fuente del Registro:	Fuente externa al Servicio Geológico Colombiano	¿Proviene de infórmenos?:	No

Localización

Departamento:	SANTANDER	Municipio:	GUADALUPE
Vereda:	GUADALUPE	Altura:	0 m
Latitud:	6° 15' 17"	Longitud:	-73° 25' 53"
Sitio:	Vereda san José peña	Referentes Geográficos:	Guadalupe

Clasificación de Movimiento

Tipo Movimiento:	Deslizamiento	Subtipo Movimiento:	

Notas

En el municipio de Guadalupe siendo las 19:00horas el señor alcalde Oscar Sierra reporta una emergencia en la vereda san José peña el carare donde un alud de tierra de mas de 100 metros con una longitud superior a 200 metros se desprendió afectando 01 vivienda en su totalidad pero afortunadamente no se presentaron victimas ya que la policía nacional había evacuado la comunidad del sector el día de ayer. La fechas de evento y reporte fueron asignadas a 14921012.

Fuente: SGC, SIMMA

Tabla 18. Registro SIMMA 20767, tipo catálogo

Datos del Registro

Fecha Evento:	20/01/2012	Fuente Fecha Evento:	
Confiabilidad Fecha Evento:			
Fecha Reporte:	20/01/2012	Diligenciamiento:	20/01/2012
Código:	20767	Importancia:	BAJA
Institución:	-	Encuestador:	iegutierrez
Fuente del Registro:	Fuente externa al Servicio Geológico Colombiano	¿Proviene de infórmenos?:	No

Localización

Departamento:	SANTANDER	Municipio:	GUADALUPE
Vereda:	GUADALUPE	Altura:	0 m
Latitud:	6° 14' 46"	Longitud:	-73° 25' 6"
Sitio:	-	Referentes Geográficos:	-

Clasificación de Movimiento

Tipo Movimiento:	Deslizamiento	Subtipo Movimiento:	

Fuente: SGC, SIMMA

Tabla 19. Registro SIMMA 20768, tipo catálogo

Datos del Registro

Fecha Evento:	20/01/2012	Fuente Fecha Evento:	
Confiabilidad Fecha Evento:			
Fecha Reporte:	20/01/2012	Diligenciamiento:	20/01/2012
Código:	20768	Importancia:	BAJA
Institución:	,	Encuestador:	iegutierrez
Fuente del Registro:	Fuente externa al Servicio Geológico Colombiano	¿Proviene de infórmenos?:	No

Localización

Departamento:	SANTANDER	Municipio:	GUADALUPE
Vereda:	GUADALUPE	Altura:	0 m
Latitud:	6° 14' 47"	Longitud:	-73° 25' 3"
Sitio:	-	Referentes Geográficos:	-

Clasificación de Movimiento

Tipo Movimiento:	Deslizamiento	Subtipo Movimiento:	

Fuente: SGC, SIMMA

Tabla 20. Registro SIMMA 20769, tipo catálogo

Datos del Registro

Fecha Evento:	10/11/2004	Fuente Fecha Evento:	
Confiabilidad Fecha Evento:			
Fecha Reporte:	10/11/2004	Diligenciamiento:	20/01/2012
Código:	20769	Importancia:	BAJA
Institución:	IDEAM INVENTARIO	Encuestador:	iegutierrez
Fuente del Registro:	Fuente externa al Servicio Geológico Colombiano	¿Proviene de infórmenos?:	No

Localización

Departamento:	SANTANDER	Municipio:	GUADALUPE
Vereda:	GUADALUPE	Altura:	0 m
Latitud:	6° 14' 47"	Longitud:	-73° 25' 2"

Clasificación de Movimiento

Tipo Movimiento:	Deslizamiento	Subtipo Movimiento:	

Fuente: SGC, SIMMA

4.3.1.1.3.2.2.1.2 PUNTOS MORFODINÁMICOS REGISTRADOS EN EL EOT DE GUADALUPE DE 2004

En el EOT del año 2004 se realiza una identificación de sectores con susceptibilidad media y alta por movimientos en masa, de la siguiente manera:

Zonas con susceptibilidad alta: Comprende una extensión de 2150 ha del territorio municipal, sectores ubicados en las veredas Plateado, San Vicente, La Chorrera, Alto Suárez y las áreas aledañas al casco urbano. Los sectores del occidente presentan morfología montañosa, con pendientes muy inclinadas constituidas por arcillolitas de la Formación Paja y Tablazo principalmente, formaciones de baja resistencia, situación agravada por las actividades antrópicas, cultivos transitorios y pastoreo en estas pendientes, en el sector de las veredas Alto Suárez, San Antonio, La Chorrera, Plateado. Estos sectores presentan actualmente deslizamientos activos, reptación, terracetas y procesos erosivos como terracetas, cárcavas entre otros. Como se puede ver en la vereda Alto Suárez (ver ***Ilustración 17***)

Zonas con susceptibilidad media: A esta categoría corresponde la mayor parte del municipio. Se localiza en sectores con morfología de pendientes moderadas y drenajes densos a moderadamente densos. En terrenos con cultivos transitorios y pastoreo, sin manejo de laderas para la prevención de erosión.

Actualmente como procesos morfodinámicos predomina las terracetas, erosión laminar y reptación, cuya intensidad puede aumentar sino se realiza una explotación adecuada con manejo técnico de suelos, con barreras vivas y eliminando los cultivos limpios y pastoreo intensivo de las laderas de pendientes muy inclinadas.

Las zonas afectadas por movimientos de remoción en masa y terracetas, están constituidas por material arcilloso, perteneciente principalmente a las Formaciones Simití, Tablazo, Chiquinquirá; con suelos frágiles poco protegidos y expuestos a la acción de aguas de escorrentía y la acción del pastoreo.

Como parte de la información consultada en el EOT del año 2004 se identifican dos registros de puntos morfodinámicos, ambos localizados en la vereda Alto Suárez.

Ilustración 17. Registro de eventos morfodinámicos del EOT Guadalupe, 2004



Fotografía 3. Deslizamiento reciente ocurrido an la vereda Alto Suárez, las dimensiones son aproximadaménte de 400 m de largo y 100 m de ancho.



Fotografía 4. Una de las evidencias de un proceso activo de reptación es la inclinación de árboles. Vereda Alto Suárez.

Fuente: EOT Guadalupe, 2004

4.3.1.1.3.2.2.1.3 PROCESOS MORFODINÁMICOS IDENTIFICADOS EN EL ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZAS NATURALES, VULNERABILIDAD RELATIVA Y RIESGO INDICATIVO. (AINGCO S.A.S CONSTRUCTORES, 2015)

En el Estudio Básico de Amenaza Naturales, Vulnerabilidad Relativa y Riesgo Indicativo y Planeamiento de las Medidas Específicas para la Mitigación del Riesgo, en el Área Urbana y de Expansión Urbana y el Área Rural Aledaña Afectada por Fenómenos de Remoción en Masa en el Municipio de Guadalupe, elaborado en el año 2015, se identifica que:

- En el sector rural se hallan procesos de remoción en masa activos a gran escala, con presencia de bloques fallados de areniscas pertenecientes a la Formación Areniscas de Chiquinquirá, que al colapsar inducen movimientos en masa hacia la quebrada las Gachas afectando unidades subyacentes de la formación Simití.

- El área afectada por el deslizamiento complejo, con presencia de caídos de grandes bloques de roca, evidenciándose grietas de tracción en la corona del movimiento en masa hacen que se nuevos cuerpos se desplacen hacia la zona baja del sector donde el deslizamiento complejo (rotacional y traslacional), genera obstrucción del cauce d la quebrada las Gachas.

Ilustración 18. Bloques fallados en la zona suroccidental del área de evaluación



Fuente: AINGCO S.A.S CONSTRUCTORES, 2015

Ilustración 19. Reptación generalizada de suelo, parte baja de la zona de evaluación



Fuente: AINGCO S.A.S CONSTRUCTORES, 2015

- Deslizamientos activos se presentan sobre la vía que conducen a la vereda San José, donde la banca de la vía se ha afectado parcialmente, por la presencia de un deslizamiento de tipo rotacional.

- Los procesos erosivos presentes en el área de evaluación están relacionados con el uso inadecuado del suelo donde se presentan diferente tipo de erosión pasando por erosión laminar hasta erosión en surcos, especialmente en la zona de cultivos en pasto ubicados al sur del casco urbano.

- En los sectores donde afloran unidades arcillosas de la Formación Simití, donde la pendiente es mayor a 15 grados se observa la presencia de reptación generalizada de suelo, especialmente en áreas de pastoreo.

4.3.1.1.3.2.2.1.4 PROCESOS MORFODINÁMICOS REGISTRADOS EN TRABAJO DE CAMPO DEL ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZAS DE LA REVISIÓN DEL EOT (CONTRATO DE CONSULTORÍA N.º MG-CMA-002-2017, 2017)

La información presentada corresponde al trabajo de campo e identificación de puntos morfodinámicos a partir de análisis de imágenes satelitales, realizado como parte de las actividades planteadas en el *Contrato de Consultoría N.º MG-CMA-002-2017, referente a la revisión del EOT del municipio de Guadalupe.*

Tabla 21. Puntos morfodinámicos reconocidos en campo.

Nombre	Tipo de Movimiento	Norte	Este
6	Reptación	4953069	2246928
16	Reptación	4952886	2245729
17	Deslizamiento rotacional	4953030	2245781
21	Deslizamientos de capa superficial	4953523	2246004
23	Reptación	4953653	2246198
1031	Deslizamiento rotacional	4949564	2241197
1032	Deslizamiento rotacional	4949520	2241085
1041	Caída de detritos	4949355	2242404
1042	Reptación	4949358	2242496
1047	Reptación	4949979	2243484
1051	Reptación	4951014	2244993
1060	Terracetas	4951076	2248481
1066	Surcos y cárcavas	4954664	2245779
1073	Deslizamiento superficial	4954279	2251683
1082	Deslizamiento rotacional	4955292	2253951
1104	Terracetas	4959283	2250085
1108	Terracetas	4959631	2249589
1124	Deslizamiento rotacional	4958384	2246141
1127	Deslizamiento rotacional, Terracetas, Reptación	4959493	2245384
1150	Caída de roca	4956588	2246095
1151	Caída de roca	4956509	2245887
1152	Caída de roca	4956413	2245705
1168	Deslizamiento rotacional	4951298	2250894
1174	Reptación, Terracetas	4958118	2247002
1175	Reptación, Terracetas	4957974	2246699
1176	Reptación, Terracetas	4957708	2246505

Fuente: Contrato de Consultoría N.º MG-CMA-002-2017

En las siguientes ilustraciones se presentan los registros fotográficos para algunos de los puntos morfodinámicos identificados.

Ilustración 20. Descripción del punto morfodinámico 1031.



Se observa un deslizamiento al margen derecho de la vía Guadalupe-San José de Suaita. El deslizamiento tiene 25 m de ancho aproximadamente, compuesto de suelo residual de color naranja, textura limo-arcillosa, seco, de plasticidad baja, cohesivo, edad entre 1-5 años.

Fuente: Contrato de Consultoría N.º MG-CMA-002-2017

Ilustración 21. Descripción del punto morfodinámico 1032.



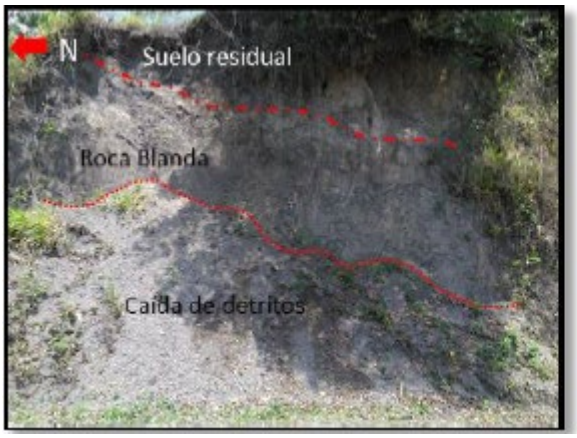




Suelo con la misma descripción de la estación anterior. Esta vivienda (tienda) está localizada sobre la Y donde una vía va para la vereda San Antonio y la otra para San José de Suaita. En temporada de invierno el deslizamiento avanza hacia la casa, zona en alto riesgo por deslizamiento.

Fuente: Contrato de Consultoría N.º MG-CMA-002-2017

Ilustración 22. Descripción del punto morfodinámico 1041.





Afloramiento compuesto lutitas de color oscuro a gris claro con coloraciones rojizas por oxidación, laminación plana-paralela, muy meteorizada (IV), de resistencia frágil. Erosión laminar por ende caída de detritos y fragmentos de roca. En la parte superior las capas se encuentran más meteorizadas, se desarrolla un suelo residual de aproximadamente 1.5 m de espesor, de textura limo-arcillosa de color naranja, seco, de plasticidad baja.

Fuente: Contrato de Consultoría N.º MG-CMA-002-2017

Ilustración 23. Descripción del punto morfodinámico 1042.



Movimientos de reptación sobre lomas de pendientes bajas, usado para ganadería, por ende, sufre erosión por pisoteo, formando terracetas, este tipo de movimientos son lentos y se debe a la sobresaturación de suelos en temporadas de lluvias, actualmente se encuentra seco. Se clasifica como una zona de alto riesgo por deslizamientos. Suelo residual, seco, cohesivo, de textura limo-arcillosa, de color café a naranja, de plasticidad baja a media, seco, de consistencia rígida. Tiene un ancho de 50 m aproximadamente. Tiene una edad de 1 a 5 años

Fuente: Contrato de Consultoría N.º MG-CMA-002-2017

Ilustración 24. Descripción del punto morfodinámico 1047.



Movimientos de reptación, generados por la sobresaturación de suelos, a diferencia de la estación anterior, además de tener suelo residual, se puede observar el material parental que proviene de lutitas muy meteorizadas, tiene un ancho de 15 m aproximadamente. Suelos usados para la ganadería.

Fuente: Contrato de Consultoría N.º MG-CMA-002-2017

Ilustración 25. Descripción del punto morfodinámico 1051.



Movimientos de reptación sobre lomas de pendientes bajas, usado para ganadería, por ende, sufre erosión por pisoteo, formando terracetas, este tipo de movimientos son lentos y se debe a la sobresaturación de suelos en temporadas de lluvias, actualmente se encuentra seco. Se clasifica como una zona de alto riesgo por deslizamientos.

Fuente: Contrato de Consultoría N.º MG-CMA-002-2017

Ilustración 26. Descripción del punto morfodinámico 1066.



Se puede apreciar laderas con evidencias de erosión marcadas, elementos como terracetas, surcos y cárcavas, sobre suelos residuales, así como algunos movimientos en masa de tipo reptación, por sobresaturación del suelo.

Fuente: Contrato de Consultoría N.º MG-CMA-002-2017

Ilustración 27. Descripción del punto morfodinámico 1073.



En la imagen izquierda se puede observar un deslizamiento de suelo residual, donde se ve remoción de la capa vegetal, suelo seco, de textura limo-arcillosa, cohesivo, material parental son lutitas. El ancho del deslizamiento es de 6 m aproximadamente. En la imagen derecha se puede apreciar una ladera estructural de sierra sinclinal seguido de ladera ondulada en el fondo.

Fuente: Contrato de Consultoría N.º MG-CMA-002-2017

Ilustración 28. Descripción del punto morfodinámico 1082.



Deslizamiento de suelo transportado, descrito en la estación anterior. El deslizamiento tiene un ancho de 10 m aproximadamente, es de tipo rotacional. Material seco. Unidad: depósitos de ladera.

Fuente: Contrato de Consultoría N.º MG-CMA-002-2017

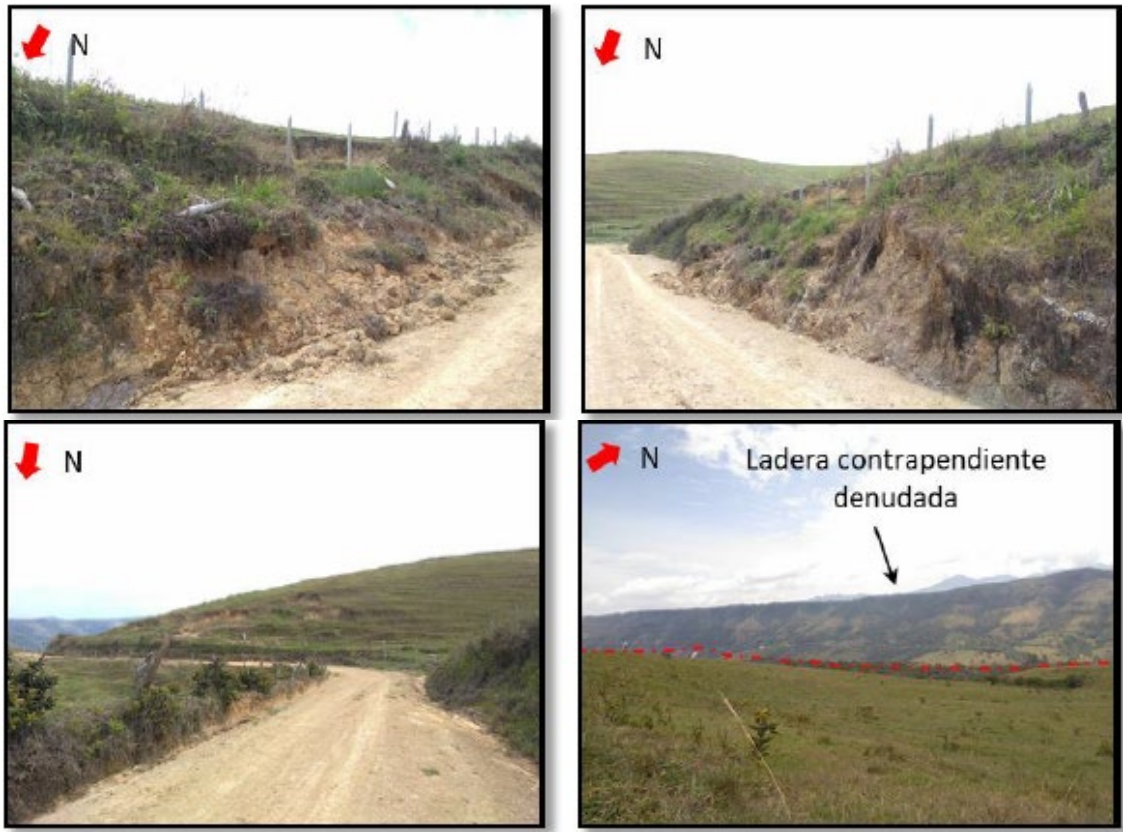
Ilustración 29. Descripción del punto morfodinámico 1104.



Lomas y colinas, de la geoforma, ladera ondulada. Se observan algunas terracetas sobre las colinas, producto de la ganadería.

Fuente: Contrato de Consultoría N.º MG-CMA-002-2017

Ilustración 30. Descripción del punto morfodinámico 1127.



En este punto se puede apreciar dos movimientos en masa, un deslizamiento que mueve un suelo residual limo-arcilloso de color naranja a café, cohesivo, de plasticidad baja, ligeramente húmedo, de consistencia rígida, la sobresaturación del suelo junto con la acción

de gravedad da lugar a este tipo de movimiento. En la imagen 3 se puede observar movimientos de tipo reptación, también se aprecian terracetas generadas por pisoteo del ganado, y por último, en la imagen 4 se puede apreciar una geoforma de origen estructural con procesos denudativos evidentes.

Fuente: Contrato de Consultoría N.º MG-CMA-002-2017

Ilustración 31. Descripción del punto morfodinámico 1176.



Se puede observar la construcción de un muro de contención como obra estabilización para controlar los movimientos de reptación que se dan en esta zona. El material que se desplaza, está compuesto de un suelo residual de textura lodo-arcillosa, de color naranja.

Fuente: Contrato de Consultoría N.º MG-CMA-002-2017

Ilustración 32. Descripción del punto morfodinámico 150-1151-1153.








Afloramiento compuesto de una alternancia entre capas muy gruesas de areniscas cuarzosas y lutitas fisibles; las areniscas son de grano fino a muy fino, de color gris a amarillo, de resistencia muy dura a extremadamente dura. Ligeramente meteorizadas. Peligro por caída de bloques de roca, se identifican bloques de hasta 3 m de diámetro en su lado más largo sobre la vía que conduce de Oiba a Guadalupe. En algunos sitios falta señalización por caída de roca.

Fuente: Contrato de Consultoría N.º MG-CMA-002-2017

Tabla 22. Polígonos de movimiento en masa interpretados con imágenes satelitales.

ID_MOV	Vereda	Tipo de movimiento	Este	Norte	Área (ha)
CV001	San Antonio	Deslizamiento rotacional	4949599.899	2241158.424	0.19
CV002	Alto Suárez	Terracetas, Reptación	4953701.505	2253473.153	0.14
CV003	Alto Suárez	Terracetas, Reptación	4952664.799	2251914.553	0.04
CV004	Alto Suárez	Terracetas, Reptación	4952695.582	2251933.264	0.02
CV005	Alto Suárez	Terracetas, Reptación	4952660.236	2251882.219	0.1
CV006	El Plateado	Flujo	4954899.18	2252348.268	1.62
CV007	El Plateado	Terracetas, Reptación	4956398.438	2255279.88	0.02
CV008	San José	Deslizamiento indiferenciado	4952270.141	2248658.779	0.19
CV009	Sabaneta	Terracetas, Reptación	4953164.757	2245941.678	0.03
CV010	Sabaneta	Terracetas, Reptación	4952890.194	2245705.416	0.04
CV011	Sabaneta	Terracetas, Reptación	4953785.702	2245880.212	0.07
CV012	Sabaneta	Terracetas, Reptación	4953904.722	2245816.832	0.19
CV013	El Centro	Terracetas, Reptación	4954696.385	2245820.593	0.04
CV014	El Centro	Terracetas, Reptación	4954727.723	2245979.206	0.06
CV015	Sabaneta	Terracetas, Reptación	4954508.355	2245816.521	0.04
CV016	El Centro	Terracetas, Reptación	4955029.908	2247119.32	0.12
CV017	San Ramón	Terracetas, Reptación	4957811.159	2246651.45	0.27
CV018	San Ramón	Terracetas, Reptación	4957674.545	2246671.023	0.19
CV019	San Ramón	Terracetas, Reptación	4957699.445	2246588.093	0.13
CV020	San Ramón	Terracetas, Reptación	4957543.692	2246385.183	0.04

CV021	San Ramón	Terracetas, Reptación	4957692.648	2246518.216	0.17
CV022	San Ramón	Terracetas, Reptación	4957638.99	2246580.273	0.3
CV023	San Ramón	Terracetas, Reptación	4957980.607	2246637.716	0.1
CV024	El Plateado	Terracetas, Reptación	4955074.142	2251327.746	0.03
CV025	El Centro	Terracetas, Reptación	4955081.07	2251305.611	0.06
CV026	El Centro	Terracetas, Reptación	4955049.038	2251262.363	0.09
CV027	El Centro	Terracetas, Reptación	4955137.899	2251226.191	0.05
CV028	El Centro	Terracetas, Reptación	4955541.668	2251327.915	0.15
CV029	Sabaneta	Terracetas, Reptación	4953577.358	2245920.404	0.34
CV030	El Centro	Terracetas, Reptación	4955681.571	2247535.926	0.25
CV031	El Centro	Deslizamiento indiferenciado	4952753.901	2248967.86	0.08
CV032	San Ramón	Deslizamiento indiferenciado	4959202.794	2249499.005	0.04
CV033	San Ramón	Terracetas, Reptación	4958963.554	2248585.026	0.69
CV034	—	Deslizamiento indiferenciado	4953647.67	2249073.349	0.255
CV035	—	Deslizamiento indiferenciado	4953766.092	2249152.14	0.196
CV036	—	Reptación	4957384.605	2254280.008	2.136
CV037	—	Deslizamiento	4948485.287	2238760.895	2.691

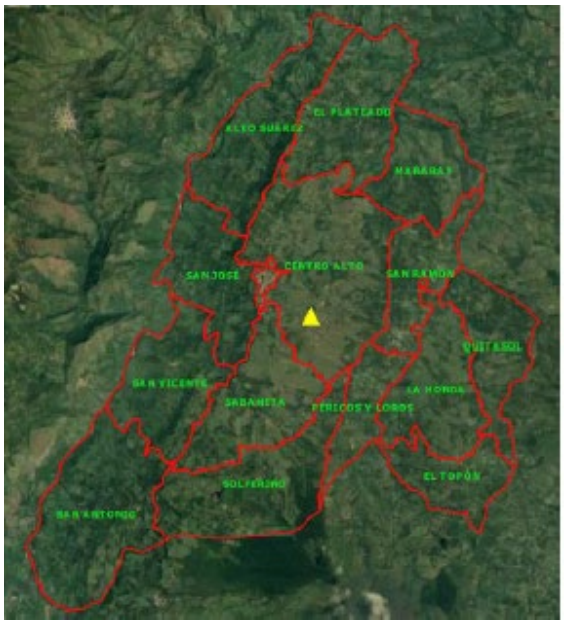
Fuente: Contrato de Consultoría N.º MG-CMA-002-2017

4.3.1.1.3.2.2.1.5 PLAN MUNICIPAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES, ACTUALIZACIÓN 2019

El Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres del municipio, en la actualización realizada en el año 2019 señala que los movimientos en masa constituyen el fenómeno con mayor número de puntos específicos identificados mediante inspecciones técnicas de campo. Estos procesos corresponden principalmente a fenómenos de reptación y deslizamientos rotacionales, los cuales afectan tanto la infraestructura vial como las viviendas en áreas rurales y urbanas.

Dentro de los escenarios de riesgo por movimientos en masa en el suelo rural del municipio, se consideran aquellos asociados a las siguientes situaciones:

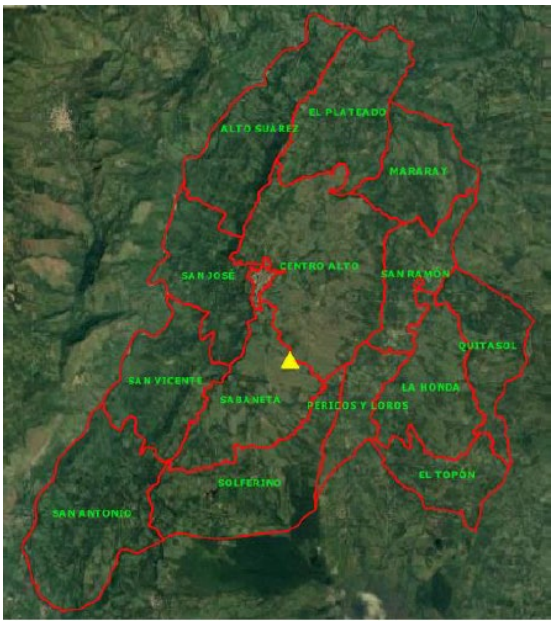
Ilustración 33. Reptación a 300 metros del balneario La Gloria hacia el este en la vereda Centro Alto





Fuente: PMGRD, 2019

Ilustración 34. Reptación a 3 km del casco urbano vía hacia el sector El Tirano en la vereda Sabaneta.





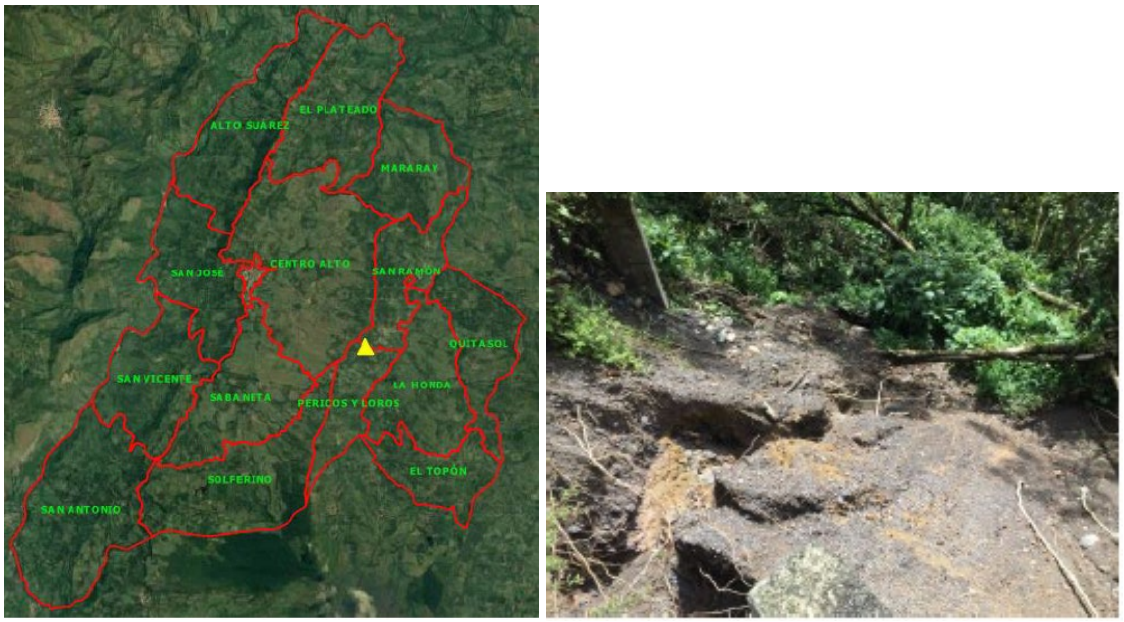
Fuente: PMGRD, 2019

Ilustración 35.Caída de rocas vereda Pericos y Loros



Fuente: PMGRD, 2019

Ilustración 36. Deslizamiento a 6.3 km del casco urbano en vereda Pericos y Loros



Fuente: PMGRD, 2019

Ilustración 37. Reptación vía de acceso a la vereda La Honda



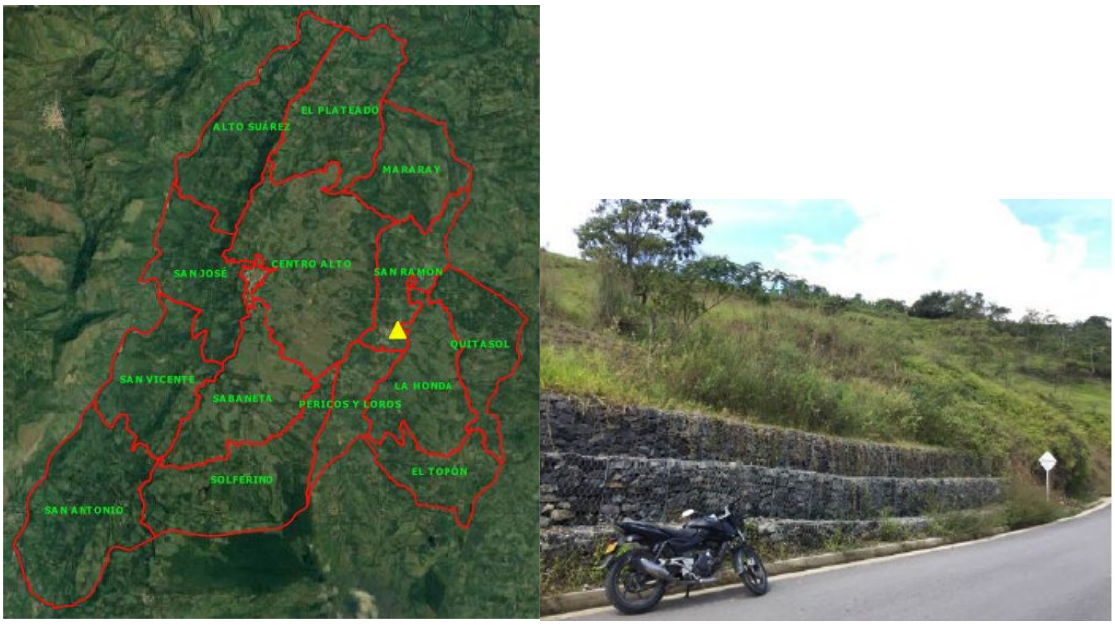
Fuente: PMGRD, 2019

Ilustración 38. Deslizamiento rotacional vía principal casco urbano Guadalupe



Fuente: PMGRD, 2019

Ilustración 39. Deslizamiento vía principal casco urbano Guadalupe, mitigado a través de la instalación de gaviones



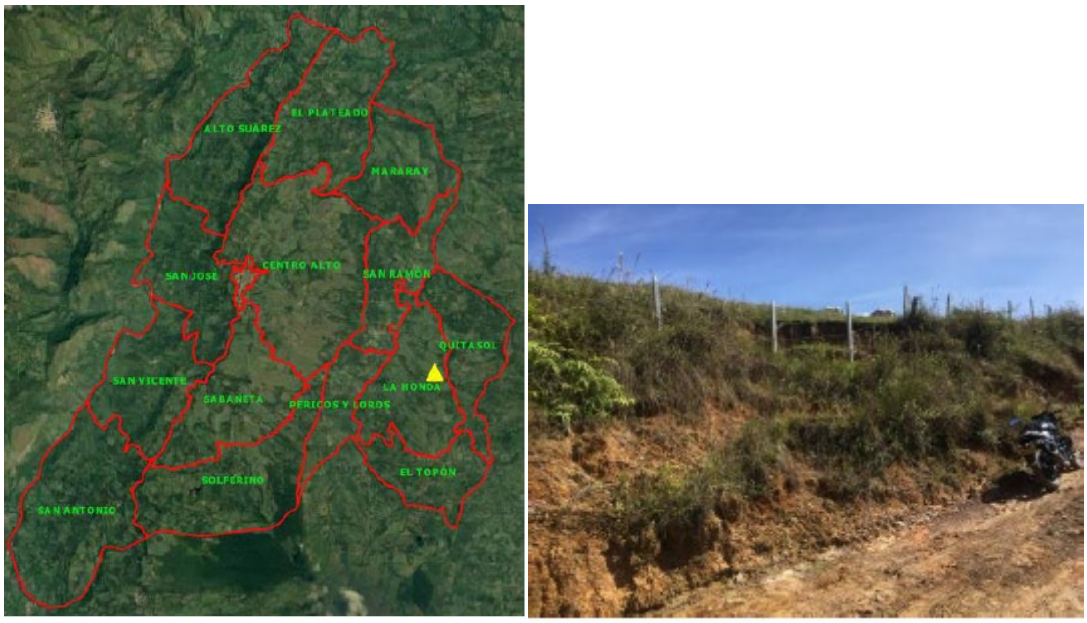
Fuente: PMGRD, 2019

Ilustración 40. Deslizamiento Rotacional en la vía que comunica la vereda San Ramón la vereda La Honda cerca al balneario La Mesua



Fuente: PMGRD, 2019

Ilustración 41. Deslizamiento Rotacional en la vía que comunica la vereda La Honda y la vereda El Topón.



Fuente: PMGRD, 2019

Ilustración 42. Deslizamiento Rotacional en la vereda El Topón



Fuente: PMGRD, 2019

Ilustración 43. Deslizamiento Rotacional en la vía que comunica la vereda Centro Alto con la vereda Mararay



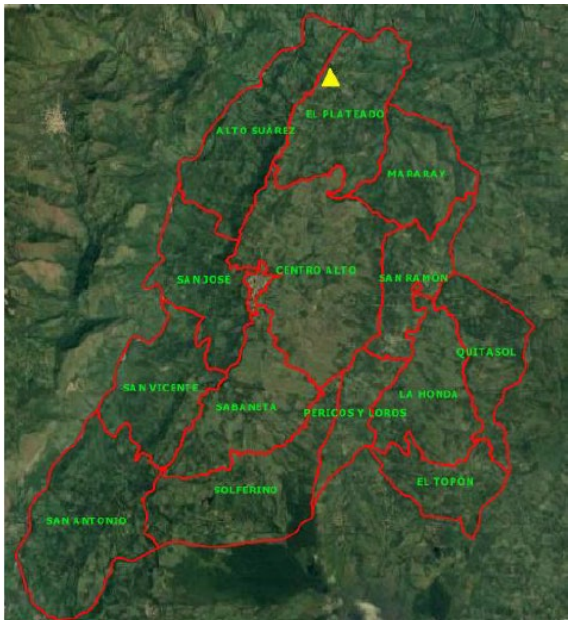
Fuente: PMGRD, 2019

Ilustración 44. Reptación en la vía que principal al casco urbano de Guadalupe ubicado en la vereda San Ramón; mitigación de riesgo a través de la instalación de gaviones



Fuente: PMGRD, 2019

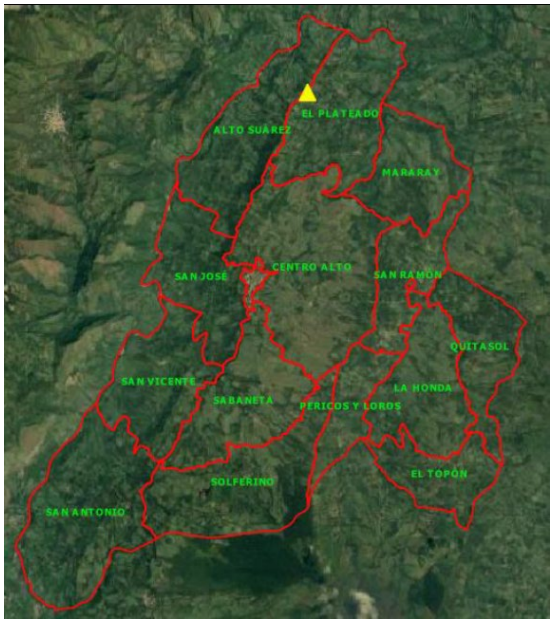
Ilustración 45. Desprendimiento de tierra vereda Alto Suárez





Fuente: PMGRD, 2019

Ilustración 46. Deslizamiento Rotacional en la vía que comunica la vereda Alto Suárez con la vereda El Plateado





Fuente: PMGRD, 2019

Ilustración 47. Reptación del suelos con afectación de la banca en la vía que del casco urbano comunica con la vereda San José



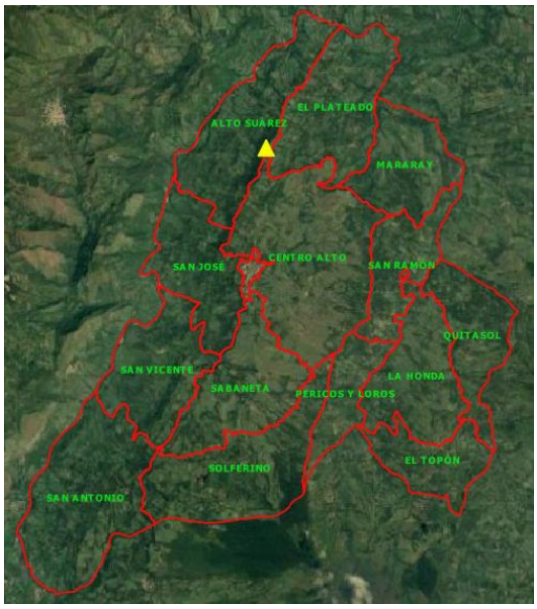
Fuente: PMGRD, 2019

Ilustración 48. Deslizamiento traslacional en la vía que del casco urbano comunica con la vereda San José



Fuente: PMGRD, 2019

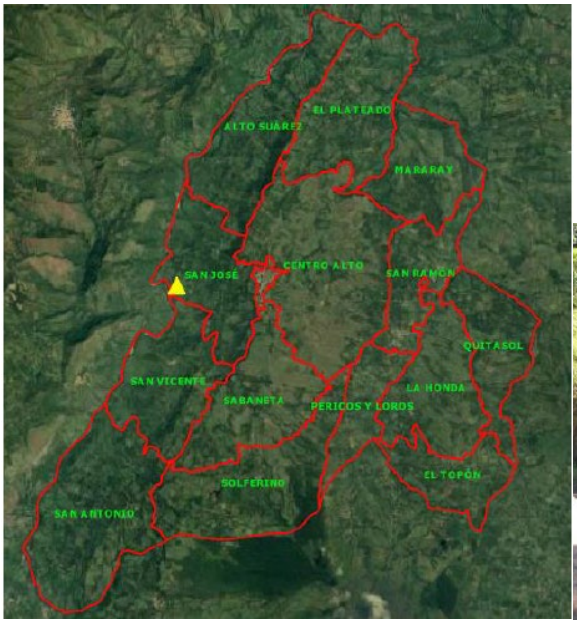
Ilustración 49. Caída de tierra en la vía que comunica la vereda alto Suárez con la vereda Centro Alto





Fuente: PMGRD, 2019

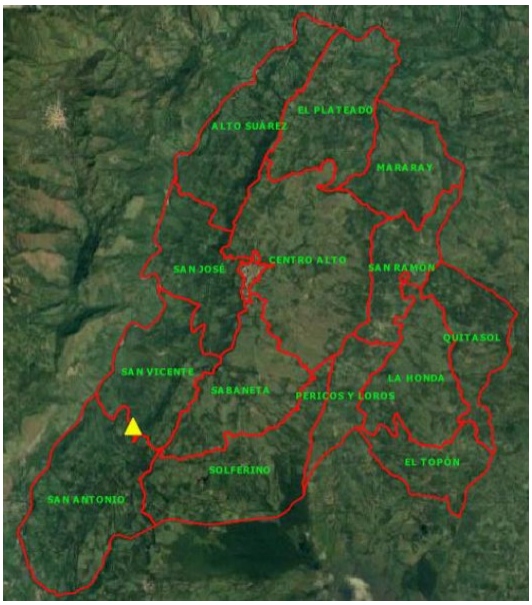
Ilustración 50. Escurrimiento en la vía que comunica la vereda San José con la vereda San Vicente





Fuente: PMGRD, 2019

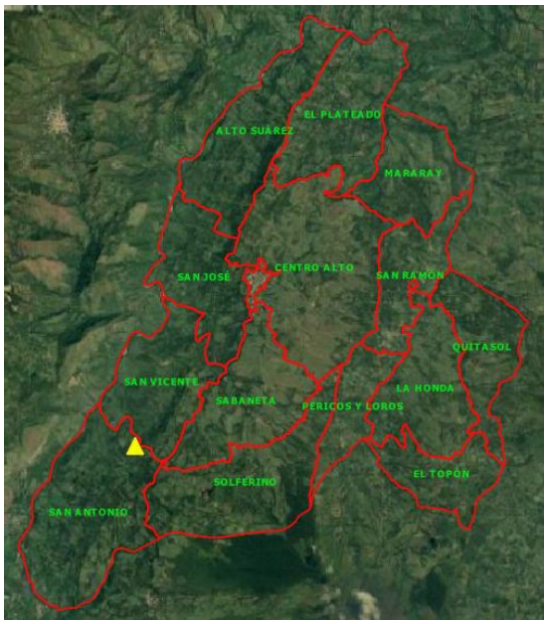
Ilustración 51. Reptación en la vía que comunica la vereda San Vicente con la vereda San Antonio





Fuente: PMGRD, 2019

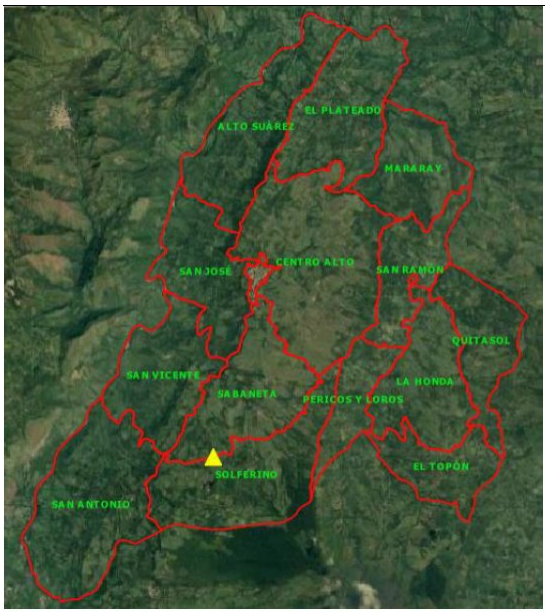
Ilustración 52. Deslizamiento rotacional en la vía que comunica la vereda San Vicente con la vereda San Antonio





Fuente: PMGRD, 2019

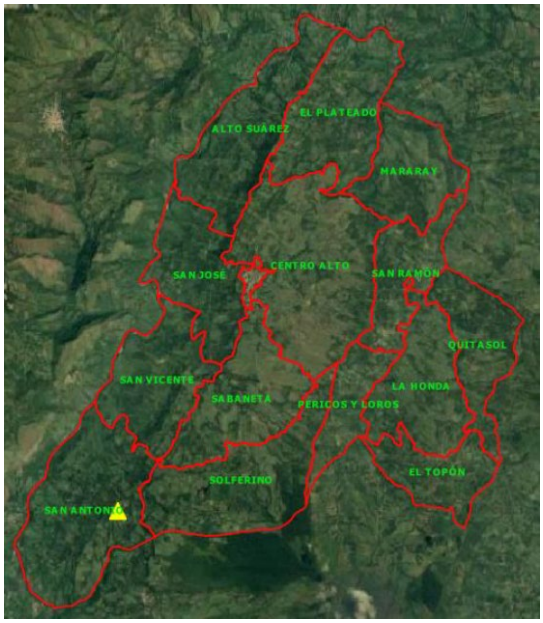
Ilustración 53. Deslizamiento rotacional en la vía que comunica la vereda San Vicente con la vereda San Antonio





Fuente: PMGRD, 2019

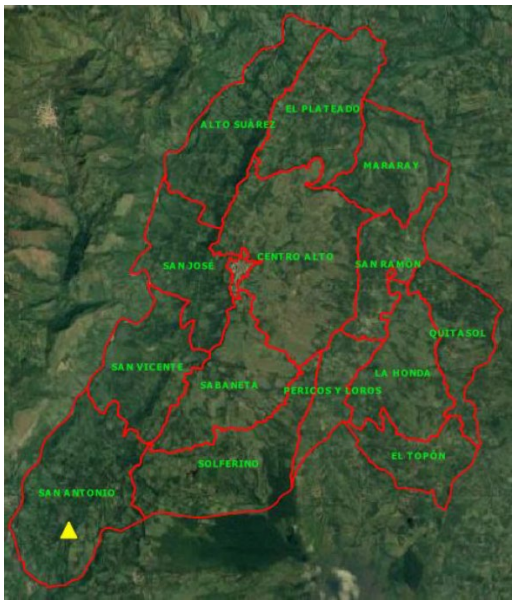
Ilustración 54. Deslizamiento rotacional en la vía que comunica la vereda San Antonio con el lugar denominado las cascada de los Caballeros





Fuente: PMGRD, 2019

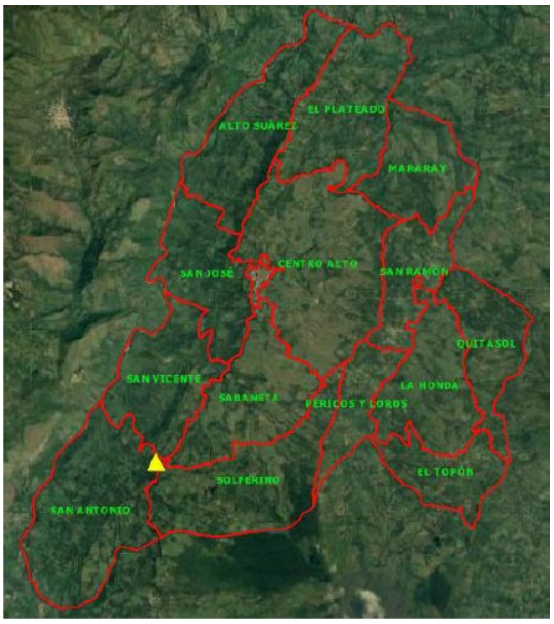
Ilustración 55. Reptación en la vía que comunica la vereda San Antonio con la vereda San Vicente con afectación de los rieles de piedra





Fuente: PMGRD, 2019

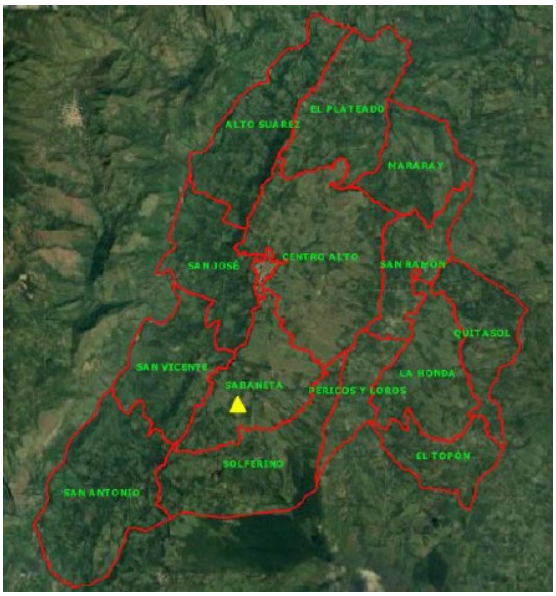
Ilustración 56. Reptación en la vía que comunica la vereda San Antonio con el sector conocido como helechal.





Fuente: PMGRD, 2019

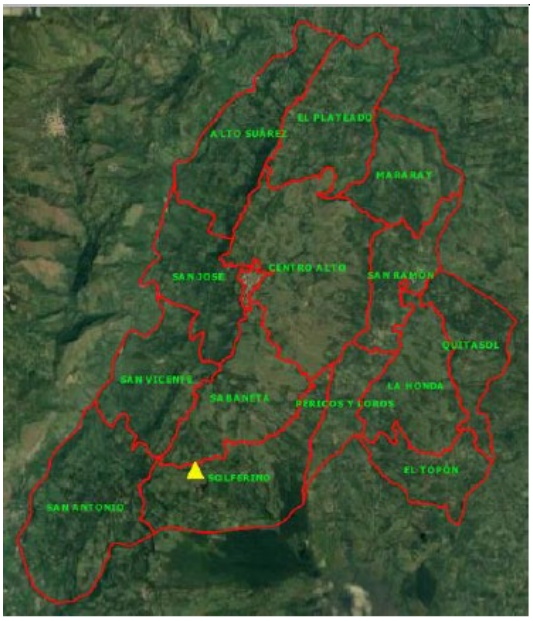
Ilustración 57. Reptación en la vía que comunica la vereda Sabaneta con la vereda Solferio.





Fuente: PMGRD, 2019

Ilustración 58. Desprendimiento de detritus por saturación del suelo en la vía que conduce desde sabaneta a la vereda solferino 100 metros antes de las antenas.





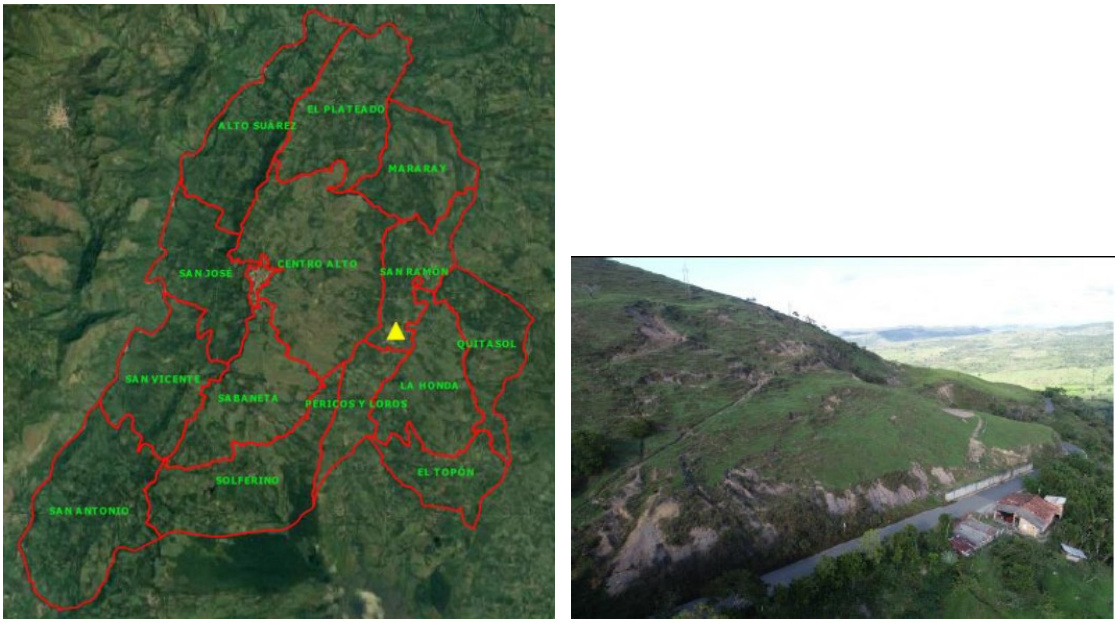
Fuente: PMGRD, 2019

Ilustración 59. Reptación del suelo afectando la estabilidad de la vía principal a casco urbano en la vereda San Ramón



Fuente: PMGRD, 2019

Ilustración 60. Reptación del suelo afectando la estabilidad de la vía principal a casco urbano en la vereda San Ramón



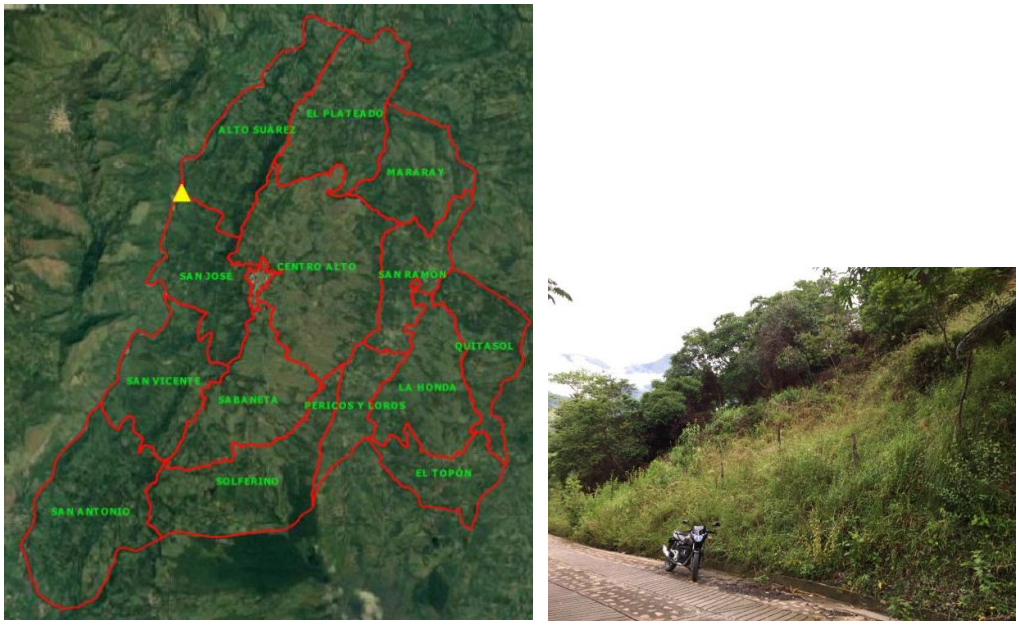
Fuente: PMGRD, 2019

Ilustración 61. Caída de rocas sobre la quebrada en la vereda San Ramón



Fuente: PMGRD, 2019

Ilustración 62. Deslizamiento rotacional en la vía que conduce del casco urbano de Guadalupe a San José



Fuente: PMGRD, 2019

4.3.1.1.3.2.2.1.6 PUNTOS CRÍTICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA. RESPUESTA SOLICITUD DE INFORMACIÓN, 2020.

En el oficio de respuesta emitido por el municipio frente a la solicitud de información para la actualización del Estudio Básico de Amenazas del acuerdo con el Decreto 1077 de 2015, en el marco de consultoría No. MG-CM-001-2016, se presenta una tabla (ver **Tabla 23**) que identifica puntos críticos y escenarios de afectación asociados a amenazas.

Tabla 23. Identificación de puntos críticos y escenarios de afectación asociados

Vereda-Ubicación	Sitio específico	Tipo de amenaza	Afectación probable	Observaciones
Vereda Solferino - Sector La Pava	Vía Guadalupe- San José de Suaita	Movimiento en masa. Perdida de banca	Obstrucción de calzada. Perdida de banca	Eventos recurrentes en temporada de lluvias
Vía Guadalupe - Oiba Vereda San Ramón	Coordenadas: 6.233156 N -73.379957 W	Movimiento en masa Perdida de banca	Obstrucción parcial de la vía. Riesgo de pérdida total de banca	Estado: parcial, se evidencia perdida de banca, socavación, grietas profundas y deslizamientos
Vía Guadalupe - Oiba Vereda San Ramón	Coordenadas: 6.230264 N -73.387405 W	Movimiento en masa Perdida de banca	Obstrucción parcial de la vía. pérdida total de banca	Estado: parcial. Se presenta perdida de banca, socavación, grietas profundas y deslizamientos
Vía Guadalupe- Oiba Vereda San Ramón	Coordenadas: 6.239712 N -73.377734 W	Socavación. Posible pérdida de banca	Riesgo de colapso parcial. Afectación a la transpirabilidad	estado: parcial. Se evidencia socavación, gretas profundas y posible pérdida da de banca
Vía Guadalupe - Pueste Mata de Achiote quebrada La Honda	Coordenadas: 6.264447 N -73.362697	Posible colapso de puente y riesgo	Riesgo para peatones y vehículos	Eventos asociados a lluvias intensas y estructurales
Zona Urbana - Puente quebrada La Llanera	Coordenadas: 6.22078 N -73.38712 W	Inundación. Desbordamiento.	Paso restringido. Riesgo para peatones y vehículos	Eventos asociados a lluvias intensas
Zona Urbana - Puente quebrada El Palmito	Coordenadas: 6.239712 N -73.37734 W	Inundación. Desbordamiento.	Paso restringido. Riesgo para peatones y vehículos	Eventos asociados a lluvias intensas
Zona Urbana – Urbanización San Miguel	Calles y carreteras internas	Inundación pluvial. Deficiencia en drenaje	Encharcamiento. Rebosamiento de aguas lluvias. Afectación a movilidad	Posible insuficiencia en diámetro del sistema de drenaje
Zona Urbana – Carrera 3	Coordenadas: 6.247141 N	Inundación pluvial. Deficiencia en drenaje	Encharcamiento.	Posible insuficiencia en

entre calle 6 calle 7	-73.417319 W			diámetro del sistema de drenaje
Zona Urbana – Carrera 4 entre calle 3 calle 4	Coordenadas: 6.2476349 N -73.419172 W	Inundación pluvial. Deficiencia en drenaje	Rebosamiento de aguas lluvias.	Posible insuficiencia en diámetro del sistema de drenaje
Zona Urbana – calle 6 entre carrera 2 carera 3	Coordenadas: 6.246368 N -73.417182 W	Inundación pluvial. Deficiencia en drenaje	Afectación a movilidad	Posible insuficiencia en diámetro del sistema de drenaje
Fuente: Oficio de respuesta del municipio de Guadalupe ante solicitud de información, 2026				

- **Puntos morfodinámicos del Plan de Manejo y Ordenamiento de la Cuenca Rio Medio y Bajo Suárez (POMCA).**

De la información consultada del POMCA del Río Medio y Bajo Suárez se consideran los procesos morfodinámicos denudacionales.

Tabla 24. Registro de eventos

	Tipo	Este	Norte		Tipo	Este	Norte
1	Deslizamiento	4952415.21	2246523.40	***4***	Deslizamiento	4953742.62	2248201.97
2	Deslizamiento	4955241.68	2247577.68	***5***	Deslizamiento	4953834.76	2248232.61
3	Deslizamiento	4953865.50	2248232.59	***6***	Deslizamiento	4952299.70	2249154.66

Fuente: (POMCA, 2018) - *compilado por equipo técnico CORDEAM*

4.3.1.1.3.2.2.1.7 REPORTE EN MEDIOS DE COMUNICACIÓN DE EVENTOS DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA EN GUADALUPE

A partir de la consulta de información en línea, se identifican los registros de eventos de afectación por movimientos en masa que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 25. Reportes periodísticos de amenaza por movimientos en masa en Guadalupe

Amenaza / Fecha reporte	Detalle	Fuente / Enlace
Deslizamientos 9 de enero de 2026	Un total de 14 municipios de Santander se encuentran en alerta por posibles deslizamientos de tierra, según el más reciente informe del IDEAM, debido a la saturación de humedad en los suelos tras las lluvias de los últimos días. Alerta amarilla: Bolívar, Charalá, Charta, Coromoro, El Carmen de Chucurí, Guadalupe, Guavatá, Gámbita, Piedecuesta y Suaita	Instagram resander.fm https://www.instagram.com/p/DTSsz9wkq14/

Deslizamientos inundación 20 de mayo de 2025	La fuerte temporada de lluvias golpea al municipio de Guadalupe, Santander. El alcalde declaró la calamidad pública ante los graves daños causados por la ola invernal, especialmente en vías secundarias y terciarias. Las afectaciones no solo son de infraestructura: hay familias en riesgo por la creciente de ríos y quebradas, campesinos que no logran sacar sus productos, y niños y niñas que no pueden asistir a sus escuelas rurales. Las autoridades locales mantienen vigilancia permanente sobre las quebradas La Pava, La Llanera y el río Suárez, que podrían presentar crecientes súbitas.	**Instagram canal.utv https://www.instagram.com/reel/DJ5Bi5oyd2V/**
Deslizamientos inundación 21 de mayo de 2025	Las persistentes lluvias que han golpeado al departamento de Santander en las últimas semanas obligaron al municipio de Guadalupe a declarar la calamidad pública, debido a los graves daños ocasionados en la infraestructura vial secundaria y terciaria. La situación ha dejado a varias veredas parcialmente incomunicadas y ha impedido el acceso de niños a las escuelas rurales, suspendiendo las clases durante varios días consecutivos. Entre las vías más afectadas se encuentran las que comunican a Guadalupe con los municipios de San José de Suaita y Oiba. Además, se reporta que al menos ocho veredas permanecen con acceso limitado debido a derrumbes y deslizamientos de tierra.	El Frente https://elfrente.com.co/lluvias-colapsan-la-movilidad-en-guadalupe/
Deslizamientos 22 de mayo de 2025	El municipio de Guadalupe, en el departamento de Santander, declaró la calamidad pública debido a las afectaciones generadas por las lluvias de las últimas semanas. La decisión fue tomada por la administración local luego de que múltiples derrumbes e inundaciones dejaran intransitables varias vías secundarias y terciarias, especialmente en las zonas rurales del municipio.	Instagram ifmnoticias https://www.instagram.com/p/DJ90wGtO_Q3/
Deslizamiento 27 de mayo de 2024	Comunidad del municipio de Guadalupe advierten sobre un deslizamiento de gran proporción en la vereda Sabaneta, denuncia que puede causar una tragedia y causar una avalancha.	Facebook Lo Que Pasa En Bucaramanga y Colombia.com https://www.facebook.com/loquepasa.co/videos/4634787421976/
Inundación 14 de noviembre de 2024	Inundación en vía que se localiza a doscientos metros del sector urbano. Sector Los Amarillos, San Ramón, vía que va para Mararay	Facebook Canal TRO https://www.facebook.com/canaltro/videos/nosenvían-habitantes-de-guadalupe-

	Habitantes de Guadalupe, Santander, solicitan ayuda a las autoridades puesto que las fuertes lluvias han generado afectaciones en diferentes sectores, lo que les impide llegar a los estudiantes a las instituciones y a los campesinos sacar los productos.	santander-solicitan-ayuda-a-las-autoridades-pu/572377652216578/
Deslizamiento 19 de junio 2019	Derrumbe que se materializó el 23 mayo de 2019 afecta vía afectando habitantes de la veredas: Sabaneta, la chorrera, San Antonio, El Helechal y Solferino	Noticias Caracol https://www.youtube.com/watch?v=lH0dinymYos
Deslizamiento 01 de octubre 2025	Las intensas lluvias de los últimos días provocaron graves deslizamientos de tierra en la vía que comunica a los municipios de Guadalupe y Contratación, en Santander, lo que mantiene afectada la movilidad en esta zona del departamento. Dayana Ortíz, coordinadora de Gestión del Riesgo de Guadalupe, confirmó que en el sector conocido como Picapiedra se logró despejar el material que obstruía el paso con ayuda de maquinaria amarilla, restableciendo el tránsito vehicular. Sin embargo, señaló que en el sector de la finca Guayabal la situación es más compleja	Blu Radio https://www.bluradio.com/regiones/santanderes/deslizamientos-mantienen-bloqueada-via-entre-guadalupe-y-contratacion-en-santander-rg10
Deslizamiento 30 de septiembre de 2025	Ideam advierte lluvias y heladas: 14 municipios de Santander están en alerta por deslizamientos. El inicio de octubre llega con condiciones climáticas adversas en Santander. El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) pronosticó lluvias intensas y bajas temperaturas para los próximos días, escenario que ya llevó a la Oficina de Gestión del Riesgo departamental a declarar alerta naranja por deslizamientos en 14 municipios y a advertir sobre la posibilidad de heladas en el páramo de Berlín, en Tona. Los municipios bajo mayor riesgo son Aguada, Charalá, Chima, Confines, Contratación, El Guacamayo, Guadalupe, Guapotá, La Paz, Oiba, San Benito, Santa Helena del Opón, Simacota y Suaita. En estas zonas, las precipitaciones han saturado el suelo y aumentan la probabilidad de movimientos en masa que podrían afectar viviendas y vías rurales.	Metropolitano Noticias bien Contadas https://metropolitano.com.co/ideam-alerta-lluvias-y-heladas-en-14-municipios-de-santander/
Deslizamiento 16 de noviembre de 2024	17 municipios de Santander afectados por derrumbes y crecientes súbitas. Según la Oficina de Gestión del Riesgo, los siguientes municipios han reportado daños en vías, puentes, deslizamientos de tierra, crecientes súbitas de ríos y quebradas, daños en cultivos e inundaciones causadas por las fuertes precipitaciones de las últimas semanas. Guadalupe: remoción en masa / cierre de la vía que comunica Guadalupe con los municipios de Contratación y Oiba.	Caracol Radio https://caracol.com.co/2024/11/16/listado-17-municipios-de-santander-afectados-por-derrumbes-y-crecientes-subitas/
Fuente: Compilado de diversas fuentes informativas		

4.3.1.1.3.2.2.2 REGISTRO FASE 2

- **Levantamiento de puntos morfodinámicos actualizados en visita y recorrido de campo**

Tabla 26. Inventario de puntos morfodinámicos mediante recorrido de campo.

#	CÓDIGO	ESTE	NORTE	TIPO	ESTADO
1	PMG-001	4951403.11	2250840.19	Caída de roca y suelo	Activo
2	PMG-002	4951887.76	2250953.90	Deslizamiento traslacional	Activo
3	PMG-003	4952107.96	2250224.64	Deslizamiento traslacional	Activo
4	PMG-004	4955525.06	2254732.32	Deslizamiento traslacional	Activo
5	PMG-005	4954292.45	2251663.30	Caída de roca y suelo	Activo
6	PMG-006	4958365.00	2247405.20	Caída de roca y suelo	Activo
7	PMG-007	4958168.85	2247468.68	Caída de roca y suelo	Activo
8	PMG-008	4958155.80	2247361.44	Caída de roca y suelo	Activo
9	PMG-009	4958089.56	2247231.37	Fracturamiento y hundimiento de vía	Activo
10	PMG-010	4958115.91	2247024.18	Fracturamiento y hundimiento de vía	Activo
11	PMG-011	4958007.51	2246865.48	Caída de roca y suelo	Activo
12	PMG-012	4957524.14	2246463.77	Caída de roca y suelo	Activo
13	PMG-013	4955706.63	2254301.97	Caída de roca y suelo	Activo
14	PMG-014	4952164.82	2250432.24	Deslizamiento traslacional	Activo
15	PMG-015	4952971.28	2251400.21	Deslizamiento traslacional	Activo
16	PMG-016	4953720.13	2251480.32	Deslizamiento traslacional	Activo
17	PMG-017	4953793.03	2251602.46	Deslizamiento traslacional	Activo
18	PMG-018	4952180.51	2249714.57	Deslizamiento traslacional	Activo
19	PMG-019	4951128.69	2247627.23	Caída de roca y suelo	Activo
20	PMG-020	4951178.68	2248428.25	Deslizamiento traslacional	Activo
21	PMG-021	4951580.91	2248604.89	Deslizamiento traslacional	Activo
22	PMG-022	4951615.08	2248607.94	Deslizamiento traslacional	Activo
23	PMG-023	4952300.61	2248743.58	Deslizamiento traslacional	Activo

Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 63. Punto morfodinámico PMG-001, Caída de roca y suelo





Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 64. Punto morfodinámico PMG-002, Deslizamiento traslacional





Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 65. Punto morfodinámico PMG-003, Deslizamiento traslacional



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 66. Punto morfodinámico PMG-004, Deslizamiento traslacional



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 67. Punto morfodinámico PMG-005, Caída de roca y suelo, reptación



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 68. Punto morfodinámico PMG-006, Caída de roca y suelo, reptación



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 69. Punto morfodinámico PMG-007, Caída de roca y suelo



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 70. Punto morfodinámico PMG-008. Caída de roca y suelo.



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 71. Punto morfodinámico PMG-009. Fracturamiento y hundimiento de vía



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 72. Punto morfodinámico PMG-010. Fracturamiento y hundimiento de vía, proceso de reptación y deslizamientos activos







Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 73. Punto morfodinámico PMG-011. Caída de roca y suelo.





Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 74. Punto morfodinámico PMG-012. Caída de roca y suelo, afectaciones en vía.







Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 75. Punto morfodinámico PMG-013. Caída de roca y suelo.



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 76. Punto morfodinámico PMG-014. Deslizamiento traslacional





Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 77. Punto morfodinámico PMG-015. Deslizamiento traslacional



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 78. Punto morfodinámico PMG-016. Deslizamiento traslacional





Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 79. Punto morfodinámico PMG-017. Deslizamiento traslacional





Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 80. Punto morfodinámico PMG-018. Deslizamiento traslacional





Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 81. Punto morfodinámico PMG-019. Caída de roca y suelo residual





Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 82. Punto morfodinámico PMG-020. Deslizamiento traslacional





Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 83. Punto morfodinámico PMG-021. Deslizamiento traslacional





Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 84. Punto morfodinámico PMG-022. Deslizamiento traslacional



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 85. Punto morfodinámico PMG-023. Deslizamiento traslacional, erosión hídrica





Fuente: Equipo técnico CORDEAM

- **Reportes de eventos naturales descritos por la comunidad**

En visitas y recorridos de campo se realizaron talleres en el área del suelo urbano y suelo rural, en donde se le pidió a la comunidad que describiera eventos históricos y recientes que pudieran amenazar a sus habitantes; a continuación, se recopilan las respuestas recibidas:

Tabla 27. Reportes de eventos naturales indicados en talleres de participación comunal.

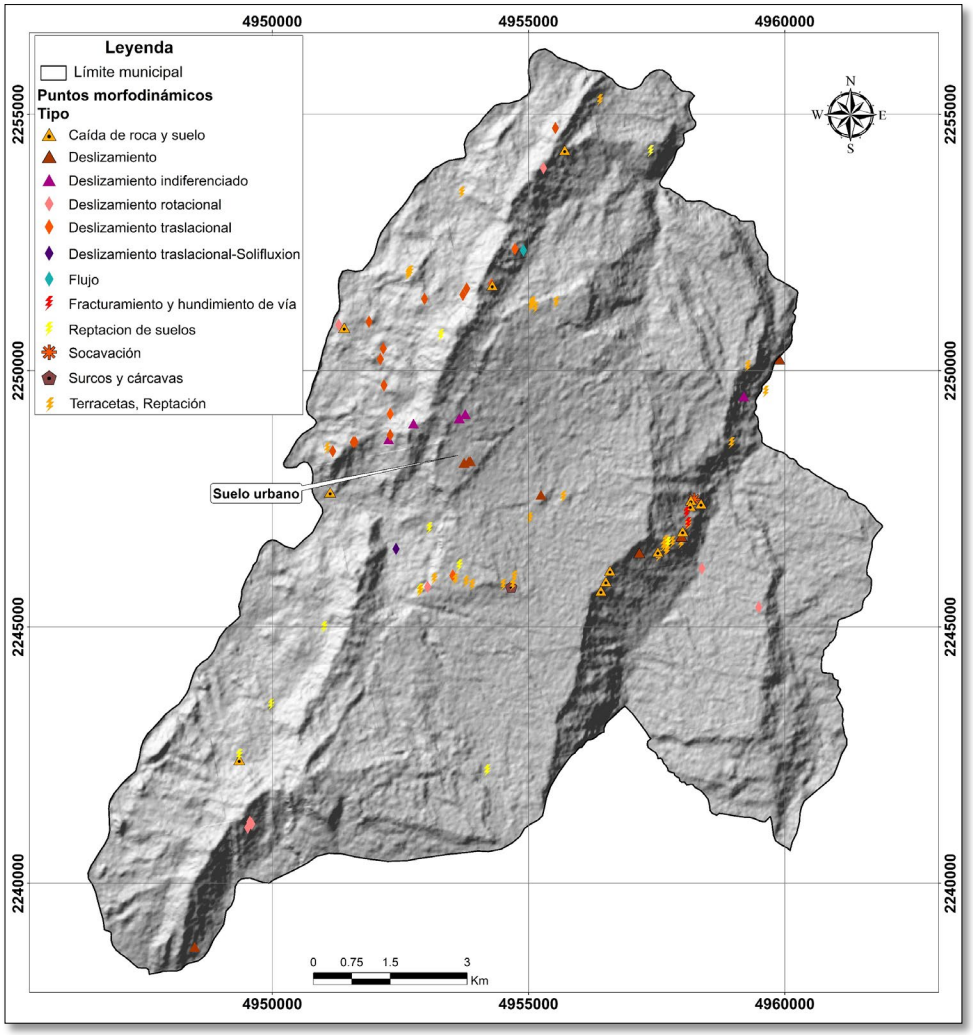
FECHA REPORTE	LUGAR	DESCRIPCIÓN
04/03/2026	Vereda San Ramón	Finca Hoya Larga". El evento consistió en un deslizamiento y desprendimiento de suelo/roca por temporada de lluvias y obstrucción de drenaje" "Entre la noche del primero y madrugada del dos de febrero se presenta un deslizamiento hacia el drenaje en la Finca hoya larga. luego hacia las 4pm del 02 feb 2026 después de lluvias intensas se presenta deslizamiento hacia la vía". "Afectación a 7mil plantas de café en producción, también caña, plátano y aguacates. Afectación en la placa huella vía de acceso a la finca. la vivienda presenta agrietamientos en paredes por hundimientos en el suelo"
06/03/2026	Vereda San José	Ocurre más de 5 veces por año. "Vía Guadalupe - contratación". Se reportó erosión de ladera y deslizamiento por lluvias. "Deslizamiento que afecto la vía generando taponamiento."
7/03/2026	Vereda San José	Finca el Edén, cerca de la vivienda principal Se reportó un deslizamiento por temporada de lluvias. "Evento de deslizamiento en los primeros días de febrero en las horas de la noche. Afectación a aproximadamente de 500 plantas de café"
17/03/2026	Cabecera municipal	Ocurre más de 5 veces por año. Quebrada el Palmito vía escuela Álvaro abril. Se reportó inundación por lluvias, manejo inadecuado de aguas y disposición de basuras. "Sobrepasa el nivel del puente impidiendo el paso peatonal y vehicular"
17/03/2026	Cabecera municipal	Barrio el Palmito, Vía Principal. Se reportó hundimiento del terreno. Como causa se indica "Transito de tráfico pesado como volquetas". "Hundimiento de aproximadamente 5-8 metros, afectando el concreto de la vía.".
17/03/2026	Cabecera municipal	Ocurre más de una vez por año. Urbanización San miguel, barrio Santa Barbara. Se reportó inundación por lluvias, manejo inadecuado de aguas y problemas de alcantarillado. "Inundaciones constantes en el sector".
17/03/2026	Cabecera municipal	Ocurre más de 5 veces.

		Vereda centro llano, vía el zapatón. Involucra a la quebrada la Llanera. Se reportó inundación por temporada de lluvias. "Inundación en potreros, cultivos, vía. afectación en la vivienda de la Sra. Isabel Suárez".
17/03/2026	Cabecera municipal	Ha ocurrido dos veces San Ramón (vereda), en la vía principal de la vereda. Se reportó desprendimiento-caída de suelo/roca por lluvias. "Deslizamiento reincidente que obstruye el paso, sobre la vía principal de la vereda".
17/03/2026	Cabecera municipal	Afectación sobre la vía préndalo, Oiba – Guadalupe Se reportó un deslizamiento por lluvias. "Deslizamiento afectando el paso vehicular en la vía".
17/03/2026	Cabecera municipal	Sobre la vía principal Oiba - Guadalupe, Vereda San Ramón Se reportó un deslizamiento por lluvias. "Deslizamiento que afecto la vía principal, impidiendo el paso vehicular.".
17/03/2026	Cabecera municipal	Derrumbe sector carare. Vereda Sabaneta (deslizamiento);. AVT en otros sectores. Involucra a las quebradas "la gacha, el canelo, la caca". Se reportó deslizamiento y avenidas torrenciales por lluvias.
17/03/2026	Cabecera municipal	Vía Guadalupe - Oiba, sector vereda San Ramón. Se reportó un deslizamiento por lluvias.
17/03/2026	Cabecera municipal	Vía Oiba - Guadalupe, Sector Peña negra, San Ramón. Se reportó deslizamiento y caída de suelo/roca por lluvias.
17/03/2026	Cabecera municipal	Vía Principal Guadalupe - Oiba. Se reportó un deslizamiento por lluvias. "Deslizamiento que interrumpió el paso vehicular por aproximadamente 3 días, con lodo y material vegetal".
17/03/2026	Cabecera municipal	Vía Guadalupe - Oiba, sector vereda San Ramón. Se reportó un deslizamiento por lluvias. "Afectación en la vía principal Guadalupe - Oiba. Cierre temporal de la vía por 3 días por lodo y demás material que bajo por el deslizamiento.
Fuente: Equipo técnico CORDEAM		

VER ANEXO 2. TALLERES HISTORICO AMENAZAS

En la siguiente ilustración se muestra la ubicación de los puntos morfodinámicos inventariados en el municipio de Guadalupe

Ilustración 86. Puntos morfodinámicos en el municipio de Guadalupe



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

VER CARTOGRAFÍA: MAPA: 4 - PUNTOS MORFODINÁMICOS

4.3.1.1.3.3MORFOGÉNESIS

La morfogénesis estudia el origen y la evolución de la forma del relieve, la cual es el resultado de la acción de procesos endógenos (magmatismo y tectónica) y agentes exógenos (agua, viento, hielo), que actúan sobre la superficie terrestre, en diferentes proporciones e intensidades, y durante intervalos de tiempos geológicos. El análisis de la morfogénesis se realizó a partir del mapa subunidades geomorfológicas a escala 1:25.000, el cual fue elaborado con la información obtenida en campo (ver siguiente ilustración), información previa del SGC y el análisis de las características morfométricas del terreno.

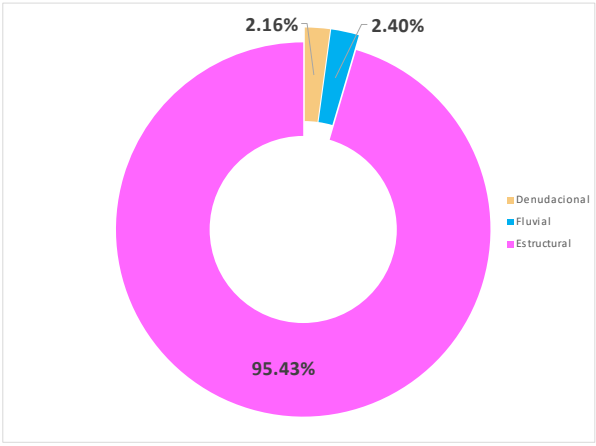
En el municipio de Guadalupe se definieron 3 ambientes morfogenéticos: Denudacional, Estructural y Fluvial; en la siguiente tabla se puede observar el área y porcentaje de ocupación de cada uno de ellos, además, en la ***Ilustración 88*** se presenta el mapa morfogenético para todo el municipio.

Tabla 28. Ambientes morfogenéticos en el municipio de Guadalupe

AMBIENTE	COLOR	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Denudacional		315.94	2.16
Estructural		13941.35	95.43
Fluvial		351.15	2.40
ÁREA TOTAL MUNICIPAL		**14608.44**	**100.00%**

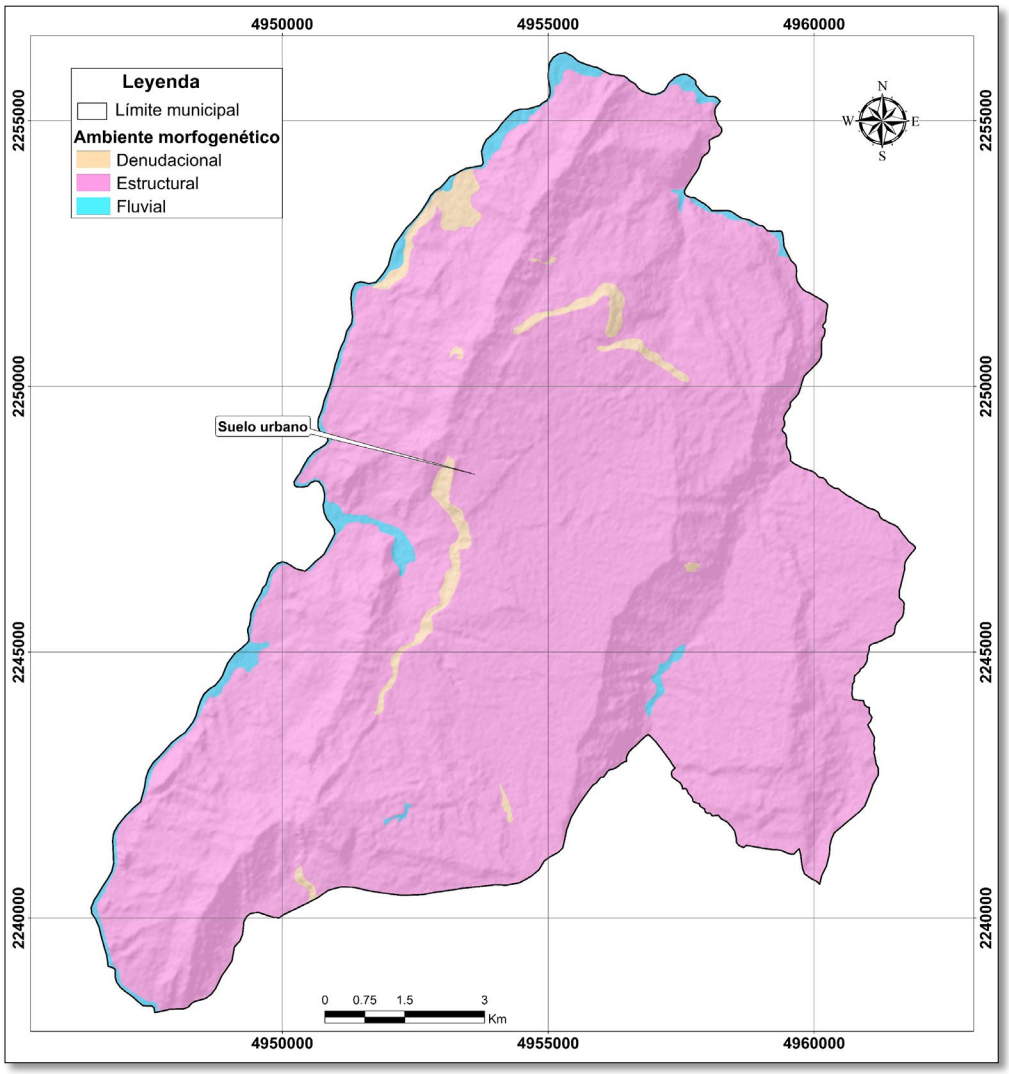
Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 87. Gráfica porcentaje de ocupación de cada ambiente morfogenético



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 88. Ambientes morfogenéticos en el municipio de Guadalupe



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

4.3.1.1.3.3.1 SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Las subunidades geomorfológicas representan aspectos relacionados con la morfometría, morfología, disposición estructural, contraste de los materiales además de los procesos morfodinámicos actuales que las afectan a un nivel de detalle propio de la escala 1:25000. El mapa de subunidades geomorfológicas orientado al análisis de movimientos en masa resulta de la integración de: La morfología, morfometría y morfodinámica del área de interés.

4.3.1.1.3.3.1.1 AMBIENTE DENUDACIONAL

El ambiente denudacional incluye las geoformas cuya expresión morfológica está definida por la acción combinada de procesos de meteorización, erosión y transporte, que rejuvenecen paulatinamente el relieve o geoformas preexistentes, de igual manera crean nuevas geoformas por la acumulación de sedimentos

Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión (Dco): Se presenta como conos o lóbulos con morfología alomada baja, con pendiente inclinada a muy inclinada, con extensiones kilométricas, llegando a alcanzar una longitud de 3.200 metros y un ancho de 2.200 metros. Su origen es relacionado a procesos de transporte y depositación de materiales sobre las laderas y por efecto de procesos hidrogravitacionales en suelos saturados y no saturados.

Su depósito está constituido por bloques y fragmentos heterométricos de rocas preexistentes embebidos en una matriz arcillosa a areno limo-arcillosa, sus características generales son: no estratificados, muy porosos, compresibles y permeables. Unidad presente en varios municipios de la plancha, entre ellos Charalá, Chima, Confines, Contratación, Coromoro, El Guacamayo, Encino, Guadalupe, Ocamonte, Oiba, Santa Helena del Opón, Suaita, a una altura promedio de 1.611 m.s.n.m.

Ilustración 89. Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión (Dco)



Fuente: Equipo Técnico CORDEAM

Cono de deslizamiento indiferenciado (Ddi): Se presentan como estructuras en forma de cono o lóbulo de morfología baja, cóncava a convexa, nichos semicirculares, bloques inclinados, relieve irregular, formación de grietas y cambios súbitos de la pendiente. Se producen sobre suelos cuando los materiales pertenecientes a una ladera se saturan o sobrecargan reduciendo la resistencia al corte a tal punto de sobrepasar el equilibrio límite del material e iniciado su desplazamiento cuesta abajo, y sobre rocas cuando se tienen planos preferentes que contribuyen al movimiento de un bloque de roca, ejemplo estratificación, diaclasas entre otras, el movimiento se produce sobre una superficie de falla.

Dentro de la zona de estudio, los movimientos en masa asociados a esta geoforma se clasifican como deslizamientos traslacionales con caída de detritos, caída de detritos y tierras, y reptación de suelos. Se desarrolla en materiales provenientes de formaciones del Cretácico en el municipio de Guadalupe.

Ilustración 90. Cono de deslizamiento indiferenciado (Ddi)



Fuente: Equipo Técnico CORDEAM

Escarpe de erosión menor (Deeme): En la zona, se presentan como laderas verticales a subverticales, de forma recta donde predomina de la pendiente muy abrupta a abrupta, alcanzando una altura relativa de 70 metros y una longitud de 3.500 metros. Formadas por socavación fluvial lateral o por procesos de erosión a lo largo de los ríos Suárez, Fonce y Riachuelo, además de la afectación de las estructuras por los agentes geomorfológicos. Estas unidades se desarrollan sobre rocas del Cretácico superior y Cretácico inferior pertenecientes a las formaciones Areniscas de Chiquinquirá (Kschi), Paja miembro arenoso (Kimpa), Rosablanca (Kir), Simití (Kis) y Tablazo (Kit).

4.3.1.1.3.3.1.2 AMBIENTE FLUVIAL

Al ambiente fluvial y lagunar corresponden las geoformas generadas por los procesos de erosión y sedimentación, asociados a corrientes de agua como ríos, quebradas y lagunas.

Cauce aluvial (Fca): Geoforma que presenta un relieve plano con un índice de relieve relativo muy bajo. Corresponde a un canal de forma irregular que ha sido generado por la sobre excavación de corrientes perennes o estacionales, ya sea dentro de macizos rocosos o sedimentos aluviales.

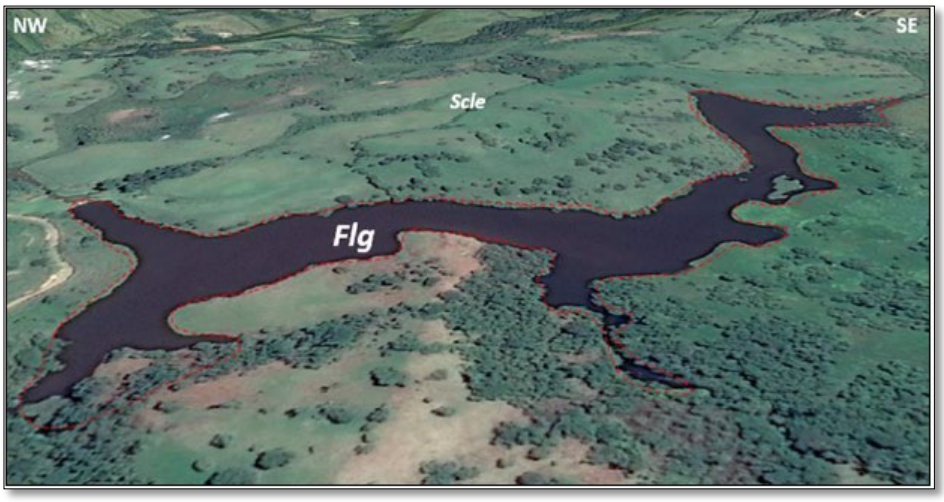
Ilustración 91. Cauce aluvial (Fca), Curso río Suárez



Fuente: Equipo Técnico CORDEAM

Laguna (Flg): Depósito natural de agua de dimensiones inferiores en relación a los lagos, tanto en área como en profundidad. Las lagunas de origen fluvial, se relacionan con la inundación de antiguas depresiones durante la época de alta pluviosidad, estas pueden permanecer incluso en épocas secas ya que son pobremente drenadas. En la zona las lagunas se ubican sobre rocas del Cretácico superior y Cretácico inferior de las formaciones Areniscas de Chiquinquirá (Kschi) y Tablazo (Kit). Localizada en la vereda Solferino del municipio de Guadalupe a una altura promedio de 1.579,14 m.s.n.m.

Ilustración 92. Laguna (Flg)



Fuente: Google Earth

Planicie aluvial confinada (Fpac): Son franjas de terreno de morfología plana, muy angosta eventualmente inundable, en forma de "U", limitada por otras geoformas de morfología colinada, alomada o montañosa, que bordean los cauces de los ríos Taquiza, Yama y Suárez en los cuales se observa el estrangulamiento o estrechamiento de los mismos, desarrolladas sobre materiales recientes de los depósitos aluviales (Qal) trasportados por las principales corrientes.

Plano o llanura de inundación (Fpi): Superficies de morfología plana, baja a ondulada, eventualmente inundable. Se localiza bordeando los cauces de los ríos Oibita, Suárez, Pienta y Taquiza, limitados localmente por escarpes de terraza. Incluye los planos fluviales menores en formas de "U" o "V", al igual que a los conos coluviales menores de los flancos de los valles intramontanos. Compuesto por materiales trasportados por las principales corrientes y acumulados en sus costados conformando depósitos aluviales (Qal).

4.3.1.1.3.3.1.3 AMBIENTE ESTRUCTURAL

Incluye las geoformas que se originan por procesos relacionados con la dinámica interna de la tierra, asociados principalmente al plegamiento y el fallamiento de las rocas, cuya expresión morfológica es definida por la tendencia y la variación en la resistencia de las unidades.

Ladera contrapendiente de cuesta (Slcp): Superficie en declive, de morfología regular, su principal característica es que los estratos están dispuestos en sentido contrario la inclinación del terreno, presentan pendientes muy inclinadas a inclinadas, su longitud puede alcanzas los 1.500 metros en la en el municipio. Se localiza de manera contigua a una ladera de contrapendiente relacionada a una estructura, pero con una menor pendiente, asociada a cambios litológicos o procesos denudativos diferenciales. Litológicamente se generó sobre rocas del Cretácico, pertenecientes a las formaciones Paja miembro arenoso (Kimpa), Paja miembro lutitas negras (Kip), Rosablanca (Kir) y Tablazo (Kit).

Ladera estructural de cuesta (Scle): Superficie inclinada, de forma recta, con pendientes inclinadas a muy inclinada, con longitudes que alcanzan los 12.000 metros en la zona. Es característico de esta unidad el bajo buzamiento, además que los estratos de las formaciones geológicas se dispongan en el mismo sentido al de la pendiente del terreno, relacionados a uno de los flancos del sinclinal de Suaita Chima y el anticlinal de Cerro Negro.

Están compuestas por rocas del Cretácico inferior de las formaciones Areniscas de Chiquinquirá (Kschi), Paja miembro arenoso (Kimpa), Simití (Kis) y Tablazo (Kit)

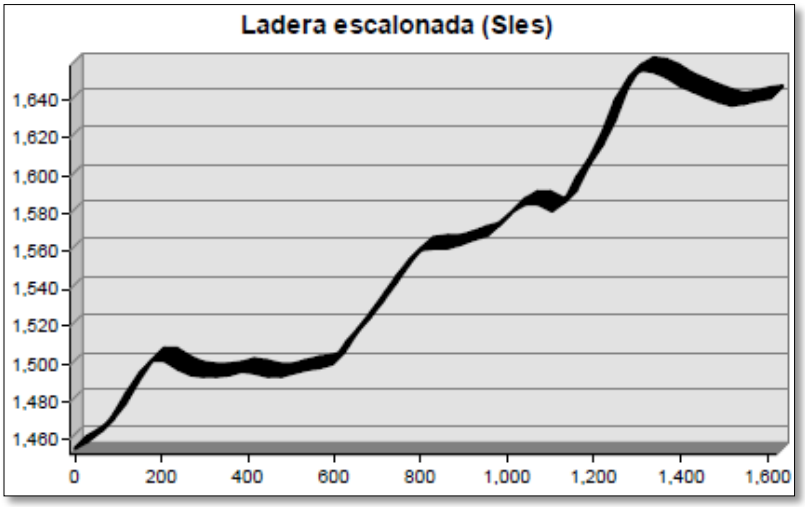
Lomos (Sl): Prominencias topográficas que se caracteriza por ser un sistema con índice de relieve bajo, con cimas alargadas, de topes agudos a redondeados que siguen la tendencia estructural regional, compuestos por laderas cortas a moderadamente largas, de forma cóncava a rectas y pendientes inclinadas a abruptas, cuyo origen está relacionado a la acción conjunta de los procesos cinemáticos, que se dan a lo largo del trazo de la falla de Suárez, localizada al costado oriental del anticlinal de los Cobardes. Esta geoforma se desarrolla en rocas sedimentarias del Cretácico pertenecientes a las Paja miembro arenoso (Kimpa), Rosablanca (Kir) y Simití (Kis).

Ladera de contrapendiente suave (Slcps): Superficie en declive, de morfología regular, su principal característica es que los estratos están dispuestos en sentido contrario la inclinación del terreno, presentan pendientes muy inclinadas a inclinadas, su longitud puede alcanzas los 1.500 metros en la zona. Se localiza de manera contigua a una ladera de contrapendiente relacionada a una estructura, pero con una menor pendiente, asociada a cambios litológicos o procesos denudativos diferenciales. Litológicamente se generó sobre rocas del Cretácico inferior, Paja miembro arenoso (Kimpa), Paja miembro lutitas negras (Kip), Rosablanca (Kir) y Tablazo (Kit).

Ladera escalonada (Sles): Superficie inclinada, definida por estratos dispuestos a favor o en contra de la pendiente del terreno, con muy inclinadas a abruptas, estas laderas se presentan separadas por escarpes abruptos de menor longitud. Su origen está relacionado a la incisión de los drenajes o al fracturamiento perpendicular al buzamiento en niveles litológicos donde se concentran procesos de erosión diferencial.

Litológicamente se generó sobre rocas del Cretácico superior y Cretácico inferior de las formaciones Areniscas de Chiquinquirá (Kschi), Paja miembro arenoso (Kimpa), Paja miembro lutitas negras (Kip), Rosablanca (Kir), Simití (Kis) y Tablazo (Kit).

Ilustración 93. Ladera escalonada (Sles)



Fuente: SGC, 2018

Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc): Superficie vertical a subvertical de forma plana y convexa, donde predomina la pendiente muy abrupta a abrupta, con longitudes que alcanzan los 2.000 metros en la zona. Estas laderas se caracterizan por que los estratos o capas de las formaciones geológicas están dispuestos en contra de la pendiente del terreno. Desarrollada en la ladera estructural de una estructura homoclinal debido a la acción de procesos de erosión, meteorización o tectonismo que cortan y moldean la estructura original.
Se desarrolla en rocas del Cretácico inferior de las formaciones, Paja miembro arenoso (Kimpa), Paja miembro lutitas negras (Kip), Rosablanca (Kir), Simití (Kis) y Tablazo (Kit).

Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle): Superficie de forma cóncava a convexa, con pendiente variable entre muy abrupta y muy inclinada, con longitudes que alcanzan los 3.000 metros en la zona. La particularidad de la unidad radica en que los estratos o capas de las formaciones geológicas se disponen en el mismo sentido al de la inclinación del terreno, y están relacionadas a una estructura homoclinal.

Desarrollada sobre rocas del Cretácico inferior de las formaciones, Paja miembro arenoso (Kimpa), Paja miembro lutitas negras (Kip), Rosablanca (Kir), Simití (Kis) y Tablazo (Kit).

A continuación, se presenta la leyenda y el mapa de subunidades geomorfológicas.

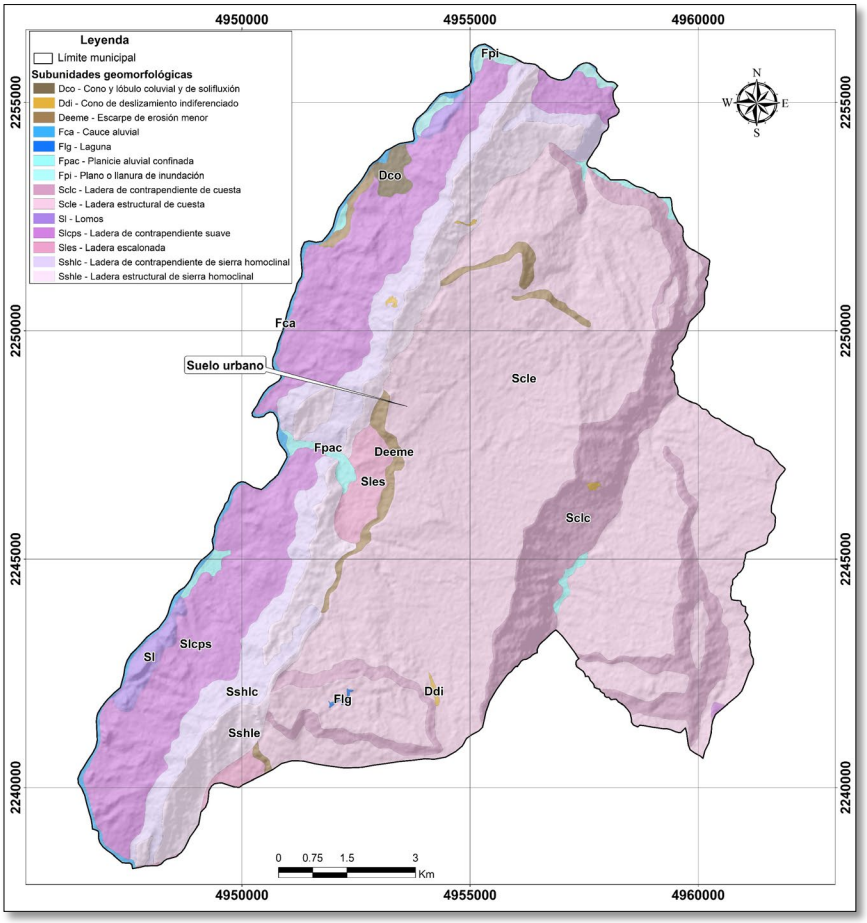
Tabla 29. Leyenda mapa de subunidades geomorfológicas

AMB	CÓD	NOMBRE	COLOR	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Denudacional	Dco	Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión		65.52	0.45
	Ddi	Cono de deslizamiento indiferenciado		17.28	0.12
	Deeme	Escarpe de erosión menor		233.14	1.60
Fluvial	Fca	Cauce aluvial		155.91	1.07
	Flg	Laguna		4.80	0.03
	Fpac	Planicie aluvial confinada		128.24	0.88
	Fpi	Plano o llanura de inundación		62.20	0.43
Estructural	Sclc	Ladera de contrapendiente de cuesta		1758.01	12.03
	Scle	Ladera estructural de cuesta		7129.11	48.80
	Sl	Lomos		147.17	1.01
	Slcps	Ladera de contrapendiente suave		2432.24	16.65
	Sles	Ladera escalonada		244.68	1.67
	Sshlc	Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal		1056.12	7.23
	Sshle	Ladera estructural de sierra homoclinal		1174.01	8.04
ÁREA TOTAL MUNICIPAL				**14608.44**	**100.00**

**ha= hectáreas*

Fuente: Equipo técnico CORDEAM

Ilustración 94. Subunidades geomorfológicas del municipio de Guadalupe



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

VER CARTOGRAFÍA: MAPA 5. GEOMORFOLOGÍA A NIVEL DE SUBUNIDADES.

4.3.1.1.4 UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES

Las unidades geológicas superficiales corresponden a un conjunto (homogéneo), de materiales geológicos que afloran en la superficie, que provienen del mismo origen y conservan en general las mismas características físicas y de comportamiento geomecánico hasta algunas decenas de metros por debajo de la superficie del terreno (INGEOMINAS, 2004).

Al igual que con la geomorfología a nivel de subunidades, las unidades geológicas superficiales (UGS) son uno de los factores condicionantes más importantes en la inestabilidad de las laderas, por lo que es necesario obtener y cartografiar datos relacionados con sus características. Cada UGS se considera como el resultado de una

serie de procesos tantos exógenos como endógenos que modelan la superficie terrestre y le confieren al terreno unas propiedades que la hacen más o menos susceptible a la ocurrencia de movimientos en masa. Las unidades geológicas superficiales se delimitaron a partir de la integración de datos bibliográficos, así como la verificación de campo realizado en zonas de fácil acceso del suelo urbano y rural del municipio.

La información de campo fue organizada según el origen de los materiales, los cuales son el insumo principal para la delimitación y zonificación de un mapa con la distribución de las UGS, otro insumo fue el modelo digital de elevaciones que permite encontrar unidades de roca de acuerdo con su relación intrínseca con la pendiente del terreno (a mayor pendiente, mayor correlación con unidades de roca). Finalmente, el mapa de unidades litoestratigráficas complementa la información sobre el tipo de roca encontrada en ciertos sectores que no pudieron ser analizados mediante el recorrido de campo por la complejidad del terreno.

4.3.1.1.4.1UNIDADES DE ROCA

Las unidades de roca son el tipo más competente de unidades geológicas superficiales, está conformado de afloramientos rocosos que varían su clasificación según el grado de meteorización y clasificación sedimentológica. En el municipio de Guadalupe estas unidades son de origen sedimentario e ígneo con edades que varían del periodo cretácico al cuaternario

4.3.1.1.4.2UNIDADES DE SUELO

Las unidades de suelo corresponden a zonas con materiales no consolidados o cementación casi nula. Estos pueden tener diversos orígenes, de los cuales en el municipio de Guadalupe fueron encontrados los siguientes:

- Derivado de la roca *in situ:* Suelos residuales
- Transportados: Suelos aluviales (transportados por acción fluvial)

4.3.1.1.4.2.1 SUELO RESIDUAL

Las unidades de suelo corresponden a zonas con materiales no consolidados o cementación casi nula. Estos pueden tener diversos orígenes, de los cuales en el municipio de Guadalupe fueron encontrados los siguientes:

- Derivado de la roca in situ: suelos residuales.

- Transportados: suelos aluviales (transportados por acción fluvial).

4.3.1.1.4.2.2 SUELO TRANSPORTADOS

Son depósitos con cantos redondeados de diferentes tamaños, transportados y acumulados por acción fluvial o desprendimientos de las laderas.

4.3.1.1.5 COBERTURA Y USO ACTUAL DEL SUELO RURAL ESCALA 1:25000

El establecimiento de uso actual del área del municipio Guadalupe se orientó de acuerdo con la leyenda nacional de las coberturas de la tierra del país, a partir de la adaptación realizada de la metodología de CORINE, Land Cover.

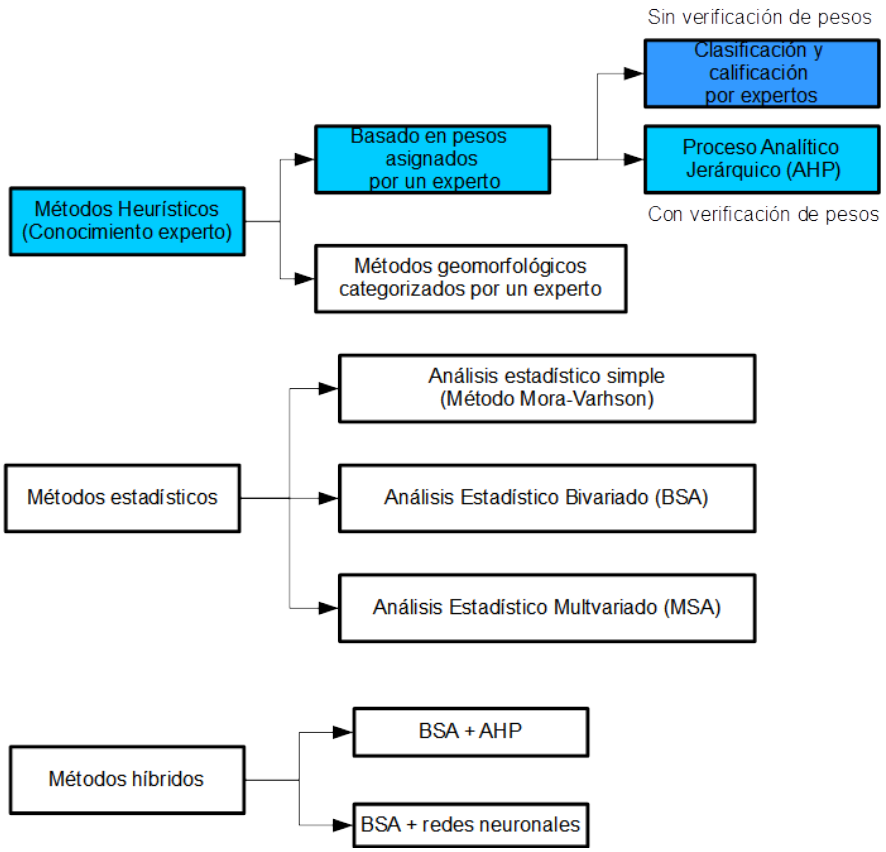
La metodología tiene su base en la interpretación visual de imágenes de satélite con la ayuda de la computadora y tomando como base las cartas geográficas del IGAC a escala 1:25.000.

4.3.1.2 .METODOLOGÍA Y DESARROLLO DE LA AMENAZA EN EL SUELO RURAL POR MOVIMIENTOS EN MASA.

La metodología para el cálculo de la amenaza, a nivel de susceptibilidad y categorización de amenaza para el suelo rural, según el Decreto 1077 de 2015 (Artículo 2.2.2.1.3.2.1.1) puede ser realizada por métodos estadísticos, heurísticos y geomorfológicos (Ver Ilustración 95), los cuales aportan información sobre el grado de susceptibilidad de la amenaza con respecto a varios factores condicionantes; estos 3 métodos tienen una primera etapa analítica, y posteriormente una etapa de verificación y chequeo.

En este estudio se utiliza el **método heurístico**, con una verificación de pesos de los factores condicionantes calculada por el proceso analítico Jerárquico (AHP). En la siguiente ilustración se muestra el método heurístico usado en este trabajo y su relación con otros métodos.

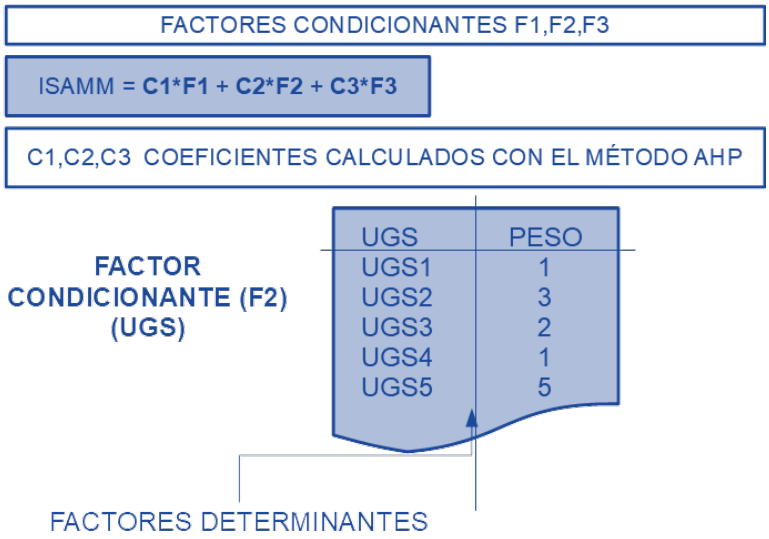
Ilustración 95. Esquema de los métodos para la evaluación de la susceptibilidad de amenaza por movimientos en masa.



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

La definición del grado de susceptibilidad de cada factor determinante o rangos dentro de cada factor condicionante fue asignada a partir del criterio experto y la incidencia del número de movimientos en masa localizaciones en cada factor determinante. En la siguiente ilustración se muestra la relación entre los coeficientes calculados por el método AHP y los pesos asignados para cada factor determinante, lo que en conjunto forma el método heurístico utilizado en este estudio básico de amenazas por movimientos en masa.

Ilustración 96. Esquema de la relación entre pesos, coeficientes y factores condicionantes y determinantes en el método heurístico.



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

A continuación, se presentan los factores condicionantes utilizados en este estudio, y la clasificación en rangos de los factores determinantes

4.3.1.2.1 FACTORES CONDICIONANTES SEGÚN EL DECRETO 1077 DE 2015

Adicionalmente al Decreto 1077, en este estudio se toma en consideración la recomendación sobre factores condicionantes descritos en la guía metodología para zonificación de amenaza por movimientos en masa a escala 1:25.000 del Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2017) y (Mora & Vahrson, 1992); y finalmente, con base en estas directrices (normativa legal, y técnica) se realiza el siguiente cuadro de factores condicionantes para la amenaza por movimientos en masa del suelo rural que se van a utilizar en este estudio. Estos factores no dependen del método para el cálculo de la susceptibilidad, se recomienda siempre usar los mismos en futuras actualizaciones de insumos como parte de las revisiones a corto o mediano plazo del esquema de ordenamiento territorial.

Tabla 30. Factores condicionantes en la amenaza por movimientos en masa

Factor condicionante	Factor determinante	Clasificación-rangos
Geomorfología	Pendientes	(Van Zuidam, 1986)
	Curvatura	(Suzen & Doyuran, 2004)
	Subunidades geomorfológicas	(SGC, 2012)
Geología	Unidades geológicas superficiales (UGS)	(Hermelín, 1985)

	Unidades litoestratigráficas	
	Geología estructural	
Cobertura de las tierras (Corine Land Cover)		(IDEAM, 2010)
Fuente: Equipo técnico CORDEAM		

4.3.1.2.2 FACTORES DETONANTES

Debido a que los deslizamientos pueden aumentar su susceptibilidad con el paso del tiempo y, además, con la variabilidad de otros factores climáticos y sismológicos, se deben tener en cuenta la respuesta de las laderas a lluvias que puedan detonar un movimiento en masa según su intensidad de lluvia y precipitaciones medidas en estaciones pluviométricas. Está comprobado experimentalmente que los sismos, más en específico la aceleración pico del terreno (*PGA*, por sus siglas en inglés), tienen una incidencia directa en la generación de movimientos en masa y en la disminución del factor de seguridad para el caso de modelamientos determinísticos de laderas pequeñas. Dependiendo la escala, se realiza un análisis de los sismos de la zona en relación con su localización geográfica con respecto a fallas que se encuentren activas y debidamente caracterizadas en el catálogo de fallas activas del INGEOMINAS. Por otra parte, se da cumplimiento a lo descrito en el ARTICULO 2.2.2.1.3.2.1.1, Alcance: "***Se deben considerar dentro de los agentes detonantes los siguientes factores: agua, sismo y procesos antrópicos (si aplica).***"

En la siguiente tabla se muestran los factores detonantes y su respectiva clasificación o rangos definida por cada autor que se van a usar en el cálculo de la categorización de la amenaza en este documento técnico.

Tabla 31. Factores detonantes en la amenaza por movimientos en masa

Factor detonante	**Clasificación-rangos según autores:**
Sismo	Mora, R. *et al.,* 1992
Lluvia	Mora, R. *et al.,* 1992
Fuente: Equipo técnico CORDEAM	

La actividad antrópica ha sido considerada dentro del análisis de factores condicionantes en la temática cobertura de la tierra y uso del suelo y no como un detonante como se plantea en el Decreto 1807 de 2014. Esta propuesta pretende superar la falta de información geoespacial en algunas zonas del territorio y disminuir la complejidad en la representación de la dinámica de la actividad antrópica como un detonante en términos de frecuencia o probabilidad. Esta variación en el concepto de condicionantes y detonantes respeta la filosofía del decreto y está en concordancia con

las recomendaciones para análisis de amenaza por movimientos en masa a esta escala de trabajo presentada. (SGC, 2017)

4.3.1.3 SUSCEPTIBILIDAD POR MOVIMIENTOS EN MASA CON EL MÉTODO HEURÍSTICO

Para el análisis cuantitativo de la amenaza por movimientos en masa a escala 1:25.000 de estudio se utiliza el método de **PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP).** El Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP), propuesto por (Saaty, 1980)**,** se basa en la idea de que la complejidad inherente a un problema de toma de decisión con criterios múltiples (Ilustración 97), se puede resolver mediante la jerarquización de los problemas planteados. Este método puede considerarse, según la orientación dada al mismo, de muy diversas maneras. Su contribución es importante en niveles operativos, tácticos y estratégicos, sirviendo para mejorar el proceso de decisión debido a la gran información que aporta y a la mejora en el conocimiento del problema. Se puede entender como:

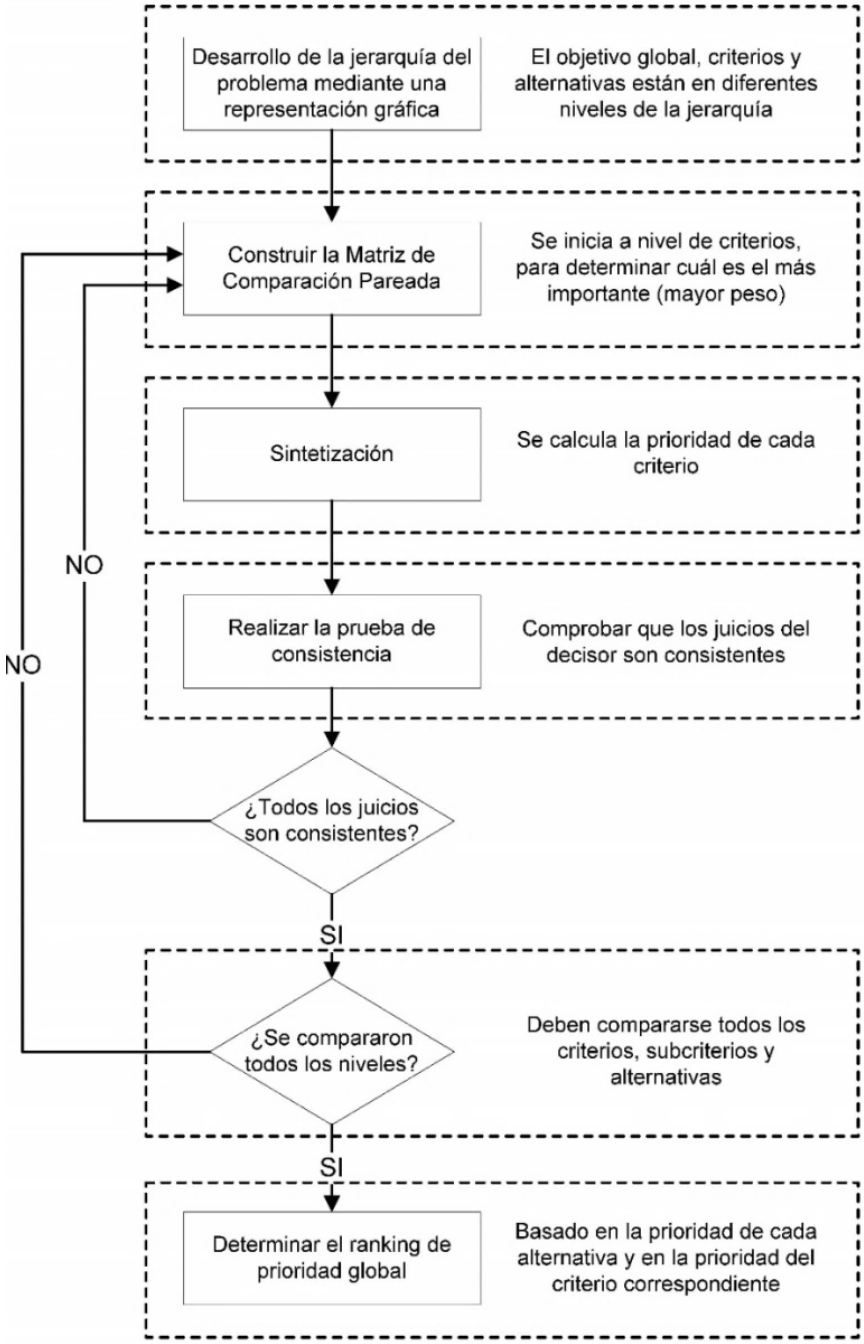
- Una técnica que permite la resolución de problemas multicriterio, multientorno y multiactores, incorporando en el modelo los aspectos tangibles e intangibles, así como el subjetivismo y la incertidumbre inherente en el proceso de toma de decisión.

- Una teoría matemática de la medida generalmente aplicada a la influencia entre alternativas respecto a un criterio o atributo.

La metodología para el desarrollo del método AHP de forma generalizada se muestra en la ilustración anterior, donde es necesario asignar pesos, pero con una verificación de la consistencia con otros factores que condicionan la amenaza; es decir, el método AHP ayuda a garantizar que los pesos asignados para cada variable condicionante o detonante, cumplan con una prueba de consistencia entre ellos y entre los pesos asignados para cada factor determinante (rangos internos de cada factor condicionante).

Para la evaluación de la amenaza por movimientos en masa se adoptó el principio de Jerarquías Analíticas propuesto por (Saaty, 1980) y modificado por (INIGEMM, 2013).

Ilustración 97. Metodología general para el desarrollo del método AHP.



Fuente: Dey y Higson (2006)

Tabla 32. Determinación de pesos, Método de Jerarquías Analíticas (AHP).

DETERMINACIÓN DE PESOS PARA SUSCEPTIBILIDAD/AMENAZA A FRM (H)

	F1	F2	F3		$\sum \frac{x_{ij}}{n}$	$P=\left(\sum ij/n\right)/\left(\sum x_{ij}\right)$
F1	1	2	2		1.667	0.48
F2	0.5	1	2		1.167	0.33
F3	0.5	0.5	1		0.667	0.19
RI = 4.6				$\sum X_{IJ}$	3.50	1.00

Fuente: (INIGEMM, 2013)

El cual determina el índice de susceptibilidad a los movimientos en masa (**ISAMM**) por medio del siguiente algoritmo:

$$ISAMM = 0.48(F1) + 0.33(F2) + 0.19(F3)$$

Dónde:

Variable	Pesos AHP
F_1= Factor **geomorfológico**	48%
F_2= Factor **Litológico (UGS)**	33%
F_3= Factor **cobertura de tierras y uso del suelo**	19%

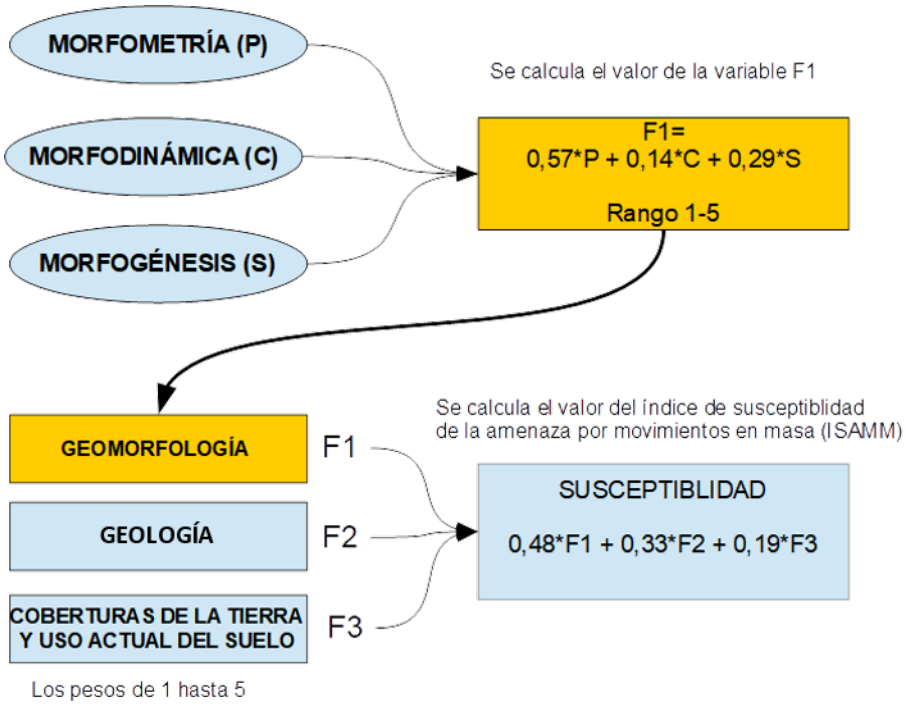
A su vez, el factor geomorfológico depende de 3 variables condicionantes, las cuales son morfometría (P), morfodinámica (C) y morfogénesis (S) para calcular el peso de cada variable se realiza el mismo procedimiento descrito anteriormente, obteniendo los siguientes pesos para el factor geomorfológico:

Variable	Pesos AHP
P = morfometría	57%
S = morfogénesis	29%
C = morfodinámica	14%

$$F1 = 0.57(P) + 0.29(S) + 0.14(C)$$

Una vez obtenidos todos los pesos verificados por el método AHP, se obtiene el algoritmo completo para realizar el análisis de la susceptibilidad por movimientos en masa de acuerdo con este método heurístico (Ilustración 98). Más adelante se describe la asignación del grado de susceptibilidad para cada factor estudiado.

Ilustración 98. Algoritmo final el análisis de la susceptibilidad por movimientos en masa con el método heurístico.



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

4.3.1.3.1 RANGO GENERAL EN LA ASIGNACIÓN DE PESOS PARA LAS CLASES

En el método heurístico verificado con AHP, se analizan los pesos con un mismo rango (valor máximo y mínimo) para todos los factores condicionantes. En la siguiente tabla se muestra el rango y el tipo de susceptibilidad que representa dentro de cada factor condicionante, por lo tanto, cada clase de cada factor condicionante solamente queda descrita en términos de susceptibilidad teniendo en cuenta un rango de 1 a 5.

Tabla 33. Categorías de la susceptibilidad según el peso asignado

CATEGORÍA	PESO	DESCRIPCIÓN
I	1	Susceptibilidad muy baja
II	2	Susceptibilidad baja
III	3	Susceptibilidad moderada
IV	4	Susceptibilidad alta
V	5	Susceptibilidad muy alta

Fuente: Equipo técnico CORDEAM

4.3.1.3.2 FACTOR (F1) GEOMORFOLOGÍA

Se calcula el factor condicionante GEOMORFOLOGÍA (F1) por medio de los insumos referentes a MORFODINÁMICA, MORFOGÉNESIS Y MORFOMETRÍA tal como se muestra a continuación:

4.3.1.3.2.1 CALIFICACIÓN POR MORFOMETRÍA

La calificación por morfometría presenta una ponderación del 57% dentro del cálculo de la susceptibilidad por geomorfología (F1). Las variables que influyen en la morfometría son calculadas a partir del modelo digital del terreno. El proceso evaluativo de la morfometría se realiza mediante la siguiente ecuación tomada del (SGC, 2013):

$$GMm = Pe(60\%) + Ru(25\%) + Ac(15\%)$$

Donde

Pe = pendiente o inclinación del terreno
Ru = rugosidad del terreno
Ac = acuenca o flujo acumulado en cada celda

Para la el análisis morfométrico de las pendientes, se tomó como base de clasificación de las pendientes presentadas por (SGC, 2017), en la Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:25.000. La asignación de los pesos se realizó con base en el criterio temático del profesional encargado, considerando el entorno geológico del municipio de Guadalupe.

Tabla 34. Inclinación del terreno, descripción y susceptibilidad

INCLINACIÓN	DESCRIPCIÓN	SUSCEP	PESO	ÁREA (%)
0 - 2°	**Plano a casi plano.** No hay denudación apreciable.	Muy baja	1	32.50%
2 - 4°	**Suavemente inclinado.** Movimientos en masa de baja velocidad y procesos erosivos de diferentes tipos, especialmente bajo condiciones periglaciares (solifluxión) y fluviales (erosión laminar y en surcos). Susceptible a desarrollar procesos erosivos	Muy baja		
4 - 8°	**Inclinado.** Condiciones similares a las anteriores. Alta susceptibilidad a desarrollar procesos erosivos.	Muy baja		
8 – 16º	**Moderadamente abrupto**. Movimientos en masa de todos los tipos, especialmente solifluxión periglaciar, reptación y ocasionalmente deslizamientos, también erosión de tipo laminar y en surcos. Susceptible a erosión	Baja	2	44.43%

	y deslizamientos			
16 – 35º	**Abrupto.** Procesos denudacionales intensos de diferentes tipos (erosión bajo cubierta forestal, reptación, deslizamientos). Alta propensión al desarrollo de procesos erosivos.	Moderada	3	20.63%
35 – 55	**Muy abrupto.** Afloramientos rocosos, procesos denudacionales intensos, depósitos granulares caóticos de poco espesor.	Alta	4	2.23%
>55º	**Extremadamente abrupto.** Afloramientos rocosos. Procesos denudacionales muy fuertes, especialmente "denudación de escarpe"; susceptible a rodamiento de rocas.	Muy alta	5	0.21%
Fuente: (SGC, 2017)				

4.3.1.3.2.2CALIFICACIÓN POR MORFOGÉNESIS

Para la calificación de la geomorfología según la morfogénesis se tuvo en cuenta el tipo de subunidad geomorfológica desde el punto de vista de su origen, para lo cual se analizaron los factores: origen (ambiente), genética y modelado. La morfogénesis aporta el 29% en peso relativo al cálculo de la componente geomorfológica (F1).

Para la calificación de esta variable, se emplearon los criterios de calificaciones del documento metodológico del (SGC, 2013), tal y como se aprecia a continuación.

Origen (Ambiente): Hace referencia a la dinámica superficial del relieve que puede contribuir a la propensión física por movimientos en masa. De acuerdo con la metodología, el ambiente estructural se valora con la más alta calificación (5) por la fuerte influencia que tiene sobre los movimientos, el ambiente denudacional y glacial ostentan calificaciones medias, en este caso medias a altas dependiendo de la geoforma (valores de 3-4), mientras que el ambiente fluvial por presentar una dinámica diferente frente a la ocurrencia de movimientos en masa es valorado con la calificación más baja (1) (SGC, 2013).

Proceso genético: Corresponde a la presencia o ausencia de fuerzas internas corticales que contribuyan por sí mismas a la conformación del relieve. Para el caso del ambiente estructural, el parámetro toma un valor de 0, en cuanto que no requiere de un agente externo para su ocurrencia, mientras que para los restantes ambientes (denudacional y fluvial) la calificación que se asigna es de 1, ya que requieren de un agente externo para su evolución (SGC, 2013).

Modelado: Este atributo morfogenético considera el aspecto de construcción (agradación) y destrucción (degradación) de las geoformas. Como gran parte de la ocurrencia de movimientos en masa se relaciona con el transporte y acumulación de

materiales; se han valorado con la calificación de 1 a aquellas unidades que se asocian con los procesos agradacionales, mientras que para las unidades propias de los procesos degradacionales la valoración corresponde a 0 (SGC, 2013).

Las subunidades geomorfológicas asociadas directamente con fenómenos de acumulación, de cualquier origen o ambiente, son zonificadas como muy susceptibles por movimientos en masa.

Tabla 35. Atributos para la calificación de las unidades geomorfológicas

AMBIENTE	ORG	PROCESO GENÉTICO	MODELADO		RANGO DE CALIFICACIÓN	
			AGRADACIÓN	DEGRADACIÓN	AGRADACIÓN	DEGRADACIÓN
Costero	0	1	1	0	2	1
Fluvial	0	1	1	0	2	1
Eólico	1	1	1	0	3	2
Kárstico	1	1	1	0	3	2
Volcánico	2	0	1	0	3	2
Antrópico	2	1	1	0	4	3
Denudacional	2	1	1	0	4	3
Glacial	3	1	1	0	4	3
Estructural	3	0	1	0	4	3
Exógeno	1	Agradacional	1			
Endógeno	0	Degradacional	0			

Fuente: (SGC, 2013)

4.3.1.3.2.3CALIFICACIÓN POR MORFODINÁMICA

La morfodinámica es la tercera variable del componente geomorfología (F1) y representa un peso del 14 % para su cálculo. La calificación por morfodinámica se compone de un aspecto geométrico o variables extraídas de un DEM (relieve relativo, pendientes), depósitos susceptibles a deslizamientos (coluviones, morrenas, fluviotorrenciales) y el inventario de puntos morfodinámicos sobre las subunidades geomorfológicas.

Índice de Relieve Relativo

El relieve relativo representa la diferencia de altitud de la geoforma, independientemente de su altura absoluta o nivel del mar. Ella se mide por la diferencia de alturas entre la parte más baja y alta, llámese colina, montaña, meseta, terraza y otros. (INGEOMINAS, 2004). El índice de relieve relativo se define como la diferencia entre la mayor elevación y la menor elevación por unidad de área.

En la Tabla 36 se muestran los intervalos de altura del relieve relativo, en la que se clasifican en 3 clases los 5 tipos de relieve, estos rangos son tomados de (Van Zuidam, 1986) y su relación con la resistencia de los materiales asociados. La calificación del relieve relativo se hace sobre la base que el relieve es un factor determinante para el desarrollo de procesos de movimientos en masa, a pesar de ser un factor pasivo, pues favorece la acción de la gravedad y desfavorece la resistencia del medio en un momento determinado, cuando se ve influenciado por otros factores, como en el caso de un sismo o de lluvias intensas.

El Análisis del relieve relativo y mapas sombreados de relieve se realiza con el software Grass[3]

Tabla 36. Clasificación del relieve relativo (RR)

DIFERENCIA DE ALTURA	RELIEVE RELATIVO	RESISTENCIA DE LOS MATERIALES	PESO
< 50 m	Muy bajo	Muy blandos y erosionables	1
50 – 200 m	Bajo	Blando erosionable	1
200 – 400 m	Moderado	Moderadamente blando y erosión alta	2
400 – 1000 m	Alto	Resistencia y erosión alta	3
1000 – 2500 m	Muy alto	Muy resistente y erosión baja	3
> 2500 m	Extremadamente alto	Extremadamente resistente y erosión muy baja	3

Fuente: (SGC, 2013)

Inclinación de la ladera

La inclinación de la ladera está generalmente relacionada con el tipo de material que conforma la unidad morfológica y con la susceptibilidad de dicha unidad a la formación de los movimientos en masa. En general se puede afirmar que existe una relación directa y proporcional. Este es un factor dinámico importante y depende principalmente del tipo de material (INGEOMINAS, 2001).

En la ***Tabla 37*** se muestran los grados de inclinación de la ladera, en los que las siete categorías de inclinación se clasifican en tres rangos tomados de INGEOMINAS 2011 y su relación con la resistencia del material. La calificación se hace sobre la base que el proceso de degradación a que se ve sometida una cuenca hidrográfica, al igual que el caudal máximo, están muy influenciados por la configuración topográfica, que está directamente relacionada con la inclinación de la ladera, debido a que el poder erosivo

[3] https://labscn-unalmed.github.io/cartografia-digital/clases/clase-03.html#construccion-mapas-sombreados

se manifiesta en mayor o menor grado de acuerdo a los distintos grados de pendiente (SGC, 2013)

Tabla 37. Clasificación de la inclinación de la ladera (IL)

INCLINACIÓN (GRADOS)	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	SUSCEPTIBILIDAD A MM	PESO
< 5	Plana a suavemente inclinada	Muy blanda	Muy baja	1
5 – 10	Inclinada	Blanda	Baja	1
10 – 15	Muy inclinada	Moderadamente blanda	Moderada	2
15 – 20	Abrupta	Moderadamente resistente	Moderada	2
20 – 30	Muy Abrupta	Resistente	Alta	3
30 – 45	Escarpada	Muy resistente	Alta	3
> 45	Muy escarpada	Extremadamente resistente	Alta	3

Fuente: (SGC, 2013)

La combinación de los elementos fisiográficos, relieve relativo e inclinación de la ladera mediante el modelo RELAINC, permite la agrupación en un mismo escenario de los elementos geomorfológicos con mayor tendencia a los movimientos en masa tanto por evidencias antecedentes como por los eventos registrados en un catálogo e inventario de dichos movimientos. De esta manera se considera que la inclinación de la ladera que constituye una geoforma, no atributo suficiente para determinar la ocurrencia de un movimiento, en tanto no exista la contribución de la posición geográfica de dicha ladera a la ocurrencia o amplificación del evento. En el mismo sentido puede considerarse que una geoforma puede ubicarse a una cota respecto al nivel del mar que propicie la ocurrencia de un movimiento en masa por factores climáticos y erosivos, sin embargo, si las laderas que constituyen dicha geoforma no tienen una inclinación significativa, la posibilidad que se modifiquen las condiciones de estabilidad es mínima, siempre y cuando no se modifique el equilibrio natural de la geoforma (SGC, 2013).

Las variables inclinación de la ladera (IL) y el relieve relativo (RR) conforman una nueva variable geométrica llamada RELAINC, la cual se calcula según la siguiente ecuación (SGC, 2013):

$$RELAINC = 0.6 * RR + 0.4 * IL$$

Otro aspecto importante que influye en la variable morfodinámica son las geoformas dinámicas, las cuales se caracterizan por ser depósitos de gravedad, en el municipio estas subunidades fueron identificadas en el apartado de morfogénesis.

Las geoformas dinámicas se caracterizan asignando un valor de 0 a la ausencia de este tipo de geoformas y un valor de 1 a la presencia.

Una vez obtenidas las variables RELAINC, geoformas dinámicas y subunidades afectadas por eventos morfodinámicos, se realiza la suma algebraica de las tres capas, obteniendo la variable MORFODINÁMICA.

$$GMmd = RELAINC + GeoD + GeoAEM$$

Donde:
GeoD = Geoformas dinámicas
GeoAEM = Geoformas asociada a eventos morfodinámicos

Así mismo, cuando se obtienen los ráster para las variables MORFODINÁMICA, MORFOGÉNESIS Y MORFOMETRÍA, es posible obtener y calcular el factor condicionante GEOMORFOLOGÍA (F1) aplicando la siguiente ecuación.

$$F1 = 0.57 * P + 0.14 * C + 0.29 * S$$

P = MORFOMETRIA
C = MORFODINÁMICA
S = MORFOGÉNESIS

4.3.1.3.3 FACTOR (F2) GEOLOGÍA

Se calcula el factor condicionante GEOLOGÍA (F1) por medio de los insumos referentes a UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS, GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y UGS tal como se muestra a continuación:

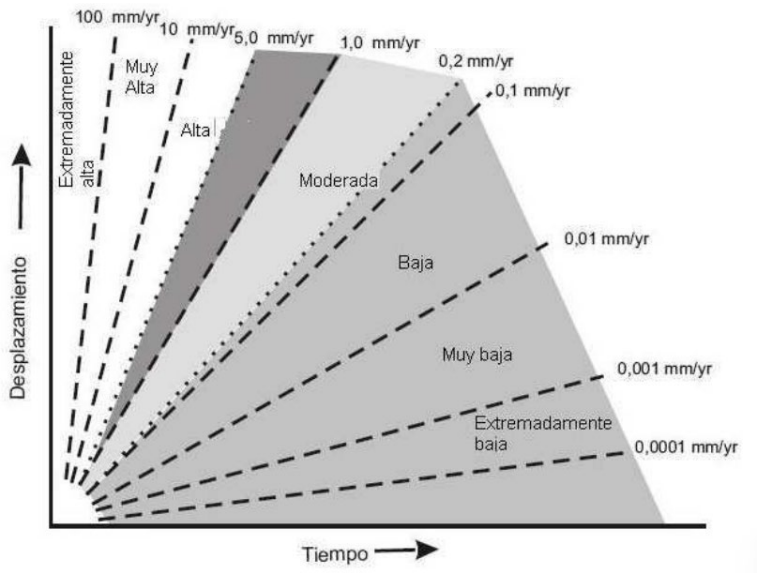
$$F2 = 0.40(UL) + 0.05(DF) + 0.55(UGS)$$

4.3.1.3.3.1 DENSIDAD DE FRACTURAMIENTO (DF)

El atributo correspondiente a la geología estructural depende directamente de los sistemas de fallas presentes en la zona y la repercusión que tengan sobre las litologías observadas.

Una vez analizada, sintetizada y extraída la información esencial, base del proceso de zonificación por susceptibilidad geológica, objeto de estudio para el presente componente temático, se da inicio a la caracterización geológica, definiendo propiedades y características para cada una de las unidades presentes a nivel de formación y estructural, teniendo en cuenta la Ilustración 99 y Tabla 38 .

Ilustración 99. Tazas de desplazamiento de las fallas en el Cuaternario de Colombia.



Fuente: (SGC, 2013)

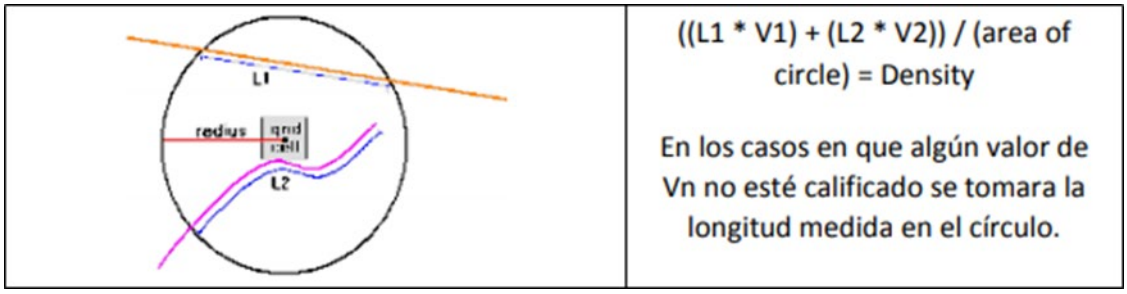
Tabla 38. Tasas de desplazamiento definidas para las fallas con deformaciones en el cuaternario

Taza de desplazamiento	Peso Asignado
Fallas con tasas de desplazamiento > 1.00 mm/yr	10
Fallas con tasas de desplazamiento 0.2 - 1.00 mm/yr	9
Fallas con tasas de desplazamiento < 0.2 mm/yr	8
Fallas de las cuales no se conoce su tasa de desplazamiento	7
Pliegues	6

Fuente: (SGC, 2013)

El método utilizado para calcular la densidad de fracturamiento es el algoritmo **Line Density de ArcInfo**, este método calcula la densidad de líneas en la vecindad de cada pixel definida por un radio de búsqueda, para esto a partir de cada centro se dibuja un círculo de radio R, se toma la longitud de la línea de falla que cae dentro de este círculo y se multiplica por el peso de la actividad, la suma total se divide entre el área del círculo, tal como se muestra a continuación.

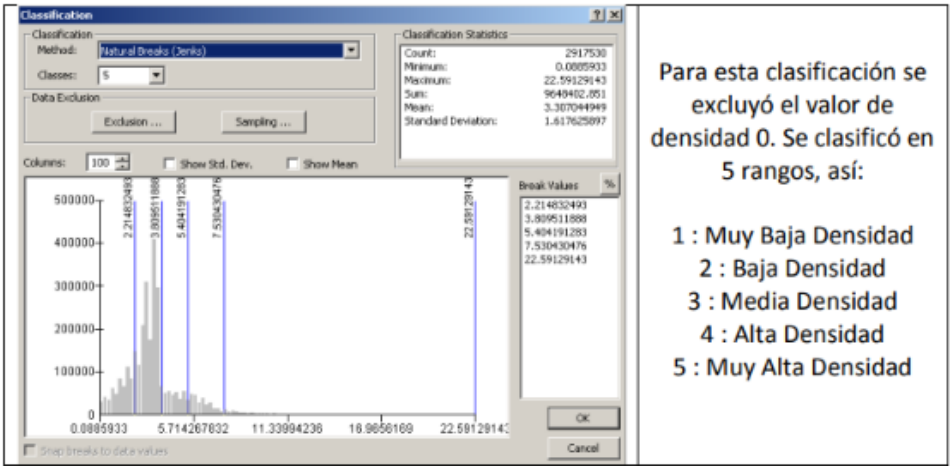
Ilustración 100. Algoritmo utilizado para el cálculo de la densidad de fracturamiento.



Fuente: SGC,2013

Para obtener el mapa de densidad de fracturamiento a escala 1:25.000, se tiene como referencia un tamaño de píxel de 12.5 m, radio de 250m y clasificando los rangos según lo dispone el SGC. El método de clasificación utilizado es natural breaks.

Ilustración 101. Clasificación de los rangos de densidad de fracturamiento mediante el uso de la herramienta ArcInfo



Fuente: (SGC, 2013)

La Falla Lubigara, se localiza en la parte central del municipio. Afecta rocas cretácicas, de las Formaciones Paja y Tablazo. A lo largo de esta Falla se presenta una densidad de fracturamiento variada que va de 1 (Muy Baja) a 5 (muy Alta), por fallas de rumbo perpendiculares a esta, lo cual indica que tiene baja a alta tasa de desplazamiento, con fracturamiento significativos en las rocas presentes.

4.3.1.3.3.2UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS (UL)

Dentro del componente de geología, se resalta que en la mayor parte del municipio de Guadalupe afloran rocas cretácicas de la Formación Simití (Kis) y Formación Tablazo

(Kit). Dentro de este componente se realiza la evaluación de la Fabrica y/o Estructura, esto hace referencia a la ordenación y relación geométrica entre los componentes principales de las rocas en el espacio, con relación a su tamaño, forma y orientación. La fábrica tiene gran influencia en el comportamiento de los suelos y rocas, en especial en lo referente a la anisotropía que genera debido a la orientación de las partículas, la cual así mismo gobierna anisotropía en las propiedades geomecánicas, la clasificación de las rocas según su fábrica/estructura, puede servir para establecer diferencias de las rocas en cuanto a su resistencia y direccionalidad de las propiedades mecánicas

Una vez definidas las unidades litológicas en el titulo **4.3.1.1.1GEOLOGÍA RURAL** se presentan la propuesta de calificación presentada en la Tabla 39

Tabla 39. Calificación por tipo de Fabrica/estructura

ATRIBUTO	PROPUESTA DE CALIFICACIÓN
N/A	0
Cristalina Masiva	1
Cristalina Bandeada	2
Clásticas Cementadas	3
Clásticas Consolidadas	4
Cristalina Foliada y Rocas de Falla	5

Fuente: (SGC, 2013)

4.3.1.3.3.3UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES (UGS)

El factor F2 (UGS) hace referencia a las características geológicas del subsuelo, por lo tanto, el aporte que estos materiales contribuyen al cálculo de la amenaza por movimientos en masa. Para calificar el aporte de cada material, se realizó una división entre los diferentes tipos de UGS, ya que esto permite una caracterización más detallada del territorio. Estos materiales pueden ser clasificados en unidades de roca, unidades de suelo residual (o derivado de la roca *In situ*) y unidades de suelo transportado. A continuación, se presentan las tablas con las propuestas generales de calificación.

Tabla 40. Calificación de las UGS tipo roca por su resistencia

GRADO	TÉRMINO	PROPUESTA DE CALIFICACIÓN
R6	Extremadamente dura	1
R5	Muy dura	2
R4	Dura	2
R3	Moderadamente dura	3
R2	Blanda	4
R1	Muy blanda	5
R0	Extremadamente blanda	5

Fuente: SGC (2013)

Tabla 41. Calificación de las UGS tipo suelo residual por su resistencia

GRADO	TÉRMINO	PROPUESTA DE CALIFICACIÓN
S6	Duro	1
S5	Muy rígido	2
S4	Rígido	2
S3	Firme	3
S2	Blando	4
S1	Muy Blando	5

Fuente: SGC (2013) Modificado por Equipo técnico CORDEAM

Tabla 42. Calificación de las UGS tipo suelo transportado según el origen del depósito

DEPÓSITO	PROPUESTA DE CALIFICACIÓN
Depósitos aluviales	1
Depósitos lacustres y paludales	1
Depósitos glaciofluviales	1
Depósitos de gravedad, ladera y fluviotorrenciales	5

Fuente: Equipo técnico CORDEAM

4.3.1.3.4 FACTOR (F3) COBERTURAS DE LA TIERRA

La calificación de las coberturas (F3) con respecto a su aporte en el cálculo de la amenaza por movimientos en masa se realizó en 4 etapas.

Etapa 1: Intersección del inventario de procesos morfodinámicos con las unidades de cobertura, al resultado del proceso se le asigna un peso de 5 (susceptibilidad muy alta)

Etapa 2: Se localizan las unidades de cobertura cuyo nivel 1 contenga los siguientes elementos, 1 – territorios artificializados, 5 – superficies de agua, y se les asigna un valor de 1.

Etapa 3: A las unidades de bosque (código Corine Land Cover 3.1) se les asigna un valor de 1 (susceptibilidad muy baja), debido a una cobertura que disminuye los procesos que detonan la amenaza por movimientos en masa.

Etapa 4: Finalmente, a los polígonos restantes que no fueron clasificados en la etapa 1, 2 o 3 se les asigna una susceptibilidad alta (4), moderada (3) o susceptibilidad baja (2), ya que su aporte a provocar amenaza por movimientos en masa puede cambiar según la variabilidad climática, pero no es posible calcular un único valor exacto y confiable.

4.3.1.3.5 PROCESAMIENTO GEOGRÁFICO EN SOFTWARE SIG

Para llevar a cabo el cálculo de la susceptibilidad con el método heurístico-AHP, se utilizó el software QGIS, donde se verificó que se cumplieran los siguientes puntos:

- **Primero**, la consistencia topológica entre todas las capas vectoriales para que la delimitación y borde de todas las capas sea la misma, en este caso fue el límite municipal.

- **Segundo**, coherencia en el sistema de coordenadas de todas las capas geográficas (vectoriales o ráster). Para este trabajo se usó el sistema nacional MAGNA-SIRGAS.

MAGNA-SIRGAS / Origen-Nacional (CTM-12)
EPSG: 9377
Projection: Transversal de Mercator
Elipsoide: GRS80
Origen latitud: 4° N
Origen longitud: 73° W
Falso Este: 5.000.000
Falso Norte: 2.000.000
Unidad: Metros
Factor Escala: 0.9992

- **Tercero,** delimitación de todos los ráster por medio de un borde realizado con una máscara de recorte utilizando el mismo límite municipal del punto primero; y, además, que el ancho y alto de cada celda sea el mismo para todos, a escala 1:25.000 se trabajó un ancho de celda de 12.5 metros.

- **Cuarto**, el método para interpolar y re-muestrear cualquier ráster que no cumpla con el punto tercero, debe ser bilineal, garantizando una uniformidad y continuidad en los datos cuando se lleve de un ancho X al ancho requerido en el punto tercero.

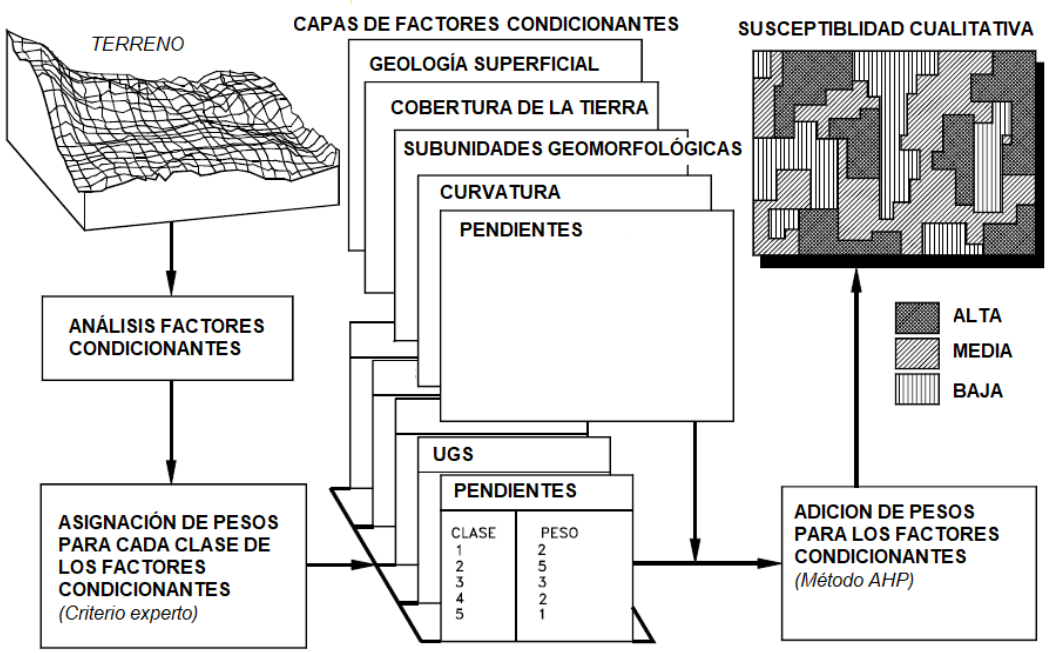
- **Quinto**, calcular el peso para los factores condicionantes por medio del método AHP.

- **Sexto**, asignar el peso para cada clase de los factores condicionantes según criterio experto.

- **Séptimo,** posterior a la suma de mapas, se debe realizar un suavizado de los valores obtenidos de susceptibilidad, para darle mayor continuidad a los datos alcanzados y, realizar una vectorización más adecuada, ya que el producto final debe convertirse de ráster a vector tipo polígono (vectorizar).

En la siguiente ilustración se puede observar la metodología general utilizada para el cálculo de la susceptibilidad de la amenaza por movimiento en masa según el método AHP y con asignación del peso para cada clase de acuerdo con el criterio experto.

Ilustración 102. Esquema general para el cálculo de la susceptibilidad por movimientos en masa en un SIG.



Fuente: Modificado de (McGuffey, Modeer, & Turner, 1996)

4.3.1.3.6 SUSCEPTIBILIDAD POR MOVIMIENTOS EN MASA

En la siguiente ilustración se muestra el resultado del cálculo para la susceptibilidad por movimientos en masa (ISAAM) después de aplicar la ecuación:

$$ISAMM = 0.48 * F1 + 0.33 * F2 + 0.19 * F3$$

4.3.1.4 AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SUELO RURAL

La susceptibilidad se define como la capacidad o potencialidad de una unidad geológica o geomorfológica de ser afectada por un factor detonante determinado (Sepúlveda, 1998). Para la zonificación de la amenaza se realiza una integración y análisis de las zonas susceptibles que son activadas por un mecanismo detonante, en el caso de este estudio estos mecanismos son la lluvia (precipitación máxima en 24 horas y promedio mensual multianual) y los sismos (PGA475). La siguiente ecuación muestra el tipo de cálculo, esta ecuación es una modificación a la presentada en el método *SGC (2013)*, y se ajusta mejor a los datos obtenidos por las estaciones meteorológicas de la zona.

$$AMM = ISAMM + (D_H + D_{LL} + D_{S)}$$

Donde

ISAMM = Susceptibilidad de la amenaza por movimientos en masa.
D_H = Factor detonante por humedad.
D_{LL} = Factor detonante por lluvias.
D_S = Factor detonante por sismo.

Los valores de la amenaza calculada pueden variar desde 4 hasta 20. Lo que facilita el análisis para definir los rangos y categorías de amenaza baja, media y alta según se ajuste al territorio estudiado.

4.3.1.4.1 DETONANTE POR HUMEDAD (D_H)

El detonante por humedad está relacionado con la capacidad del suelo ante las lluvias medias mensuales para todos los años de una serie de datos analizados. Este parámetro puede tomar valores entre 1 y 5 y se calcula de la siguiente manera:

1. Se asigna 0,1 o 2 según el valor de precipitación media mensual siguiendo el criterio de la siguiente tabla.
2. Se asigna el valor del parámetro D_H en un rango de 1 hasta 5 según corresponda teniendo en cuenta el valor de la suma obtenido en el punto anterior para todos los meses en cada estación analizada, en este trabajo se siguió el criterio de valoración descrito en la ***Tabla 43***.

Tabla 43. Valores asignados a los promedios mensuales de lluvia multianual	
PROMEDIO DE PRECIPITACIÓN MENSUAL (MM)	**VALOR ASIGNADO**
< 125	0
125 – 250	1
> 250	2
Fuente: (Mora & Vahrson, 1992)	

4.3.1.4.2 DETONANTE POR LLUVIA (D_{LL})

El detonante por lluvia (D_{LL}) está directamente relacionado con las precipitaciones máximas en 24 horas, ya que son las que más contribuyen intrínsecamente con la generación de movimientos en masa y/o aumento de la susceptibilidad según el grado de precipitación registrado.

4.3.1.4.3 DETONANTE POR SISMO (Ds)

La relación sismo-movimiento, en catálogos de inventarios de movimientos en masa, conlleva una alta dificultad instrumental y logística en el nivel y la escala de trabajo; debido a que no se conoce la fecha exacta del movimiento en masa para que se pueda correlacionar con un sísmico de cierta magnitud. Considerando lo anterior, en Guadalupe se decide analizar el parámetro detonante por sismo como un valor de aceleración pico del suelo (PGA), el cual corresponde al nuevo mapa sísmico de Colombia realizado por el Servicio Geológico Colombiano en el año 2017[4]. El municipio de Guadalupe se encuentra en una zona sísmica según los rangos del SGC, la cual presenta rangos de 200-300 cm/s^2 para un tiempo de retorno de 475 años. Según el criterio de la siguiente tabla, le corresponde un valor de 4, indicando susceptibilidad alta.

Tabla 44. Calificación del detonante sismo según los valores de PGA	
VALORES DE PGA (cm/s^2)	**CALIFICACIÓN**
10 – 100	1 – muy baja
100 – 150	2 – baja
150 – 200	3 – moderada
200 – 300	4 – alta
> 300	5 – muy alta
Fuente: (SGC, 2013)	

La siguiente ilustración muestra el mapa de la amenaza sísmica para Colombia, y la delimitación de las zonas de aceleración PGA475 en el municipio de Guadalupe utilizadas para el cálculo de la amenaza por movimientos en masa.

[4] http://srvags.sgc.gov.co/JSViewer/AmenazaSismicaNuevaEvaluacion/

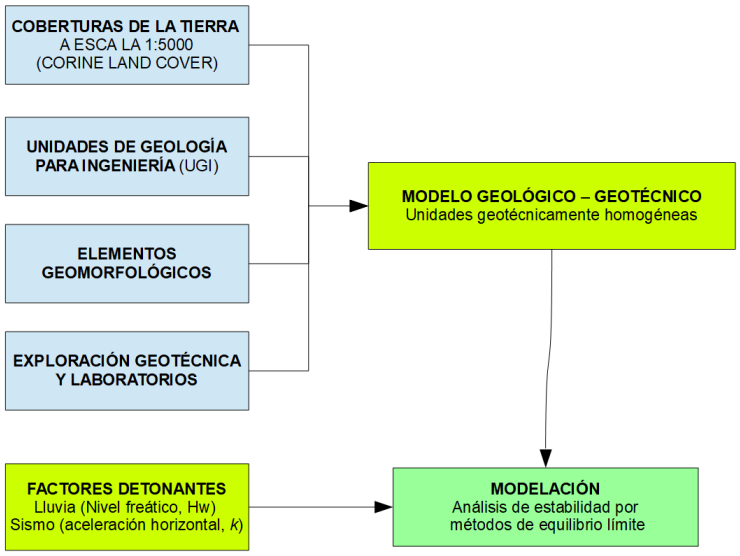
4.3.2 ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA PARA EL SUELO URBANO DE LA CABECERA MUNICIPAL

Los estudios básicos de amenaza por movimientos en masa para el suelo urbano están reglamentados por el ARTÍCULO 2.2.2.1.3.2.1.1 del DECRETO 1077 DE 2015; donde se describe que el área de estudio son todas las zonas con pendientes superiores a 5 grados, y para el suelo urbano, menores a 5 grados que hayan presentado problemas de inestabilidad y subsidencia debido a problemas geotécnicos o al desarrollo de actividad antrópica.

Para este trabajo se define la unidad de zonificación del terreno (UZT) según la recomendada por SGC (2015) para escala 1:5000 de estudios básicos, y es equivalente a 2500 m^2; y corresponde a la unidad mínima de cartografía para los insumos de geología y geomorfología. Para los elementos tipo ráster, la dimensión de pixeles corresponde a una longitud de 5 m y área de 25 m^2 para todos los tipos de análisis e interpolaciones (MDT, pendientes, y otros).

Una vez recopilada la información necesaria, es posible definir el modelo geológico geotécnico y proceder al cálculo de la amenaza según se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 103. Esquema para la zonificación básica por movimientos en masa a escala 1:5000



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

4.3.2.1 INSUMOS

En la elaboración de los estudios para suelos urbanos se elabora: la geología para ingeniería y la geomorfología aplicada a movimientos en masa a nivel de elementos geomorfológicos. A continuación, se muestra los condicionantes desarrollados para el análisis de la amenaza por movimientos en masa:

- **Exploración básica del subsuelo y ensayos de laboratorio:** *En este informe se presentan los resultados de los ensayos de laboratorio necesarios para el análisis de la amenaza*

- **Unidades de geología para ingeniería – UGI**: Unidades de suelo, unidades de roca según corresponda a su origen.

- **Geomorfología a nivel de elementos geomorfológicos:** Morfogénesis, morfología, morfometría y morfodinámica.

- **Coberturas de la tierra a escala 1:5.000:** CORINE Land Cover – adaptada IDEAM (2010).

A partir de los factores mencionados anteriormente, se construye un mapa de unidades homogéneas según sus características geológicas, mecánicas, espesores y clasificación. Este es llamado un **modelo geológico – geotécnico** sobre el cual se realizan los análisis de amenaza.

Los factores detonantes definidos para este estudio son enfocados a los siguientes análisis:

- **Detonante por lluvia:** Se representa por medio de las variaciones en el nivel freático de las capas saturadas.

- **Detonante por sismo:** Se representa por medio de la aceleración pico horizontal del suelo y/o rocas determinadas por estudios sísmicos detallados o por el estudio general realizado por el servicio geológico colombiano en el marco del mapa de la amenaza sísmica de Colombia.

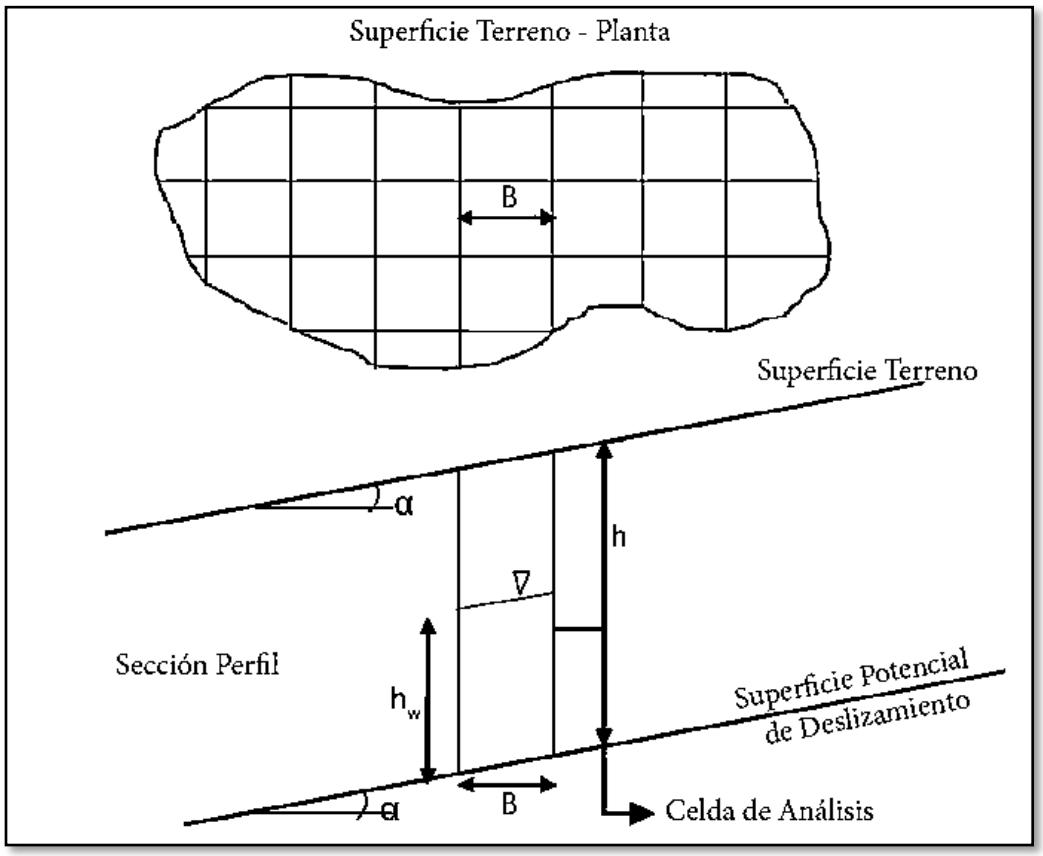
4.3.2.2 METODOLOGÍA Y DESARROLLO PARA CALCULAR LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SUELO URBANO

El método determinístico es utilizado en el análisis de amenaza especialmente con la ayuda del SIG. Este método es aplicable solo cuando las condiciones geológicas y geomorfológicas son muy homogéneas en toda el área de estudio y los tipos de deslizamientos son simples. La ventaja de este modelo es que está basado en modelos de estabilidad de pendientes, lo que permite el cálculo de valores cuantitativos de estabilidad (factores de seguridad).

Con el objetivo de zonificar la amenaza básica por movimientos en masa en el área de estudio del municipio de Guadalupe, se propone usar el método de equilibrio límite (método determinístico), el cual calcula factores de seguridad en condiciones estáticas, y con detonantes de niveles freáticos y sismos, suponiendo presencia de superficies de fallas paralelas al talud, profundidades someras y longitudes de falla amplias comparadas con sus espesores respectivos.

Mediante el uso de algoritmos y geoprocesos SIG, y a través de los resultados de laboratorio y el modelo digital de elevaciones, se procede a convertir a un ráster las propiedades de resistencia de las unidades que corresponden al modelo geotécnico, de tal forma que se crea un modelo discreto con celdas, a cada una de las cuales se les debe calcular el factor de seguridad mediante la ecuación descrita a continuación.

Ilustración 104. Esquema del cálculo del factor de seguridad (FS) para una celda



Fuente: SGC (2015)

La siguiente ecuación se utiliza para desarrollar este método y calcular el factor de seguridad sobre cada celda de estudio:

$$FS = \frac{[c'b\ sec\ \alpha + (\gamma bh\ cos\ \alpha - k\gamma bh\ sin\ \alpha - \gamma_w h_w\ cos^2\ \alpha)\ tan\ \Phi']}{\gamma bh\ sin\ \alpha + k\gamma bh\ cos\ \alpha} \qquad (5)$$

Donde

(c') y (Φ'): son los parámetros de resistencia del suelo en la base de la columna de suelo, en términos de esfuerzos efectivos (Cohesión y ángulo de fricción).
(Y): Peso unitario del suelo (Densidad húmeda).
(b): Ancho de la celda (=1)
(h): Altura de suelo por encima de la superficie potencial de deslizamiento (3)
(Yw): Peso unitario del agua (=10)
(hw): Altura de la lámina de agua medida desde la superficie de potencial deslizamiento
(α): Ángulo de inclinación de la superficie de falla en radianes

(k): Coeficiente de aceleración horizontal para un periodo de retorno de 475 años

Este método permite considerar la profundidad del nivel freático en el subsuelo y realizar análisis en condición pseudoestática para incluir los efectos de aceleraciones sísmicas. El método se ha propuesto basado en las siguientes suposiciones:

1. Aplicable a taludes homogéneos en características geológico – geotécnicas.
2. Para análisis de fallas superficiales en los que la longitud de la ladera es mayor que el espesor de la masa inestable (medido desde la superficie hasta el plano de falla).
3. Aplicable en deslizamientos paralelos a la superficie del terreno tipo traslacional.

La zonificación de la amenaza en el área de estudio (suelo urbano) del municipio de Guadalupe, se elabora a una escala 1:5000. Donde se busca encontrar zonas, sobre las cuales, sea posible definir, con alta confiabilidad, eventos de amenaza por movimientos en masa. Para esto, se realiza la zonificación en 3 pasos de verificación.

1. Calcular el factor de seguridad determinístico para el área de estudio.

2. Identificar zonas dentro del suelo urbano de la cabecera municipal, donde el factor de seguridad determinístico haya sido menor a 1.1.

3. Verificar puntos, donde se hayan evidenciado procesos actuales de movimientos en masa o se tenga registro alguno

4.4 ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZA POR INUNDACIÓN

Se determinan las condiciones de amenaza por inundación en suelos urbanos y rural, en donde se identifican las zonas en las cuáles exista la posibilidad de presentarse una inundación sean aledañas o no a ríos, caños, quebradas, humedales y otros cuerpos de agua o aquellas que hagan parte de su área de influencia.

4.4.1 ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZA POR INUNDACIÓN EN EL SUELO RURAL

Los eventos de inundación son considerados dentro de las amenazas naturales de mayor recurrencia en el mundo. La forma de realizar estudios de este tipo de eventos dependerá no solo de las características específicas de cada inundación, sino también de la disponibilidad de recursos técnico-económicos para efectuarlo.

Las inundaciones se pueden dividir de acuerdo con el régimen de los cauces en: *lenta o de tipo aluvial* que es la que se analiza en el presente numeral y *súbita o de tipo torrencial* que es menos recurrente que la anterior y la cual se incluye en los análisis presentados en el titulo **ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZA POR AVENIDAS TORRENCIALES.**

Las inundaciones lentas o de tipo aluvial se generan por la acción de lluvias constantes y generalizadas en una misma cuenca. Donde el nivel de la cota de la lámina de agua aumenta gradualmente hasta generar desbordamientos y ocupación de las áreas planas y/o con concavidades adyacentes a los cauces.

Los estudios básicos de amenaza por inundación están reglamentados en el Decreto 1077 de 2015 en el **ARTÍCULO 2.2.2.1.3.2.1.2.** Donde se define que el área de estudio son todas las zonas en las cuales exista la posibilidad de presentarse una inundación y que sean aledañas o hagan parte del área de influencia de ríos, caños, quebradas, humedales y otros cuerpos de agua.

Además, zonas que se encuentren sobre subunidades geomorfológicas asociadas a los paisajes aluviales, con especial énfasis en las geoformas correspondientes a la llanura de inundación.

4.4.1.1 ÁREA DE ESTUDIO

De acuerdo con el artículo ARTICULO 2.2.2.1.3.2.1.1 (DECRETO 1077 DE 2015), numeral 1, el área de estudio para la amenaza por movimientos en masa se describe de acuerdo a lo siguiente: *“Se adelantará este tipo de estudios en todas las zonas de relieve escarpado, montañoso y ondulado, con pendientes iguales o superiores a 5 grados más los taludes marginales de cauces, así como las zonas planas que puedan recibir los efectos de los movimientos en masa”.*

En el municipio de Guadalupe se realizó el análisis de la amenaza por movimientos en masa en las áreas de estudio descritas en el decreto 1077, no obstante, con el fin de lograr una visión completa de todo el territorio municipal, este análisis se extendió cubriendo la totalidad del área que comprende el municipio de Guadalupe, es decir, cubriendo lo descrito en el artículo 1077 de 2015 y el municipio en su integridad territorial.

El municipio de Guadalupe se localiza en el sector centro sur del departamento de Santander en la provincia Comunera, sobre la Cordillera Oriental de Colombia, al norte

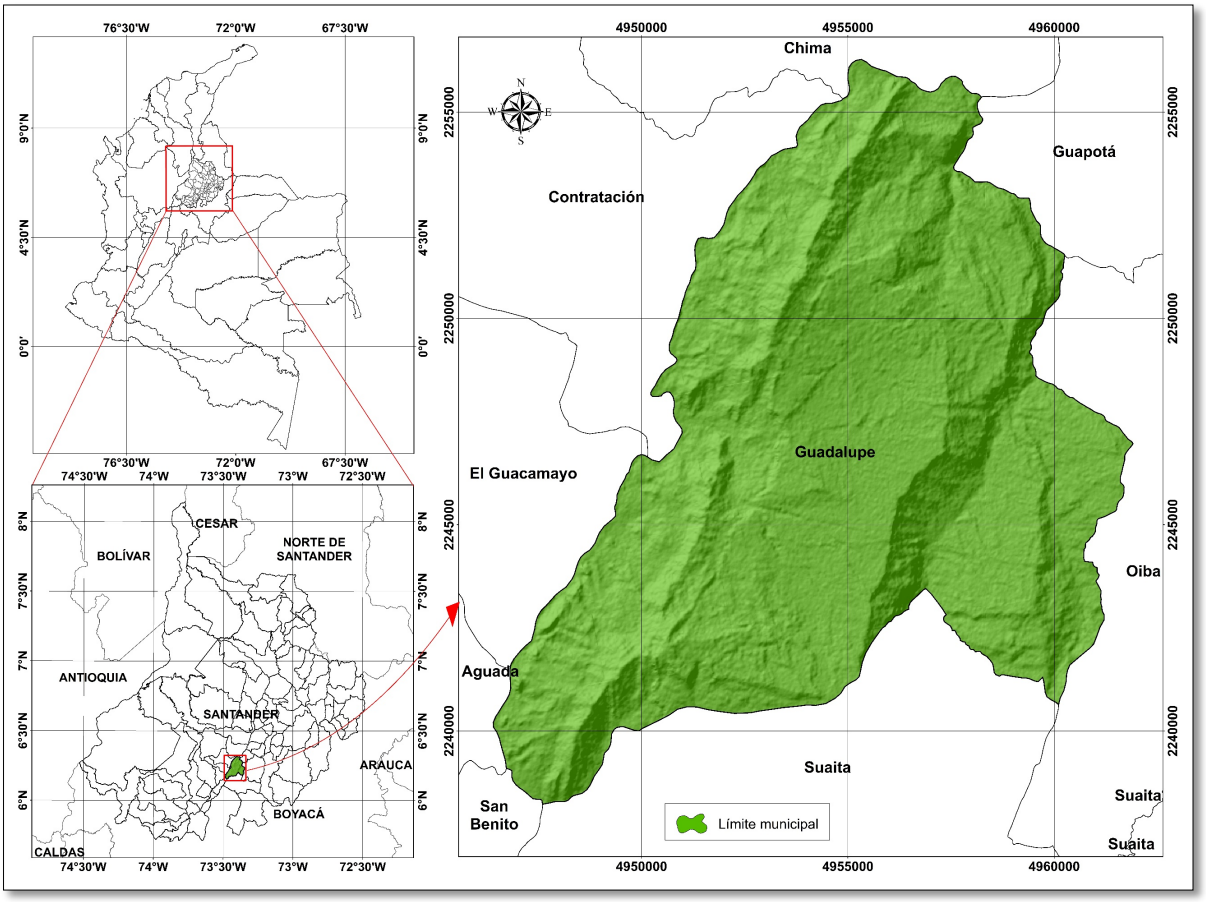
(N) limita con Guapota y Chima, al este (E) con Oiba, al sur con Suaita, San Benito y Aguada, finalmente al oeste (W) limita con Guacamayo y Contratación.

Su cartografía base se encuentra en las planchas 151IC, 151ID, 151IIIA y 151IIIB a escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), posee un área de 13702.73 ha y se localiza dentro de las siguientes coordenadas planas:

Norte: 2302074.37 metros	Sur: 2282734.76 metros
Este: 4983187.17 metros	Oeste: 4970547.48 metros

El sistema de referencia cartográfica utilizado para la presente revisión corresponde a MAGNAS-SIRGAS / Origen Nacional, CTM-12 (EPSG 9377).

Ilustración 105. Localización del municipio Guadalupe dentro de Colombia y del departamento de Santander



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

4.4.1.2 INSUMOS

Los siguientes insumos para la elaboración del estudio básico de amenaza por inundación se ajustan al requerimiento del Artículo **2.2.2.1.3.2.1.2.** del Decreto 1077 de 2015.

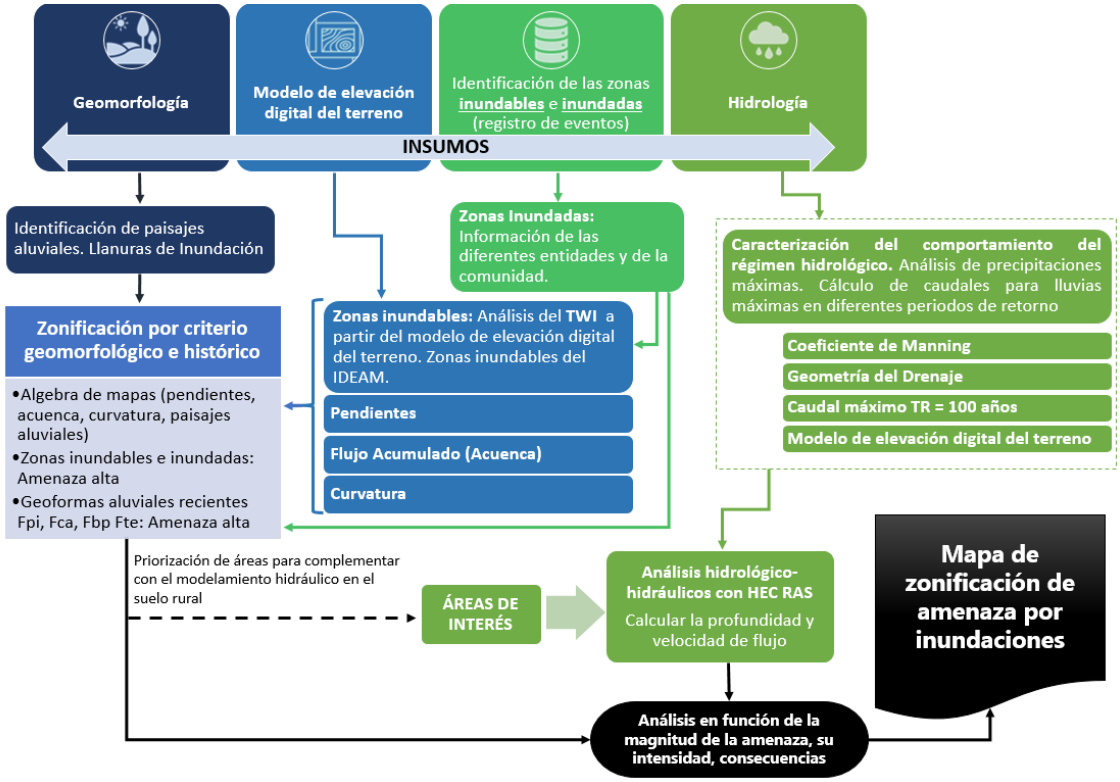
- **Geomorfología a nivel de subunidades geomorfológicas:** Identificación de las diferentes subunidades geomorfológicas asociadas a los paisajes aluviales, con especial énfasis en las geoformas correspondientes a la llanura de inundación.
- **Modelo de elevación digital del terreno**
- **Identificación de las zonas inundables e inundadas (registro de eventos):** A partir de información de las diferentes entidades a nivel nacional, regional o local, interrelacionada con la información de la comunidad identificar cuáles áreas han sufrido afectaciones por inundación y en qué fecha.
- **Hidrografía e hidrología del área municipal:** Caracterización del comportamiento del régimen hidrológico en la región a la cual pertenece el municipio mediante un análisis de los eventos hidroclimáticos máximos identificando para cuáles períodos de retorno se están presentando las afectaciones y las áreas afectadas para los mismos.

4.4.1.3 METODOLOGÍA Y DESARROLLO PARA CALCULAR LA AMENAZA POR INUNDACIÓN EN EL SUELO RURAL

Para calcular la amenaza por inundación en el suelo rural del municipio de Guadalupe se hizo uso de la metodología que se muestra en la **Ilustración 106**, la cual consta de dos partes.

- **PARTE 1- Mapa de zonificación por criterio geomorfológico e histórico.** Consiste en identificar las zonas más susceptibles para presentar amenazas por inundación.
- **PARTE 2- Mapa de zonificación por criterio hidráulico.** Aplicar un modelamiento hidráulico a las zonas de interés identificadas.

Ilustración 106. Metodología para calcular la amenaza por inundación a escala 1:25.000 según el Artículo 2.2.2.1.3.2.1.2 del Decreto 1077 del 2015



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

4.4.1.3.1 PARTE 1: MAPA DE ZONIFICACIÓN POR CRITERIO GEOMORFOLÓGICO E HISTÓRICO

Para el municipio de Guadalupe, la amenaza por Inundación se estima usando un análisis de **TIPO GEOMORFOLÓGICO E HISTÓRICO** determinando los siguientes insumos:

1. Subunidades geomorfológicas de ambiente fluvial
2. Índice topográfico de Humedad (TWI)
3. Identificación de las pendientes susceptibles a eventos de inundación
4. Curvatura
5. Acuenca (flujo acumulado)
6. Registro de eventos históricos asociados con inundación

4.4.1.3.2 PARTE 2: MAPA DE ZONIFICACIÓN POR CRITERIO HIDRÁULICO

La segunda parte de la metodología de zonificación por inundación se hace con base en un **CRITERIO POR MODELAMIENTO HIDRÁULICO** en el programa HEC-RAS[5], usando como insumos los caudales máximos para un período de retorno de 100 años, lo cual permite determinar la intensidad de la inundación en caso de que se presente.

4.4.1.3.3 DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LA AMENAZA POR INUNDACIÓN EN EL SUELO RURAL

Según los análisis realizados anteriormente se obtiene el **MAPA DE AMENAZA POR INUNDACIÓN** mediante la integración de los resultados obtenidos en:

1. Parte 1 - Mapa de zonificación por criterio geomorfológico e histórico
2. Parte 2 - Mapa de zonificación por criterio hidráulico

4.4.2 ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZA POR INUNDACIÓN EN EL SUELO URBANO DE LA CABECERA MUNICIPAL

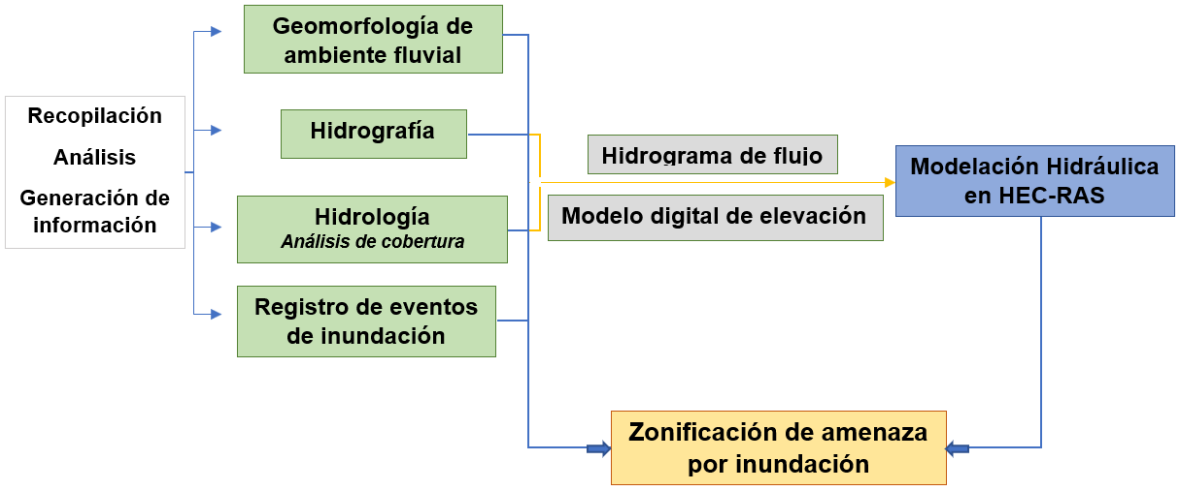
A continuación, se presentan los insumos considerados para evaluar la amenaza por inundación en el suelo urbano del municipio de Guadalupe (Santander), de conformidad con las especificaciones mínimas indicadas en el *artículo 2.2.2.1.3.2.1.2 del decreto 1077 de 2015:*

- **Geomorfología**, correspondiente a elementos geomorfológicos de ambiente fluvial, con especial énfasis en llanuras de inundación en caso de presentarse en el área de estudio.
- **Hidrografía,** para identificar y caracterizar los drenajes y áreas hidrográficas que influyen en el área de estudio.
- **Hidrología**, a partir de la cual se caracterice el comportamiento hidrológico de la zona en estudio, mediante la evaluación de eventos hidroclimáticos máximos, que permitan la identificación de periodos de retorno críticos en la ocurrencia de eventos asociados a inundación.
- **Coberturas de la tierra**, para analizar la de retención máxima de agua y consecuente potencial de escorrentía de las áreas hidrográficas con influencia en el área de estudio; además de establecer el grado de resistencia al movimiento del agua en la superficie (coeficiente de Manning).

[5] https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/

- **Registro de eventos históricos y recientes**, adquiridas durante trabajo de campo (participación comunal) como de fuentes secundarias que permitan identificar zonas inundadas e inundables.
- **Modelo digital de elevación del terreno (DEM):** Como principal insumo en la modelación hidráulica.

Ilustración 107. Esquema metodológico para la zonificación de amenaza por inundación



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

4.4.2.1 INSUMOS

Los siguientes insumos para la elaboración del estudio básico de amenaza por inundación se ajustan al requerimiento del Artículo **2.2.2.1.3.2.1.2.** del Decreto 1077 de 2015.

- **Geomorfología a nivel de subunidades geomorfológicas:** Identificación de las diferentes subunidades geomorfológicas asociadas a los paisajes aluviales, con especial énfasis en las geoformas correspondientes a la llanura de inundación.
- **Modelo de elevación digital del terreno**
- **Identificación de las zonas inundables e inundadas (registro de eventos):** A partir de información de las diferentes entidades a nivel nacional, regional o local, interrelacionada con la información de la comunidad identificar cuáles áreas han sufrido afectaciones por inundación y en qué fecha.
- **Hidrografía e hidrología del área municipal:** Caracterización del comportamiento del régimen hidrológico en la región a la cual pertenece el municipio mediante un análisis de los eventos hidroclimáticos máximos

identificando para cuáles períodos de retorno se están presentando las afectaciones y las áreas afectadas para los mismos.

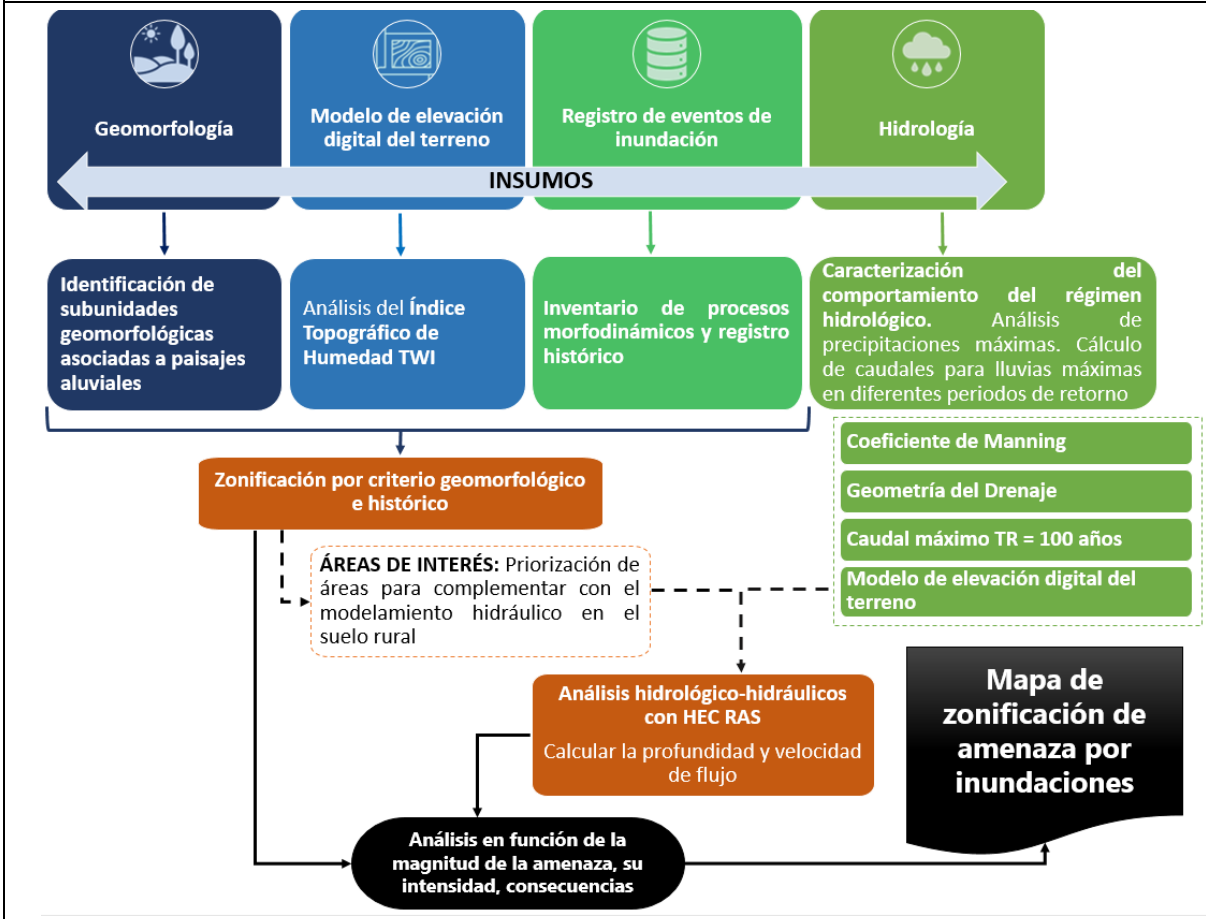
4.4.2.2 METODOLOGÍA Y DESARROLLO PARA CALCULAR LA AMENAZA POR INUNDACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO

La amenaza por inundación en el suelo urbano del municipio de Guadalupe se desarrolla a partir del análisis y superposición de información geomorfológica, histórica e hidráulica tal como se muestra en la Ilustración 108.

La metodología utilizada consta de dos partes:

- **PARTE 1- Mapa de zonificación por criterio geomorfológico e histórico.** Consiste en identificar las zonas más susceptibles para presentar amenazas por inundación.
- **PARTE 2- Mapa de zonificación por criterio hidráulico.** Aplicar un modelamiento hidráulico a las zonas de interés identificadas.

Ilustración 108. Metodología para calcular la amenaza por inundación a escala 1:5.000



Fuente: Equipo Técnico CORDEAM

4.4.2.2.1 ANÁLISIS PARTE 1: MAPA DE ZONIFICACIÓN POR CRITERIO GEOMORFOLÓGICO E HISTÓRICO

Para el análisis de **TIPO GEOMORFOLÓGICO E HISTÓRICO** se analizaron los siguientes insumos:

- Subunidades geomorfológicas de ambiente fluvial
- Índice topográfico de Humedad (TWI)
- Registro de eventos históricos asociados con inundación

4.4.2.2.2 ANÁLISIS PARTE 2: MAPA DE ZONIFICACIÓN POR CRITERIO HIDRÁULICO

La segunda parte de la metodología de zonificación por inundación se hace con base en un **CRITERIO POR MODELAMIENTO HIDRÁULICO** en el programa HEC-RAS[6], usando como insumos los caudales máximos para un período de retorno de 100 años, lo cual permite determinar la intensidad de la inundación en caso de que se presente.

La modelación proveerá la magnitud del evento en la zona inundable con características fundamentales tales como el nivel máximo alcanzado por la lámina de agua, velocidad máxima y profundidad máxima del flujo.

4.5 ESTUDIO BÁSICO DE AMENAZA POR AVENIDAS TORRENCIALES

El presente documento se elabora en cumplimiento de la Ley 1523 de 2012 y el Decreto 1077 de 2015, específicamente lo establecido en la Sección 3, Subsección 1, artículo 2.2.2.1.3.2.1.3 sobre los estudios básicos de amenaza por avenidas torrenciales.

De acuerdo con el Decreto 1077 de 2015, y en aras de dar cumplimiento a la Ley 1523 de 2012, el estudio básico de amenazas por avenidas torrenciales se enfocará en los cauces que representen una amenaza real sobre elementos expuestos vulnerables, evitando extender el análisis a la totalidad del territorio municipal sin un enfoque claro de las áreas relevantes.

Lo anterior, fundamentado en los artículos 2.2.2.1.3.2.1 y 2.2.2.1.3.2.1.3 del decreto 1077 de 2015, que establece realizar el análisis de información disponible y antecedentes de afectación en el municipio, por lo tanto, se priorizarán cauces con registros de afectación a elementos vulnerables.

Para determinar la necesidad de analizar avenidas torrenciales en áreas específicas, se deben verificar los siguientes requerimientos:

1. Cuencas de quebradas, ríos, o drenajes que por sus condiciones topográficas puedan tener un comportamiento torrencial.

2. Verificar que las zonas donde se encuentren o pretendan establecer viviendas, elementos del sistema vial, equipamientos de salud, educación, infraestructura de

[6] https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/

servicios públicos en suelo urbano, centro poblado urbano Guane y suelo rural estén expuestos a la ocurrencia de una avenida torrencial.

3. Realizar un análisis de la información disponible sobre las zonas que cuentan con registros históricos y evidencias geológicas y/o geomorfológicas. En este análisis se enfocará particularmente en los cauces que puedan generar impactos significativos sobre elementos vulnerables

Lo anterior teniendo como base el artículo 2.2.2.1.3.2.1 del decreto 1077 de 2015 el cual establece que se deben realizar los análisis de la información técnica disponible recopilando y analizando la información de estudios previos, bases de datos institucionales e información de redes de monitoreo de amenazas existentes. Específicamente, en el numeral 2.2 menciona: “2.2 Que la información técnica disponible corresponda al análisis de las áreas en las que se hayan evidenciado afectaciones en el municipio o distrito”.

4.5.1 LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO OBJETO DE ESTUDIO

De acuerdo con el artículo ARTICULO 2.2.2.1.3.2.1.1 (DECRETO 1077 DE 2015), numeral 1, el área de estudio para la amenaza por movimientos en masa se describe de acuerdo a lo siguiente: *“Se adelantará este tipo de estudios en todas las zonas de relieve escarpado, montañoso y ondulado, con pendientes iguales o superiores a 5 grados más los taludes marginales de cauces, así como las zonas planas que puedan recibir los efectos de los movimientos en masa”.*

En el municipio de Guadalupe se realizó el análisis de la amenaza por movimientos en masa en las áreas de estudio descritas en el decreto 1077, no obstante, con el fin de lograr una visión completa de todo el territorio municipal, este análisis se extendió cubriendo la totalidad del área que comprende el municipio de Guadalupe, es decir, cubriendo lo descrito en el artículo 1077 de 2015 y el municipio en su integridad territorial.

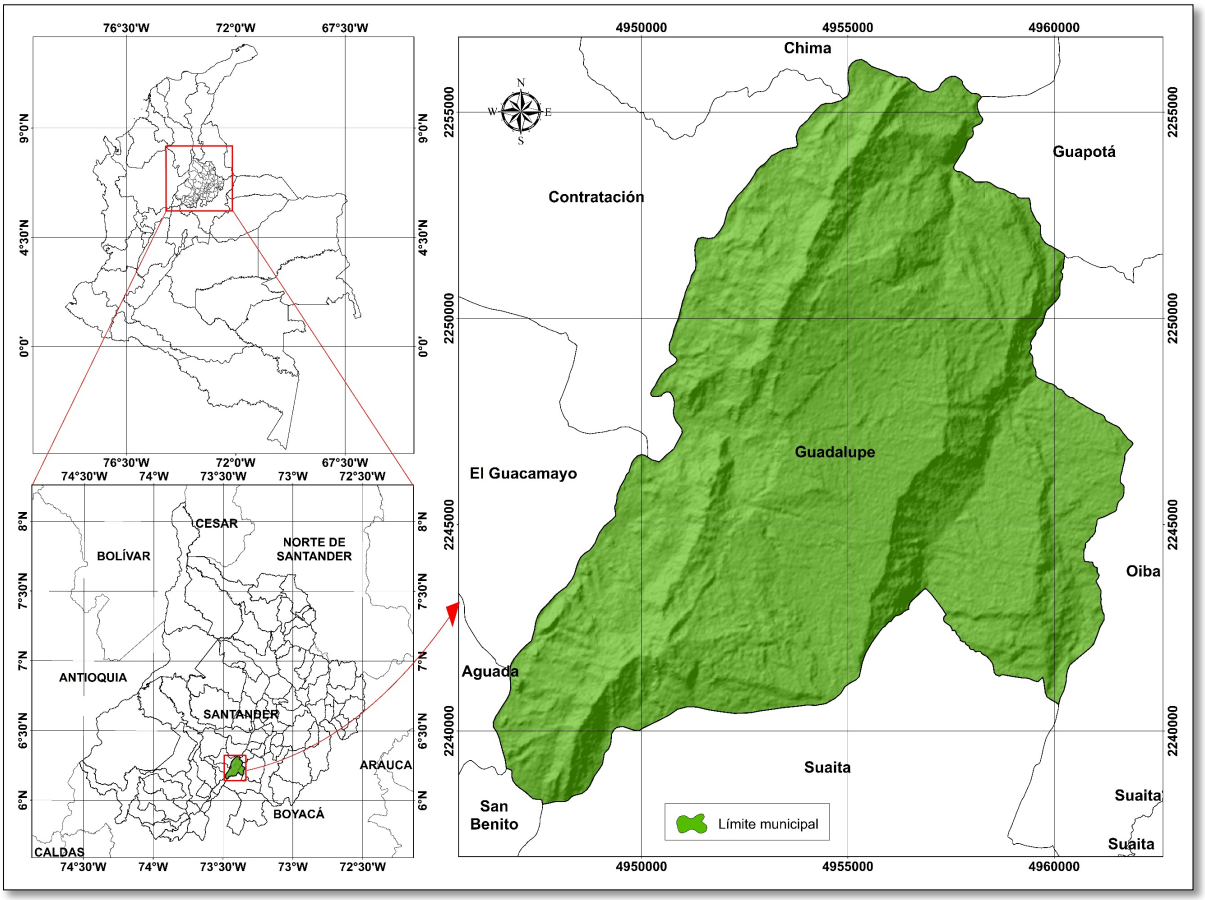
El municipio de Guadalupe se localiza en el sector centro sur del departamento de Santander en la provincia Comunera, sobre la Cordillera Oriental de Colombia, al norte (N) limita con Guapota y Chima, al este (E) con Oiba, al sur con Suaita, San Benito y Aguada, finalmente al oeste (W) limita con Guacamayo y Contratación.

Su cartografía base se encuentra en las planchas 151IC, 151ID, 151IIIA y 151IIIB a escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), posee un área de 13702.73 ha y se localiza dentro de las siguientes coordenadas planas:

Norte: 2302074.37 metros Sur: 2282734.76 metros
Este: 4983187.17 metros Oeste: 4970547.48 metros

El sistema de referencia cartográfica utilizado para la presente revisión corresponde a MAGNAS-SIRGAS / Origen Nacional, CTM-12 (EPSG 9377).

Ilustración 109. Localización del municipio Guadalupe dentro de Colombia y del departamento de Santander



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

4.5.2 ANÁLISIS DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE LAS ÁREAS HIDROGRÁFICAS CON INFLUENCIA EN EL MUNICIPIO

El análisis de la amenaza por avenida torrencial se realizará en conjunto para todo el territorio municipal de Guadalupe; es decir, no se diferenciará entre suelo urbano y suelo rural, dada la importancia inicial de reconocer a escala 1:25.000 las áreas hidrográficas susceptibles de presentar este tipo de amenaza y subunidades geomorfológicas indicativas de procesos torrenciales, a partir de dicho análisis preliminar se busca

identificar zonas que cumplan con la especificación indicada del área de estudio para este tipo de amenaza en el decreto 1077 de 2015, áreas en las cuales posteriormente se evaluará la amenaza a escala 1:2000 siempre y cuando existan elementos expuestos y/o antecedentes de afectación en la población e infraestructura.

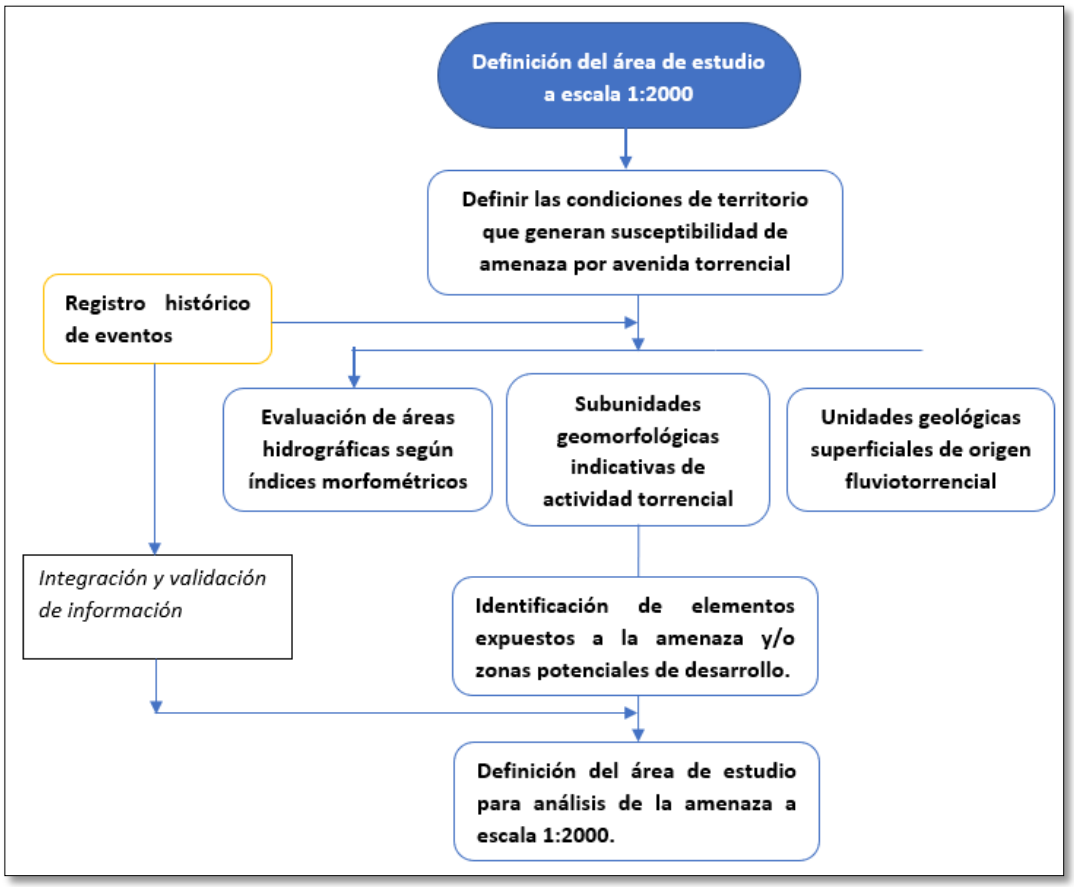
4.5.3 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE AVENIDAS TORRENCIALES

El Decreto 1077 de 2015 establece en su artículo 2.2.2.1.3.2.1.3 los lineamientos generales para elaborar los estudios básicos de amenaza por avenidas torrenciales, definiendo el área de estudio, los insumos mínimos requeridos, el alcance y los productos esperados.

Sin embargo, el decreto no define de forma precisa una metodología o proceso obligatorio que se deba implementar para el desarrollo de dichos estudios, incluso, en el numeral 3 del artículo 2.2.2.1.3.2.1.3 se indica que los análisis se deben realizar considerando la magnitud, intensidad, consecuencias y disponibilidad de información en cada caso particular.

En consecuencia con lo anteriormente indicado, en el presente estudio básico de amenaza se implementa parte de los análisis planteados en la guía metodológica del Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2021) en relación con la información disponible del municipio, la información recopilada en trabajo de campo e información generada en trabajo de oficina, esto con el objetivo de dar cumplimiento a los requerimientos del decreto 1077 de 2015 para la amenaza por avenida torrencial; en ese sentido, se realiza una integración del análisis por índices morfométricos de las áreas hidrográficas, delimitación de subunidades geomorfológicas indicativas de procesos torrenciales, identificación de zonas con afectación por la amenaza (registro histórico). En los sectores en los cuales se reconozcan elementos expuestos o se pretendan establecer viviendas, elementos del sistema vial, equipamientos de salud, educación, infraestructura de servicios públicos, en suelo urbano, así como centros poblados y suelos suburbanos en suelo rural, se realizará un modelamiento hidráulico a escala 1:2000, dando así cumplimiento a los requisitos establecidos por el decreto 1807 de 2014 que da como escala de trabajo mínima 1:2000.

Ilustración 110. Metodología para la definición del área de estudio



Fuente: Equipo técnico CORDEAM

4.6 AMENAZA POR INCENDIOS FORESTALES

La amenaza por incendios forestales adquiere una relevancia creciente en el contexto de la variabilidad y el cambio climático, así como por la influencia de fenómenos como El Niño, que incrementan la probabilidad de ocurrencia y recurrencia de estos eventos; en este sentido, resulta fundamental delimitar las áreas con mayor nivel de amenaza, con el fin de establecer medidas preventivas y programas de gestión que permitan reducir la ocurrencia y el impacto de los incendios en el municipio.

Para la zonificación y delimitación de estas áreas se toma como referencia el Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal, elaborado por el IDEAM (2011) para escala 1:100.000. Este procedimiento se adapta a una escala de 1:25.000, incorporando los ajustes metodológicos necesarios para aumentar el nivel de detalle y precisión acorde con los requerimientos del análisis municipal.

4.6.1 METODOLOGÍA Y DESARROLLO

De acuerdo con el IDEAM la amenaza por incendios forestales de una cobertura debe considerar los siguientes factores:

- Susceptibilidad de la cobertura vegetal a los incendios (SV)
- Factores climáticos: Precipitación media anual (P), temperatura media anual (T)
- Relieve: Pendiente media (PE)
- Factor histórico: frecuencia de incendio (FREQ)
- Accesibilidad al municipio (ACC)

$$AMIncendios = 0.17 * SV + 0.25 * P + 0.25 * T + 0.03 * PE + 0.05 * FREQ + 0.03 * ACC$$

En consecuencia, los insumos cartográficos son: Mapa base (límites administrativos, centros poblados, hidrografía, curvas de nivel y vías), mapa de coberturas de la tierra de acuerdo con la leyenda Corine Land Cover, mapa de precipitación media anual, mapa de temperatura media anual, mapa histórico de incendios forestales, mapa de pendientes y mapa vial.

5 ACTIVIDADES GEOTÉCNICAS DESARROLLADAS

La exploración geotécnica se realiza con el fin de determinar la calidad de los materiales existentes en el área de estudio y la zonificación geotécnica, a continuación, se presenta la descripción de la exploración geotécnica que se ejecutó:

5.1 APIQUES O TRINCHERAS EJECUTADOS

Se realizaron un total de 15 apiques manuales en el área de influencia del suelo urbano del municipio de Guadalupe, los estudios alcanzaron profundidades máximas de 1,5 metros o inferiores en aquellos apiques en los que se impedía continuar por presencia de material rocoso. En las siguientes tablas se presenta la georreferenciación de los apiques y su registro fotográfico:

Tabla 45. Georreferenciación y registro fotográfico de los apiques en la cabecera municipal

N°	Georreferenciación		REGISTRO FOTOGRÁFICO	PERFIL
	N	E		

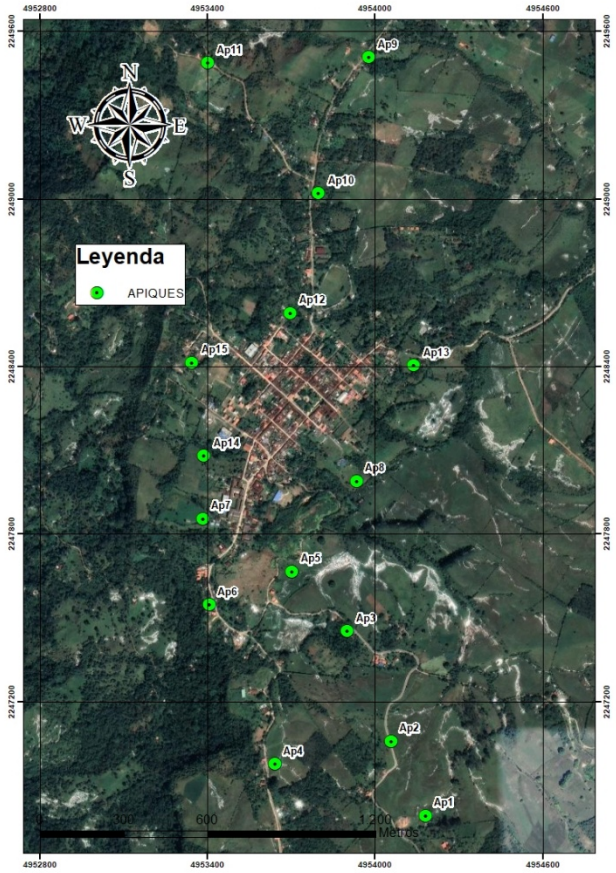
AP-1	2246791	4954181		
AP-2	2247058	4954058		
AP-3	2247453	4953901		
AP-4	2246975	4953641		
AP-5	2247667	4953703		

AP-6	2247547	4953407		
AP-7	2247856	4953383		
AP-8	2247990	4953934		
AP-9	2249509	4953980		
AP-10	2249021	4953798		

AP-11	2249490	4953402		
AP-12	2248593	4953696		
AP-13	2248404	4954139		
AP-14	2248080	4953388		
AP-15	2248414	4953345		

Fuente: Equipo Técnico CORDEAM

Ilustración 111. Ubicación de los apiques



Fuente: Equipo Técnico CORDEAM

VER CARTOGRAFÍA: MAPA 6 – LOCALIZACION APIQUES

5.2 AVANCE LÍNEAS DE REFRACCIÓN SÍSMICA

La exploración geofísica con el método de refracción sísmica permite determinar propiedades del terreno mediante la estimación de las velocidades de propagación de las ondas P para estimar el tipo de material, ya sea roca o suelo, y su grado de competencia.

El método consiste en construir un tendido en línea recta con geófonos separados a distancias conocidas que miden los tiempos de llegada de las ondas sísmicas generadas por una fuente artificial (martillo o explosivos). El análisis de los datos permite calcular las velocidades de propagación de la onda P y asociarlas con unidades geológicas.

5.2.1 EQUIPO DE REFRACCIÓN SÍSMICA

La exploración geofísica se realizó con 24 geófonos de 4.5 Hz, un martillo de 22 libras, una placa metálica para inducir vibraciones en el terreno, un computador portátil con programa especializado SEISMIDAQ para la adquisición de los datos y un sismógrafo tipo SEISMEX24A que tiene 24 canales, rango dinámico de 110 dB, intervalo de muestreo de 5, 4, 2.5, 2, 1,25 (ms), longitud de registro de 2, 1, 0.5, 0.3, 0.2 (s), una fuente de alimentación USB, una consola principal con cuatro conectores externos tipo Amphenol para conectar los geófonos y un cable trigger de 100 m. El equipo se muestra en la siguiente Ilustración:

Ilustración 112. Equipo de Refracción Sísmica



Fuente: Equipo Técnico CORDEAM

5.2.2 NORMATIVIDAD

El ensayo geofísico con el método de refracción sísmica fue llevado a cabo siguiendo la norma ASTM D5777 – 18 sobre la guía de uso del método de refracción sísmica para la investigación del subsuelo donde se especifican los procedimientos y el equipo a usar

en campo para que posteriormente se determine la profundidad, el espesor y velocidad de las ondas sísmicas del subsuelo.

5.2.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS LINEAS REALIZADAS A LA FECHA

Ilustración 113. Registro fotográfico línea sísmica 1



Fuente: Equipo Técnico CORDEAM

Ilustración 114. Registro fotográfico línea sísmica 2






Fuente: Equipo Técnico CORDEAM

Ilustración 115. Registro fotográfico línea sísmica 3






Fuente: Equipo Técnico CORDEAM

6 CARTOGRAFÍA

En el marco del Contrato de Consultoría MG-CM-001-2026, cuyo objeto corresponde a la "Actualización del Estudio Básico de Amenazas de acuerdo con el Decreto 1077 de 2015, en el municipio de Guadalupe – Santander", la cartografía constituye un insumo

técnico fundamental para el desarrollo de los análisis requeridos en la incorporación de la gestión del riesgo dentro del ordenamiento territorial.

De conformidad con el alcance del contrato, la información cartográfica soporta la delimitación, zonificación y análisis de las amenazas por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales, así como los demás componentes técnicos asociados al estudio, en cumplimiento de lo establecido en el Decreto 1077 de 2015.

En este sentido, la cartografía desarrollada permite representar espacialmente las condiciones físicas del territorio, facilitando la identificación de áreas con condición de amenaza y riesgo, y sirviendo como base para la formulación de medidas de intervención y lineamientos de ocupación del suelo.

La cartografía elaborada se entrega en dos formatos complementarios:

- ✓ **Formato digital geográfico (Shapefile – .shp):** permite su uso en plataformas SIG, facilitando el análisis espacial, la superposición de capas, consultas de atributos y generación de nueva información.

- ✓ **Formato de presentación (PDF):** corresponde a la representación cartográfica final para visualización, revisión institucional y soporte documental del estudio.

Planos entregados: En este primer avance se incluyen las siguientes capas temáticas:

01_Base_Rural
Contiene la cartografía base del área rural, incluyendo elementos de referencia como límites administrativos, red hídrica, vías y demás componentes necesarios para la georreferenciación de la información temática.

02_Geologia_rural
Representa las unidades geológicas presentes en el territorio rural, identificando tipos de roca, estructuras geológicas y condiciones que inciden en la estabilidad del suelo y el comportamiento del terreno.

03_Pendientes_rural
Muestra la clasificación de pendientes del terreno, elaborada a partir de modelos digitales de elevación, permitiendo identificar zonas con restricciones para uso del suelo, procesos constructivos y susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa.

04_Puntos_Morfodinamicos

Localiza puntos de interés asociados a procesos morfodinámicos, tales como movimientos en masa, erosión, socavación u otras dinámicas geomorfológicas relevantes para el análisis de amenazas.

05_Geomorfologia_Subunidades

Presenta la zonificación geomorfológica del territorio a nivel de subunidades, permitiendo interpretar la forma del relieve, su origen y evolución, como base para la identificación de áreas homogéneas desde el punto de vista físico.

06_Localizacion_Apiques

Identifica la ubicación de apiques realizados en campo, los cuales constituyen puntos de verificación directa de las condiciones del suelo y sirven como insumo para la validación de la información geológica y geomorfológica.

La cartografía ha sido elaborada bajo criterios de consistencia espacial, empleando sistemas de referencia oficiales y garantizando la correspondencia entre la información gráfica y las bases de datos asociadas. Cada capa cuenta con su respectiva tabla de atributos, donde se describen las variables relevantes para su interpretación.

VER ANEXO 3. CARTOGRAFÍA

7 BIBLIOGRAFÍA

AINGCO S.A.S Constructores. (2015). *Estudios Básicos de Amenazas Naturales, Vulnerabilidad Relativa y Riesgos Indicativo y Planeamiento de las Medidas Específicas para la Mitigación del Riesgo, en el Área Urbana y de Expansión Urbana y el Área Rural Aledaña Afectada por Fenómenos de Remoci.*

Bomberos Barichara. (2025). *Fuerte tormenta en el municipio de Barichara.* https://www.facebook.com/story.php?story_fbid=2023058554861926&id=100014734028895.

Carvajal, J. (2012). *Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia.* Bogotá: Servicio Geológico Colombiano. Coleccion Guías y Manuales.

Chien, Y., & Yu, F.-C. (2011). Morphometric analysis of debris flows and their source areas using GIS. *Geomorphology*, 129 (3-4), 387 - 397. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.03.002.

Chow, V. T., Maidment, R. D., & Mays, L. (1994). *Hidrología Aplicada.*

CMGRD. (2012). *Plan municipal de gestión del riesgo de desastres, Municipio de Barichara.*

CMGRD. (2020-2025). Actas Consejo Municipal de gestión de riesgo y desastres. Barichara Santander.

Contrato de Consultoría N.º MG-CMA-002-2017. (2017). *Consultoría para la Revisión, Evaluación y Ajuste General al Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Guadalupe – Santander.*

Corominas, J. (2013). *Avoidance and protection measures.*

De Scally, F., Owens, I., & Louis, J. (2010). Controls on fan depositional processes in the schist ranges of the Southern Alps, New Zealand, and implications for debris-flow hazard assessment. *Geomorphology*, 122 (1-2), 99-116. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.06.002.

EOT. (2003). *Esquema de Ordenamiento Territorial de Barichara 2003-2009.* Barichara.

Hermelín, M. (1985). Suelos, rocas y formaciones superficiales. *DYNA*, (106), 25-29. https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/113217.

IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000.* Bogotá, D. C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

IDEAM. (2013). *Lineamientos conceptuales y metodológicos para la evaluacion regional del agua.* Bogotá, D.C.

INGEOMINAS. (2001). *Proyecto: Compilación y levantamiento de información geomecánica A01G05. Volumen 2. Propuesta metodológica para el desarrollo de la cartografía geomorfológica para zonificación geomecánica.* Bogotá: Instituto Colombiano de Geológia y Mineria.

INGEOMINAS. (2004). *Proyecto Compilación y Levantamiento de la Información Geomecánica: Propuesta Metodológica para el Desarrollo de la Cartografía Geológica para Ingeniería - Volúmen II.* Bogotá: Instituto Colombiano de Geológia y Mineria.

INIGEMM. (2013). *Memoria Técnica Ensayos Metodológicos para la Zonificación de la Susceptibilidad /Amenaza por Movimientos en Masa, Zona de Zaruma-Paccha, Proyecto "Zonificación de Susceptibilidad y Peligros/Amenazas por procesos de Movimientos en Masa, Escala 1:50.000.* Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico.

Khan, M., Haneef, M., Kahn, A., & Tahirkheli, T. (2013). Debris-flow hazards on tributary junction fans, Chitral, Hindu Kush Range, northern Pakistan. *Journal of Asian Earth Science*, 62, 720-733. https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2012.11.025.

McGuffey, V. C., Modeer, V. A., & Turner, A. K. (1996). "Surface exploration". Landslides investigation and mitigation. *Special report 247. Transportation Research Board*, 231-277.

MINVIVIENDA. (2015). *Decreto 1077 de 2015, Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector.*

Minvivienda. (2022). *Orientaciones técnicas para incorporación de la gestión de riesgo de desastres en la planificación del ordenamiento territorial - Decreto 1077 de 2015.* https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/orientaciones-tecnica-pra-incorporacion-de-la-gestion-de-riesgo-de-desatres-en-la-planificacion-del-ordenamiento-territorial_mvct_2022.pdf.

Mora, S., & Vahrson, W.-G. (1992). Determinación "A Priori" de la amenaza de deslizamiento, utilizando indicadores morfodinámicos. *1er Simposio internacional sobre sensores reomotos y sistemas de información geográfica (SIG) para el estudio de riesgos ambientales*, 259-272.

Perico, N. (2017). *Caracterización del escenario de riesgo por movimientos en masa en Bogotá. Concepto de revisión de susceptibilidad a movimientos en masa por métodos estadisiticos para Bogotá.* Bogotá, Colombia: IDIGER.

PMGRD. (2012). *Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres del Municipio de Barichara.*

POMCA. (2018). *Actualización del plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del Río Medio y Bajo Suarez. Fase Diagnostico.*

Ramos Cañón, A. M., Reyes Merchán, A., Munévar Peña, M., Ruiz Peña, G., Machuca Castellanos, S., Rangel Flórez, M., . . . Pérez Moreno, M. (2021). *Guía metodológica para zonificación de amenaza por avenidas torrenciales.* Bogotá, Colombia: Servicio Geológico Colombiano y Pontificia Universidad Javeriana. https://doi.org/10.32685/9789585313156.

Reyes, A. R. (2022). *Zonificación de amenaza por avenidas torrenciales a escala 1:2.000 en la cuenca del Río Frío, Floridablanca – Santander.* Floridablanca.

Rivas, M., Ovalles de Cabezas, Y., Soto, A. C., Ramirez, G., Ripanti, F., & León González, J. (2009). Determinación de niveles de potencialidad torrencial de la cuenca del río Mocotíes, Mérida, Venezuela. *Revista Forestal Venezolana*, 33-41.

Rojas Parra, N. R., & Gómez Isidro, S. (2007). *Proyecto de investigación geológica e hidrogeológica en la region central del departamento de Santander. Acuerdo especifico 002/05 Memoria explicativa de la investigación geológica e hidrogeológica en la zona guanentina Tomo II.* Bucaramanga: Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGENOMINAS).

Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process.* New York: McGraw-Hill International Book.

Sáenz Monsalve, G. (1999). *Hidrología en la ingeniería.* Bogotá D.C: Esuela Colombiana de Ingeniería.

Santacana, N. (2001). *Analisis de la susceptibilidad del terreno a la formación de deslizamientos superficiales y grandes deslizamientos mediante el uso de sistemas de información geográfica". Aplicación a la cuenca alta del río Llobregat. alta.*

Sepúlveda, S. A. (1998). *Metodología para evaluar el peligro de flujos de detritos en ambientes montañosos. Aplicación en la quebrada Lo Cañas, Región Metropolitana. Memoria para optar al Título de Geólogo.* Departamento de Geología, Universidad de Chile.

SGC. (2012). *Propuesta Metodológica Sistemática para la Generación de Mapas Geomorfológicos Analíticos Aplicados a la Zonificación de Amenazas por Movimientos en Masa, Escala 1:100.000.* Bogotá: Servicio Geológico Colombiano, Subdirección de Amenazas Geológicas y Entorno Ambiental.

SGC. (2013). *Documento metodológico de la zonificación de susceptibilidad y amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000.* Bogotá D.C: Servicio Geológico Colombiano, Subdirección de amenazas geológicas y entorno ambiental.

SGC. (2017). Guía Metodológica para la Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa Escala 1: 25.000. Bogota, D. C., Colombia.

SGC. (2020). *Modelo Nacional de Amenaza Sísmica para Colombia.*

SGC. (n.d.). *SIMMA - Sistema de Información de Movimientos en Masa*. Retrieved from Servicio Geológico Colombiano, https://simma.sgc.gov.co/#/

SGC-UNAL. (2016). *Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa.*

Suarez, J. (2009). *Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico.*

Suárez, J. (2009). *Deslizamientos.Tomo I: Análisis Geotécnico.* Universidad Industrial de Santander.

Suzen, M. L., & Doyuran, V. (2004). Data driven bivariate landslide susceptibility assessment using geographical information systems: a method and application to Asarsuyu catchment, Turkey. *Engineering Geology*, 303-321.

Van Zuidam, R. A. (1986). Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping. *The Hague: Smiths Publishers.*

Wilford, D., Sakals, M. E., Innes, J., Sidle, R., & Bergerud, W. A. (2004). Recognition of debris flow, debris flood and flood hazard through watershed morphometrics. *Landslides 1 (1)*, 61-66. https://doi.org/10.1007/s10346-003-0002-0.

8 ANEXOS

8.1 ANEXO 1. SOPORTES SOLICITUD DE INFORMACIÓN Y RESPUESTAS

8.2 ANEXO 2. TALLERES HISTORICO AMENAZAS

8.3 ANEXO 3. CARTOGRAFÍA