

Diagnóstico para la identificación de zonas de susceptibilidad por fenómenos de remoción en masa en el Municipio de Herrán - Departamento Norte de Santander

Christian Andrés Hernández Díaz
Cristian Alexis Parra Rivera

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
ESPECIALIZACIÓN EN ORDENAMIENTO Y GESTIÓN INTEGRAL DE
CUENCAS HIDROGRAFICAS

BOGOTÁ 2019

Diagnóstico para la identificación de zonas de susceptibilidad por fenómenos de remoción en masa en el Municipio de Herrán - Departamento Norte de Santander

Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Gestión Integral y Ordenamiento De Cuencas Hidrográficas

Christian Andrés Hernández Díaz
Cristian Alexis Parra Rivera

DIRECTOR
SONIA YAMILE RODRIGUEZ MURCIA
M.Sc.Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
ESPECIALIZACIÓN EN ORDENAMIENTO Y GESTIÓN INTEGRAL DE
CUENCAS HIDROGRAFICAS

BOGOTA 2019

NOTA DE APROBACIÓN

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Junio de 2019

AGRADECIMIENTOS

A la docente Sonia Rodríguez por su apoyo en el proceso de elaboración del documento de trabajo de grado.

A nuestros compañeros de especialización que hicieron mucho más ameno el proceso formativo

Al funcionario de CORPONOR Ignacio Oyola que nos facilitaron información que sirvió de insumo para la elaboración de la propuesta.

RAE

De acuerdo con Obando (2012), *“La zonificación de amenaza por fenómenos de remoción en masa se considera importante por su aporte en la formulación de proyectos y programas relacionados con la gestión integral del riesgo dentro de la planificación del desarrollo sectorial”*. Es así como se plantea el presente trabajo que logra identificar zonas susceptibles a fenómenos de remoción en masa en el municipio de Herrán, Norte de Santander mediante el análisis de parámetros geomorfológicos, geológicos y de coberturas.

Para la elaboración de mapas e identificación de zonas susceptibles a fenómenos de remoción en masa se tuvo en cuenta revisión bibliográfica del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del Municipio de Herrán, estudios de riesgo realizados por la Corporación autónoma regional de la Frontera Nororiental, cartografía base suministrada por el Instituto geográfico Agustín Codazzi y bibliografía relacionada con la problemática.

Dentro de las conclusiones del trabajo se establece que la mayor parte del municipio de Herrán se caracteriza por un moderado y mediano nivel de inestabilidad. La zona más propensa a deslizamientos es un ecosistema caracterizado por fuertes pendientes, composición de suelos inestables, y está expuesta a procesos de erosión estrictamente relacionados con las actividades humanas.

Finalmente, cabe resaltar que el trabajo de grado es un insumo para las instituciones y la alcaldía local debido a que posibilita conocer el estado de riesgo por remoción en masa y permitirá tomar decisiones que propendan el bienestar de la población acentuada en el Municipio de Herrán.

CONTENIDO

1. Introducción.....	8
2. Planteamiento del problema.....	9
3. Objetivos.....	10
3.1 General.....	10
3.2 Específicos.....	10
4. Justificación.....	11
5. Antecedentes.....	12
6. Marco teórico.....	14
6.1 Calentamiento global.....	14
6.2 Gestión del riesgo.....	16
6.3 Zonificación de amenazas y riesgos por fenómenos de remoción en masa.....	18
7. Metodología.....	21
7.1 Área de estudio.....	21
7.2 Cuencas hidrográficas.....	24
7.3 Metodología de análisis documental.....	26
8. Resultados y análisis.....	26
8.1 Geología.....	27
8.2 Litología.....	27
8.3 Pendientes.....	33
8.4 Cobertura.....	35
8.5 Pluviosidad.....	37
8.6 Geomorfología.....	39
8.7 Mapa Susceptibilidad	43
9. Conclusiones.....	44
10. Bibliografía.....	47

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Esquema localización del Municipio de Herrán.....	21
Imagen 2. División político-administrativa del Municipio de Herrán.....	22
Imagen 3. Fotografía panorámica del Municipio de Herrán.	22
Imagen 4. Mapa de Subcuencas Hidrográficas	24
Imagen 5. Mapa de Microcuencas Hidrográficas.....	25
Imagen 6. Mapa de geología del Municipio de Herrán, Norte de Santander.....	32
Imagen 7. Mapa de pendientes del Municipio de Herrán, Norte de Santander.	34
Imagen 8. Mapa de cobertura del Municipio de Herrán, Norte de Santander.....	36
Imagen 9. Mapa de pluviosidad del Municipio de Herrán, Norte de Santander.....	38
Imagen 10. Mapa de geomorfología del Municipio de Herrán, Norte de Santander.....	42
Imagen 11. Mapa de zonas de susceptibilidad por fenómenos de remoción de masa del Municipio de Herrán, Norte de Santander.....	43

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Unidades litológicas del Municipio de Herrán.....	30
Tabla 2. Clasificación de pendientes del Municipio de Herrán.	33
Tabla 3. Unidades de cobertura del Municipio de Herrán.	35
Tabla 4. Clasificación de la pluviosidad media anual del Municipio de Herrán.....	37
Tabla 5. Unidades geomorfológicas del Municipio de Herrán.....	40

1. INTRODUCCIÓN

En Colombia, la institucionalidad de la gestión del riesgo está conformada por un régimen normativo que coordina las relaciones entre el conjunto de entidades públicas, privadas y de la sociedad civil. De esta manera, el Estado tiene un papel de regulador de riesgos, (Revéiz, 2013 citado en Calderón & Frey, 2016), esto por medio de la elaboración de instrumentos que permitan delegar funciones bajo un esquema de organización en los distintos ámbitos sectoriales y territoriales. En el ámbito territorial, la institucionalidad para la gestión del riesgo se sustenta en los procesos, las estrategias y los proyectos específicos de corto, mediano y largo plazo realizados por los Departamentos, Municipios y Regiones del país, los proyectos deben promover el conocimiento del riesgo, reducción de este y manejo del desastre. Esto se desarrolla bajo una estructura organizativa, unos instrumentos de planificación, unos sistemas de información y unos mecanismos de financiación (Calderón & Frey, 2016).

De acuerdo con Pabón (2003), Es conveniente llamar la atención acerca de la posible magnitud del efecto del cambio climático en Colombia y de los potenciales impactos con el fin de que se lleven a cabo investigaciones más detalladas sobre los escenarios más probables y sus impactos, a fin de sustentar mejor la planificación de largo plazo que servirá de medida de adaptación a dichos cambios. Por tal razón, en este trabajo de grado se realiza un diagnóstico de las áreas susceptibles a fenómenos de remoción en masa en el Municipio de Herrán, Norte de Santander a partir del reconocimiento, evaluación y análisis del estado biofísico actual del Municipio. La propuesta que se desarrolló busca ser insumo para la formulación de proyectos de gestión del riesgo en el Municipio en los cuales, las acciones que allí sean planteadas permitan maximizar la capacidad de respuesta de las entidades territoriales, mejorar la gestión del riesgo y enfrentar de manera directa los efectos del cambio climático (Lampis, 2013).

En el estudio se tuvo en cuenta revisión bibliográfica relacionada con la geomorfología tomada del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del Municipio de Herrán, estudio de riesgo realizados por la Corporación específicamente por la oficina de recursos naturales y bibliografía consultada con la problemática y a partir de esta información se construyeron los mapas de Análisis de susceptibilidad Geológica, Análisis de unidades geomorfológicas, valoración de coberturas para obtener como resultado la zonificación de las zonas susceptibles a fenómenos de remoción en masa.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia, la falta de conocimiento y tecnologías que ayuden a comprender el comportamiento del clima ha traído como consecuencia efectos adversos relacionados con el cambio climático ocasionando así un aumento de los riesgos a los cuales están expuestas las poblaciones humanas, como lo plantea Costa (2017), *Desde hace varios años, hay prácticamente un consenso científico universal sobre el hecho de que el cambio climático es una realidad y que su causa es la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), como resultado de la actividad humana. Hoy en día, es un fenómeno plenamente aceptado por científicos y políticos el cual es imposible de detener antes.*

De acuerdo con lo anterior, es posible afirmar que un país como Colombia, que tiene poco control sobre las causas del fenómeno, debe dedicarle gran esfuerzo a prepararse para sus impactos, es decir, necesita generar propuestas que permitan anticiparse ante eventuales fenómenos de carácter biofísico tales como inundaciones, las sequías, los derrumbes, los desbordamientos, las avalanchas, los incendios forestales, remoción en masa entre otros, que muestran la vulnerabilidad que tienen las comunidades ante esta problemática y la poca o nula capacidad de respuesta por parte de las autoridades locales y regionales para alertar con antelación a la población sobre un posible suceso climático extremo. El cambio climático es una realidad actual y sus consecuencias podrían implicar mayor aumento en el nivel del mar, derretimiento acelerado de los nevados y glaciares, riesgos por eventos de remoción en masa, reducción en la productividad agropecuaria y la potencial mayor incidencia de fenómenos climáticos extremos. Igualmente, este aumento en la temperatura sumado a los cambios en el uso del suelo puede incrementar los procesos de desertificación, disminución de la productividad de los suelos agrícolas y la pérdida de fuentes y cursos de agua. (IDEAM, 2015)

Es importante señalar que uno de estos efectos colaterales son los fenómenos de remoción en masa ocurren generalmente a lo largo de las superficies de falla por mecanismos de caída libre, movimientos en masa, erosión o flujos, en estos movimientos algunos segmentos del talud o ladera pueden moverse hacia abajo mientras otros se mueven hacia arriba. Los fenómenos de inestabilidad incluyen, generalmente, una combinación de procesos erosionales y denudacionales interrelacionados entre sí y a menudo mezclados (Suarez, 1998).

Los eventos anteriormente mencionados son posibles evidenciarlos en algunas zonas de Colombia tales como el Municipio de Herrán ubicado en el Departamento de Norte de Santander, pues allí se presenta una falla geológica, que se acentúa aún más en épocas de invierno, presentando procesos erosivos o movimientos de remoción en masa. Lo anterior no solamente representa un riesgo para el casco urbano sino también para algunas veredas que se pueden llegar a ver vulnerables por desbordamiento de quebradas. Por ejemplo; en el caso específico del Municipio; las quebradas La Empresa en la vereda de Corrales y Agua Blanca en la vereda de Siberia se han desbordado ya en varias ocasiones, situación que preocupa a los habitantes del Municipio. (Alcaldía Municipal de Herrán, 2012)

Por tal razón, es importante generar propuestas concretas para la gestión de riesgos en las diferentes zonas del país teniendo en cuenta las condiciones biofísicas de los Departamentos y sus respectivos Municipios. Es así como se establece la presente propuesta de trabajo de *grado*: ***“Diagnóstico para la identificación de zonas de susceptibilidad por fenómenos de remoción en masa en el Municipio de Herrán”*** con el fin de promover alternativas para el manejo y gestión de los escenarios de riesgos presentes en el Municipio de Herrán,

3. OBJETIVOS

3.1 General

Identificar zonas susceptibles a fenómenos de remoción en masa en el municipio de Herrán, mediante los análisis geomorfológicos, geológicos y de coberturas.

3.2 Específicos

- Identificar el estado biofísico actual del Municipio de Herrán, Norte de Santander a partir de revisión de información secundaria.
- Evaluar los factores de cobertura Vegetal, Pendiente, geología, pluviosidad y geomorfología del Municipio de Herrán, Norte de Santander con el fin de determinar las condiciones y el grado de estabilidad del municipio

4. JUSTIFICACIÓN

Colombia está constituida por una amplia diversidad geológica, geomorfológica, hidrológica y climática, la cual se expresa en un conjunto de fenómenos que representan una potencial amenaza para el desarrollo social y económico del país. Algunas de las amenazas son de carácter geológico, en la cual se incluyen sismos y erupciones volcánicas, pueden considerarse como invariantes en el tiempo, mientras que la susceptibilidad a inundaciones, deslizamientos y avenidas torrenciales en amplias zonas del país ha crecido, debido a la intervención humana sobre el territorio y al consecuente deterioro ambiental. Por otra parte, el desarrollo económico de Colombia ha generado que la intervención sobre el territorio haya estado acompañada de acciones como la desecación de humedales y ciénagas, la pérdida de bosques y cobertura vegetal, con las consecuencias que esto tiene en términos de erosión y aumento de escorrentías, afectando de manera importante las fuentes de agua y la estabilidad del terreno, lo que lo hace susceptible a deslizamientos, inundaciones y avenidas torrenciales en zonas que antes no lo eran. (Bancos et al.2012)

Considerando que las comunidades humanas son vulnerables a algunos de riesgos anteriormente mencionados, es necesario contribuir a la seguridad y bienestar de las personas a partir del componente de gestión del riesgo; para así preparar a las poblaciones para situaciones emergentes de posible amenaza. En ese sentido, como lo plantea IEMP (2014) *“El primer paso para la prevención y atención de desastres es conocer el fenómeno, el segundo es conocer la amenaza determinando las posibles pérdidas y daños, para finalmente conocer la vulnerabilidad y manejar la amenaza. Esto es fundamental para persuadir a los ciudadanos para que sean conscientes de los riesgos a los que son vulnerables y la necesidad de prevenirlos.”*

Por otro lado, el trabajo de grado se justifica desde la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial que es considerada la base del ordenamiento territorial en Colombia, siendo uno de los instrumentos indispensables para la formulación de otras políticas públicas de desarrollo territorial. El caso de la Ley 1523 del 24 de abril de 2012, en la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo (SNGRD), bajo los enfoques de coordinación territorial, concurrencia y subsidiaridad, pone en evidencia la importancia del ordenamiento territorial para la gestión del riesgo de desastres. Por tanto, la gestión del riesgo está ligada a la planificación del desarrollo seguro y a la gestión ambiental territorial sostenible. Cabe resaltar que uno de

los principios que destaca la LOOT, es la elaboración de esquemas asociativos territoriales, donde el Estado promueve procesos integradores de las entidades territoriales, nacionales e internacionales, para la libre y voluntaria conformación de alianzas estratégicas que impulsen el desarrollo territorial. (Calderón, 2016)

Igualmente, el presente trabajo es importante desde el Plan de Desarrollo del Municipio de Herrán donde se contemplan el objetivo de disminuir la vulnerabilidad del Municipio ante el riesgo por desastres naturales y mejorar las prácticas ambientales; el cual presenta una meta relacionada con la gestión del riesgo que es disminuir la vulnerabilidad en un 15% al riesgo de desastres de los habitantes de Herrán. (Alcaldía Municipal de Herrán, 2012)

En conclusión, esta investigación es importante porque permite conocer las zonas de mayor vulnerabilidad por remoción en masa en el municipio de Herrán, además, es insumo conceptual para futuras investigaciones y formulaciones de proyectos que aborden la problemática de gestión del riesgo en los municipios del país. De la misma manera, es un aporte para las Entidades Gubernamentales ya que les permitirá intervenir estratégicamente las zonas de mayor riesgo propendiendo la seguridad y mejora de la calidad de vida de las personas del municipio de Herrán, Norte de Santander.

5. ANTECEDENTES

Con relación a la gestión del riesgo en Colombia se han planteado normas que buscan contribuir con la seguridad, bienestar y calidad de vida de los colombianos. Es así como en un principio se plantea inicialmente la Ley 46 de 1988, por la cual se crea y organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. En esta ley se encuentran los objetivos y noción del Sistema Nacional, y la necesidad de un Sistema Integrado de Información, la participación de Entidades y organismos tanto públicos como privados, y la aplicación del Plan Nacional en la planeación regional, departamental y municipal. Por otro lado, en esta ley se crea el Comité Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, los Comités Regionales y Operativos Locales, la Oficina Nacional de Prevención y Atención de Desastres. Finalmente, en esta ley se especifica el manejo de situaciones específicas de desastre (Gestión del Riesgo, 2018)

Otra ley que cabe resaltar es la Ley 99 de 1993 en su título IV donde se especifican algunas funciones de las Corporaciones Autónomas Regionales relacionadas con la gestión del riesgo. Una de estas funciones es la realización de actividades de análisis, seguimiento,

prevención y control de desastres, en coordinación con las demás autoridades competentes y asistirlas en los aspectos medioambientales en la prevención y atención de emergencias y desastres.

El decreto 93 de 1998 por medio del cual se adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. En este decreto se definen los objetivos del Plan, sus principios generales, y estrategias generales. Además, se definen los programas del Plan, entre los que se encuentran: programa para el conocimiento sobre riesgos de origen natural y antrópico, programa para la incorporación de la prevención y reducción de riesgos en la planificación, programas de fortalecimiento del desarrollo institucional, programas para la socialización de la prevención y la mitigación de desastres (Gestión del Riesgo, 2018)

El decreto 979 de 1989 especifica los objetivos e integrantes del Sistema Nacional, así como los aspectos del Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres, la participación de las entidades y organismos públicos y privados en su elaboración y ejecución y su inclusión en las actividades de planeación nacional, departamental y municipal. De igual forma, el decreto trata los aspectos institucionales del Comité Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, su funcionamiento, del Comité Técnico Nacional, del Comité Operativo Nacional para Atención de Desastres, de la Oficina Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, de los Comités Regionales y Locales para la Prevención y Atención de Desastres, de las entidades territoriales, de la dependencia y organismos de la Administración Central, de las entidades descentralizadas del orden nacional, las redes nacionales y los fondos (Gestión del Riesgo, 2018)

De acuerdo con UNGRD (2016), con el fin de fortalecer la capacidad nacional en los diferentes aspectos de la gestión del riesgo, en el año 2004 se emite el CONPES 3318: Programa de Reducción de la Vulnerabilidad Fiscal del Estado ante Desastres Naturales cuyos objetivos fueron mejorar el conocimiento sobre los riesgos, fortalecer la capacidad institucional y financiera del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres; así como los procesos de planificación de desarrollo, sectorial y territorial. Fue así como le correspondió al Ministerio del Interior y de Justicia ejecutar el proyecto de Fortalecimiento de Políticas e Instrumentos Financieros del Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres, a través de éste se llevó a cabo las acciones que permitieron la elaboración de proyecto de ley para el establecimiento de una política nacional de gestión del riesgo de desastres

Otra ley importante relacionada con la gestión del riesgo es la Ley 1444 de 2011, se crea la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres UNGRD como una entidad adscrita a la presidencia de la república con el objetivo de dirigir la implementación de la gestión del riesgo de desastres, atendiendo las políticas de desarrollo sostenible, y coordinando el funcionamiento y el desarrollo continuo del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo.

Finalmente, se encuentra la Ley 1523 del 24 de abril de 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 cual deroga la Ley 46 de 1988 y el Decreto Ley 919 de 1989. Según esta ley; la UNGRD es la instancia encargada de elaborar el Plan Nacional de Gestión del Riesgo con los insumos provenientes de los tres comités nacionales de gestión del riesgo y de los consejos territoriales. Posterior a la Ley 1523 aparece el decreto 1974 de 2013 encargado de reglamentar el procedimiento para la expedición y actualización del Plan Nacional de Gestión del Riesgo. En este decreto aparecen las instrucciones mediante las cuales se ejecutan los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y de manejo de desastres, en el marco de la planificación del desarrollo nacional y territorial. (UNGRD, 2016).

6. MARCO TEÓRICO

6.1 Calentamiento global

Según Díaz (2012), el concepto de calentamiento global es *definido como “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observado durante períodos de tiempo comparables. Este fenómeno implica modificaciones de factores climáticos tales como la temperatura, precipitación e intensidad y las rutas de las tormentas”*.

El cambio climático es un problema mundial que ha llamado la atención de todos los países; pues en cierto modo, todas las naciones contribuyen en diversa medida a la emisión de gases de efecto invernadero y todos los países se ven afectados por él. Por ello, ningún país puede resolverlo por sí sólo. Por tal razón, en el Convenio marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático llevado a cabo en 1992, los gobiernos concertaron el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático cuyo objetivo estaba

enfocado en la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático (Comisión Europea, 2006).

Algunas de las manifestaciones de los efectos del calentamiento global son el aumento de temperatura y precipitaciones, la disminución de la extensión de nieves y hielos, el incremento de la actividad ciclónica tropical intensa, los cambios en los flujos de corrientes de aire, aumento en el nivel del mar, las crecientes concentraciones de gases de efecto invernadero tales como el dióxido de carbono (CO_2) y el metano (CH_4) y en algunas regiones se presentan fenómenos climáticos extremos tales como olas de calor, fuertes precipitaciones y sequías. Así mismo, el calentamiento global trae consecuencias nefastas para la biodiversidad del Planeta. De acuerdo con Uribe (2015) el cambio climático tiene efectos directos sobre los organismos individuales, poblaciones y ecosistemas. Algunos de estos impactos son: afectación de la ecología de bosques nublados, bosques tropicales y hábitats de zonas bajas como arrecifes coralinos y manglares, y los humedales, disminución del tamaño e incluso la extinción de poblaciones de organismos, cambios en la distribución geográfica de algunas especies como consecuencia de cambios en los regímenes de precipitación, cambios en la dinámica de las poblaciones de fauna y flora cuyos ciclos de vida dependen del regular funcionamiento de cuerpos de agua y afectación de sistemas agrícolas por desplazamientos o la extinción local de poblaciones de especies polinizadoras y de controladores biológicos de plagas y enfermedades

Por otro lado, autores como Díaz (2012) exponen que el calentamiento global es ocasionado por el aumento en las emisiones de dióxido de carbono, la emisión de aerosoles a la atmósfera gas metano, e hidratos de metano. Además, los cambios de reflexión terrestres y las variaciones en el campo magnético exterior (Miller, 2007 citado en Díaz 2002). Es así como los informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) resaltan que las causas del cambio climático son de origen natural y antropogénicas, este aumento de emisiones de gases de efecto invernadero proviene de los sectores de suministro de energía, transporte e industria

Useros (2012) plantea que los cambios en la corteza terrestre, fundamentalmente relacionados con las actividades agrícolas, ganaderas y de la explotación de las selvas y los cambios en las radiaciones solares amplifican los impactos en el sistema climático. Todos estos, además de ser los factores que causan el cambio climático, condicionan la absorción, la dispersión y las emisiones de radiaciones de la atmósfera y la corteza

terrestre, y como consecuencia de todo ello se produce una alteración de los balances energéticos de todo el sistema climático; de hecho, estudios han demostrado que el desarrollo socioeconómico, la evolución demográfica, las pautas de producción y consumo y los adelantos tecnológicos son los principales responsables de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Expertos en el tema de calentamiento global sugieren adoptar acciones preventivas y medidas que mitiguen el impacto tales como retirar las subvenciones oficiales sobre los combustibles fósiles, reducir la deforestación, mejorar la eficiencia energética, emplear el uso de energías renovables, utilizar agricultura sostenible. Otras acciones más sencillas incluyen plantar y cuidar los árboles, limpiar las chimeneas y de los escapes de los vehículos y apagar los electrodomésticos cuando no están siendo utilizados.

6.2 Gestión del riesgo

La Gestión del Riesgo es un proceso planificado, concertado, participativo e integral de reducción de las condiciones de riesgo de desastres de una comunidad, región o país. Dicho proceso implica la complementariedad de capacidades y recursos locales, regionales y nacionales y está íntimamente ligado a la búsqueda del desarrollo sostenible (PNUD, 2012). La Gestión de Riesgo de Desastres GRD puede ser: **Prospectiva**, esta implica abordar medidas y acciones en la planificación del desarrollo para evitar que se generen nuevas condiciones de riesgo. **Correctiva**, en la cual se adoptan medidas y acciones de manera anticipada para reducir los riesgos ya existentes y **Reactiva** la cual está relacionada con la preparación y respuestas a emergencias. (Chuquisengo, 2011 citado en PNUD 2012).

Situaciones como la construcción inadecuada de infraestructura, la destrucción del medio ambiente, la contaminación, la sobrepoblación de zonas peligrosas, el crecimiento urbano desordenado y la sobreexplotación y uso irracional de los recursos naturales, son algunas de las vías que la gran mayoría de las ciudades o regiones han seguido para elevar sus niveles de desarrollo, pero al mismo tiempo son factores que han contribuido a incrementar la vulnerabilidad o a acumular una serie de vulnerabilidades a lo largo del tiempo. Esto ocasiona un dilema donde los diferentes actores sociales generan vulnerabilidades que se revierten posteriormente en impactos negativos sobre el desarrollo mismo. Dada la complejidad de las causas que generan las condiciones de riesgos; es necesario que desde la gestión del riesgo se generen propuestas multidimensionales, políticas y técnicas, que

se caractericen por participativas, e incorporen la reducción de riesgos en la cultura institucional, integrando a autoridades, funcionarios, ciudadanos y empresas.

De acuerdo con la Ley 1523 de 2012, existen unos términos básicos relacionados con la gestión del riesgo, a continuación, se describen algunos de estos que serán retomados en el desarrollo del presente trabajo de grado:

Adaptación: Comprende el ajuste de los sistemas naturales o humanos a los estímulos climáticos actuales o esperados o a sus efectos, con el fin de moderar perjuicios o explotar oportunidades beneficiosas.

Alerta: Estado que se declara con anterioridad a la manifestación de un evento peligroso, con base en el monitoreo del comportamiento del respectivo fenómeno, con el fin de que las Entidades y la población activen procedimientos de acción previamente establecidos.

Amenaza: Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o 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, prestación de servicios y los recursos ambientales.

Desastre: Es el resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, bienes, infraestructura, prestación de servicios o recursos ambientales genera una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad

Emergencia: Situación caracterizada por la alteración o interrupción intensa y grave de las condiciones normales de funcionamiento u operación de una comunidad, causada por un evento adverso o por la inminencia del mismo, este obliga a una reacción inmediata y requiere la respuesta de las instituciones del Estado, los medios de comunicación y de la comunidad en general.

Exposición: 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.

Recuperación: Son las acciones para el restablecimiento de las condiciones normales de vida mediante la rehabilitación, reparación o reconstrucción del área afectada, los bienes y servicios interrumpidos o deteriorados y el restablecimiento e impulso del desarrollo económico y social de la comunidad.

Riesgo de desastres: Hace referencia a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

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.

6.3 Zonificación de amenazas y riesgo por fenómenos de remoción en masa

La presencia de deslizamientos es un fenómeno sujeto a muchos grados de incertidumbre, debido a que los éstos incluyen diferentes tipos de movimientos, velocidades, modos de falla, materiales, restricciones geológicas, entre otros. La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa es el resultado de las condiciones geológicas, hidrológica, geomorfológicas y la modificación de éstas por procesos geodinámicas, vegetación, uso de la tierra y actividades humanas, así como la frecuencia e intensidad de las precipitaciones y la sismicidad. (Suárez, 1998)

Teniendo en cuenta que en ocasiones existe incertidumbre sobre la posibilidad de ocurrencia de un fenómeno, Suárez (1998) propone el concepto de zonificación de amenazas y riesgos que consiste en la división del terreno en áreas homogéneas y la calificación de cada una de estas áreas de acuerdo con el grado real o potencial de amenaza o de riesgo. La zonificación de amenazas y riesgos permite evaluar, parcialmente la incertidumbre de ocurrencia y es una herramienta muy útil para la toma de decisiones; especialmente, en las primeras etapas de planeación de un proyecto. La zonificación de amenazas generalmente en ocasiones es considerada imprecisa debido a que la

inestabilidad de los taludes y las laderas, es un problema de alta complejidad y todavía muy poco entendido, por ende, usualmente es abordado a partir del mapeo de zonas de riesgo.

El mapeo de zonas de riesgo es una evaluación tipo ejercicio y aunque es indispensable en muchos casos, comúnmente no provee información suficiente para el diseño de las soluciones (Leroi, 1996 citado Suárez, 1998). Sin embargo, esta herramienta es útil para la planeación sobre la localización de obras o asentamientos humanos. El mapeo puede realizarse sobre un área donde se tiene información de la ocurrencia de deslizamientos o se tiene un inventario de estos eventos, o sobre áreas en las cuales no se tiene conocimiento de deslizamientos en el pasado, pero se requiere predecir la posibilidad de amenazas hacia el futuro. En términos metodológicos, en el primer caso, se trabaja con una metodología de mapeo directo con base en la experiencia mientras que, en el segundo, se emplea el mapeo indirecto con base en los factores que contribuyen a su ocurrencia. (Suárez, 1998)

En cuanto a las técnicas de mapeo hay que mencionar que se encuentran las técnicas de análisis relativo y técnicas de análisis absoluto. El análisis relativo presenta la posibilidad diferencial de ocurrencia de deslizamientos sin dar valores exactos y en el análisis absoluto, se presentan factores de seguridad o probabilidad real de ocurrencia de movimientos.

A partir de las técnicas mencionadas en los párrafos anteriores, los profesionales construyen los mapas que permiten abordar las posibles situaciones de eventos de remoción en masa. Suarez (1998) menciona el mapa de susceptibilidad, definiéndolo como un mapa en el cual se zonifican las unidades de terreno que muestran una actividad de deslizamientos similar o de igual potencial de inestabilidad, este se obtiene de un análisis multivariable entre los factores que pueden producir deslizamientos y el mapa de inventario de deslizamientos. No existe un procedimiento estandarizado para la preparación de mapas de susceptibilidad a los deslizamientos y existe mucha libertad en la determinación de los pasos a seguir. Para la elaboración del mapa de susceptibilidad se tienen en cuenta generalmente tres elementos: 1) Inventario de deslizamientos ocurridos en el pasado. 2) Topografía y mapa de pendientes 3) Características geológicas, geomorfológicas y geotécnicas del terreno.

Por otra parte, se encuentran los mapas de amenaza, en este se debe presentar información de: 1) Probabilidad de ocurrencia de deslizamiento, 2) Tipo de deslizamientos, 3) Magnitud de los movimientos, 4) Velocidad y características, 5) Distancia de recorrido,

6) Límite de progresión o retro progresión. Los mapas de amenaza se pueden digitalizar con base en los mapas de inventario, vulnerabilidad y el análisis de los diversos factores que podrían generar deslizamientos en un proyecto específico. La elaboración de mapas de amenaza de deslizamientos es una herramienta muy importante para la planeación de obras de infraestructura tales como presas, canales, oleoductos, carreteras, líneas eléctricas, etc., por cuanto le provee a los profesionales no especializados la información sobre los diferentes tipos de deslizamiento, la severidad de las amenazas y el riesgo que pueden correr las obras.

Para la elaboración de mapas de amenaza se deben analizar los siguientes parámetros: 1. Susceptibilidad a los deslizamientos 2. Hidrología. 3. Uso de la tierra y vegetación 4. Factores Antrópicos o urbanos Localización y características de las carreteras, canales, tubería, oleoductos y demás elementos producto de la acción humana. 5. Tectónica y sismicidad 6. Procesos actuales; es decir, ubicación de áreas afectadas por surcos, erosión laminar, cárcavas de erosión, deslizamientos, entre otros (Leroi, 1996 citado en Suárez, 1998).

Otro elemento que aporta en las técnicas de mapeo son los inventarios de deslizamientos que se elaboran después de un cuidadoso análisis de las fotografías aéreas y correlaciones de campo, se digitalizan sobre los mapas topográficos las áreas de deslizamientos activos o inactivos que se detectaron en el área estudiada. Para la preparación de un mapa de inventario de deslizamientos se recomiendan los pasos siguientes: 1. Determinación de los recursos humanos disponibles, 2. Entrenamiento del personal especialmente en el reconocimiento de los fenómenos, 3. Preparación de las convenciones a utilizar y sistema de clasificación, 4. Investigación de las fotografías aéreas disponibles del área a analizar, 5. Preparación los mapas base en los cuales se dibujan los deslizamientos, 6. Interpretación de las fotografías aéreas y transferencia de la información a planos, 7. Chequeos de campo de áreas representativas para asegurarse de la precisión de la información. El producto final presenta la distribución espacial de los deslizamientos en forma de áreas afectadas o símbolos. La distribución de deslizamientos puede presentarse en forma de mapa de densidades o zonas de igual cantidad de deslizamientos.

7. METODOLOGÍA

7.1 Área de estudio

El Municipio de Herrán, ubicado al suroriente del departamento de Norte de Santander limita al Norte con Ragonvalia, al sur con Toledo, al Occidente con Toledo y Chinácota y al Oriente con la República de Venezuela. Este se encuentra localizado entre los 7 ° 25' y 7 ° 36' de Latitud Norte y entre los 72° 29' de Longitud al Oeste del Meridiano de Greenwich, con altura promedio de 1955 metros sobre el nivel del mar y un área municipal de 112 kilómetros cuadrados. Políticamente está conformado por 15 veredas con variadas temperaturas, con una excelente vocación ambiental, agrícola y pecuaria Cuenta con una extensión total de 110,53 Km² (Alcaldía Municipal de Herrán, 2012).

Dentro de las actividades económicas destacadas en el municipio se destaca la agricultura, la ganadería y la minería y posteriormente se encuentran otras actividades como comercio, turismo, transporte y empleo.

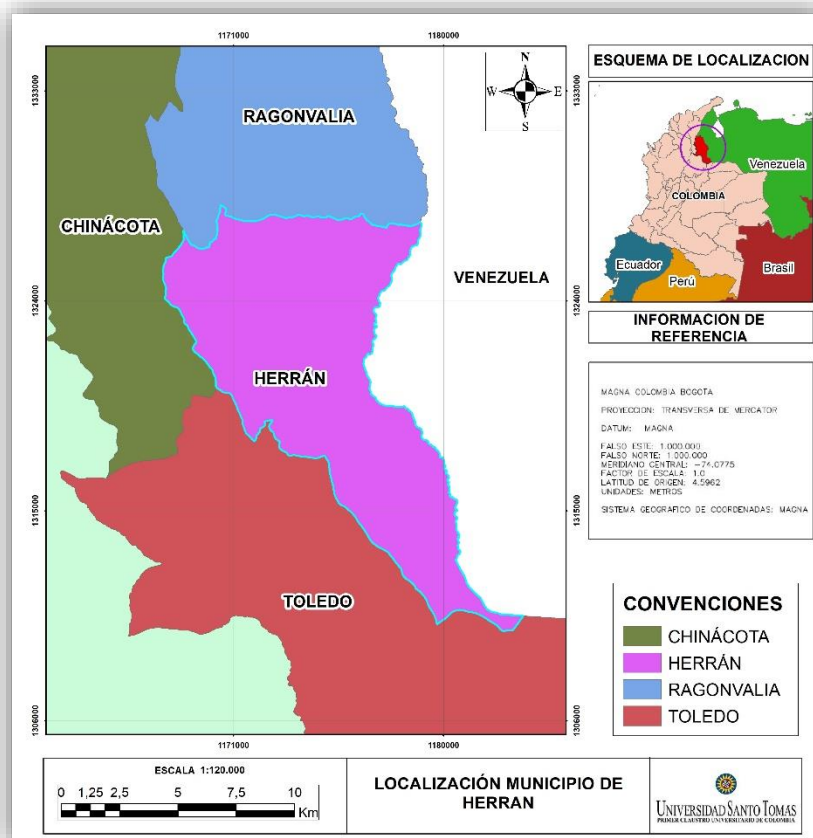


Imagen 1. Esquema de localización del Municipio de Herrán



Imagen 2. División político-administrativa del Municipio de Herrán. Fuente: Alcaldía Municipal de Herrán (2012).



Imagen 3. Fotografía panorámica del Municipio de Herrán. Fuente: Alcaldía Municipal de Herrán (2012).

Con relación al componente biofísico del Municipio, Herrán presenta 19 microcuencas de gran importancia para la comunidad, estas se distribuyen en un 80% del territorio, y en la mayoría son nacientes que en se ven afectados por la ampliación de las fronteras agropecuarias (Alcaldía Municipal de Herrán, 2012).

Por otro lado, de acuerdo con el documento del Plan de Desarrollo el Municipio de Herrán, el municipio presenta una falla geológica, que se acentúa aún más en épocas de invierno, presentando procesos erosivos o movimientos de remoción en masa, los sectores María Auxiliadora, Pablo VI y San Martín; las viviendas presentan agrietamiento marcados obligando a las familias a salir temporalmente. Los otros sectores no evidencian daños mayores lo cual se diagnostica en el estado de sus viviendas. Además, algunas veredas se ven amenazadas por desbordamiento de quebradas como es el caso de la quebrada La Empresa en la vereda de Corrales y la quebrada Agua Blanca en la vereda Siberia, que en varias ocasiones los habitantes del sector se han visto amenazados debido a la utilización de pasos artificiales fabricados con madera, poniendo en riesgo la vida.

Otros sectores como la vereda Bagalal se ven amenazados por desprendimiento de terreno y grandes rocas especialmente en época de invierno, poniendo en alerta los habitantes del sector y viviendas aledañas especialmente el riesgo que corre la sede del centro educativo, también existe riesgo para los habitantes de la zonas aledañas al río Táchira, porque en invierno crece el caudal poniendo en riesgo las viviendas circunvecinas y en alerta los habitantes del estado Táchira en San Antonio y la Parada. Otro ejemplo de situaciones de riesgo ocurre en la vereda el Llano se ve afectado por aparición de aguas y agrietamientos en la edificación del nuevo colegio perpetuo socorro, poniendo en duda la estabilidad del terreno para un posible sitio de reubicación en gran parte del nuevo casco urbano, al igual se han adelantado acciones ante el gobierno, Departamental y nacional para intervenir el sitio y establecer acciones de mitigación y poder tomar nuevas decisiones (Alcaldía Municipal de Herrán, 2012).

Otros riesgos que el municipio puede presentar en época de verano es la propagación de incendios, debido la sequedad en grandes extensiones de pastos y la escasez de agua. Las altas precipitaciones que se llegasen a presentar pueden generar riesgo por el desbordamiento del terreno la ruta de captación de agua del actual acueducto que beneficia al casco urbano.

7.2. Cuencas Hidrográficas

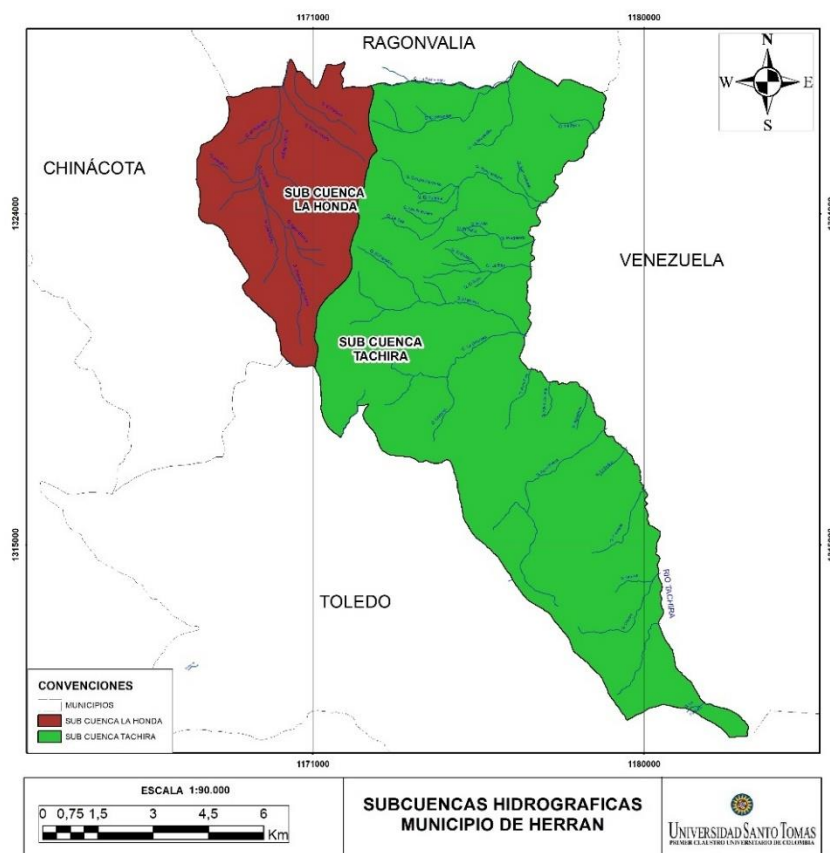


Imagen 4. Mapa de Subcuencas Hidrográficas

Dentro del municipio en sus 110.53 Km² de territorio, por su ubicación especial en la cordillera oriental, está conformada por dos subcuencas hidrográficas las cuales corresponden a la subcuenca de la Honda y la subcuenca del Táchira. dadas sus características físicas, en donde se evidencia presencia de bosques, paramos y ecosistemas estratégicos importantes para garantizar el recurso en todo el municipio, le han permitido definir 19 microcuencas de las cuales 10 drenan hacia la cuenca internacional del río Táchira y los 9 restantes hacia la quebrada la Honda. La composición de es estas microcuencas catalogan al municipio de Herrán como uno de los generadores más importantes del recurso hídrico, ya que abastece a varios municipios del departamento. “poblaciones y ciudades como: San Antonio del Táchira, Ureña, Ragonvalia y Los Patios respectivamente, así como el abastecimiento de sus distintas comunidades rurales y urbana, la cual se abastece de la microcuenca El Molino que tiene un área de 23.29 Km² y de donde se toman de distintos nacientes cerca de 400.000 litros diarios de agua para el suministro y consumo urbano, según cifras de la Alcaldía y del E.O.T. el cual asciende a

cerca de 146.773 metros cúbicos anuales, así como la demanda de agua para la explotación agrícola y animal en cerca de 7 veredas convertidas en su zona de influencia y que en total generan una demanda de 11.232.813 metros cúbicos anuales de agua”

De las dos Subcuencas, la del río Táchira es la más importante por su carácter binacional y la que ocupa mayor extensión en el municipio, y la quebrada La Honda. A la subcuenca del Río Táchira vierten sus aguas las quebradas de: La Pedrera, Orocué, Agua Blanca, Pum Pum, Corrales, El Molino, La Media Libra, La Teja, Bagalal; Paso Antiguo, El Reventón y la Rascadora. Las aguas de la subcuenca La Honda se vierten a la cuenca del río Pamplonita; es la principal fuente hídrica que surte el acueducto del municipio de los Patios; a esta quebrada vierten aguas las quebradas Los Patos, El Falceto, Arcaduco, Las Colinas, Caño Negro, Cerro Negro, Quebrada Grande y el Triángulo. Dentro de la hidrografía del municipio se encuentra también la laguna de la Vaca, localizada en el páramo de la cabecera hacia el punto de Canoas en límites con Toledo, al occidente de la hacienda la Siberia. Existen además fuentes de aguas termales y aguas azufradas que se utilizan frecuentemente para baños medicinales.

A continuación, se presenta el sistema de microcuencas que componen el municipio de Herrán:

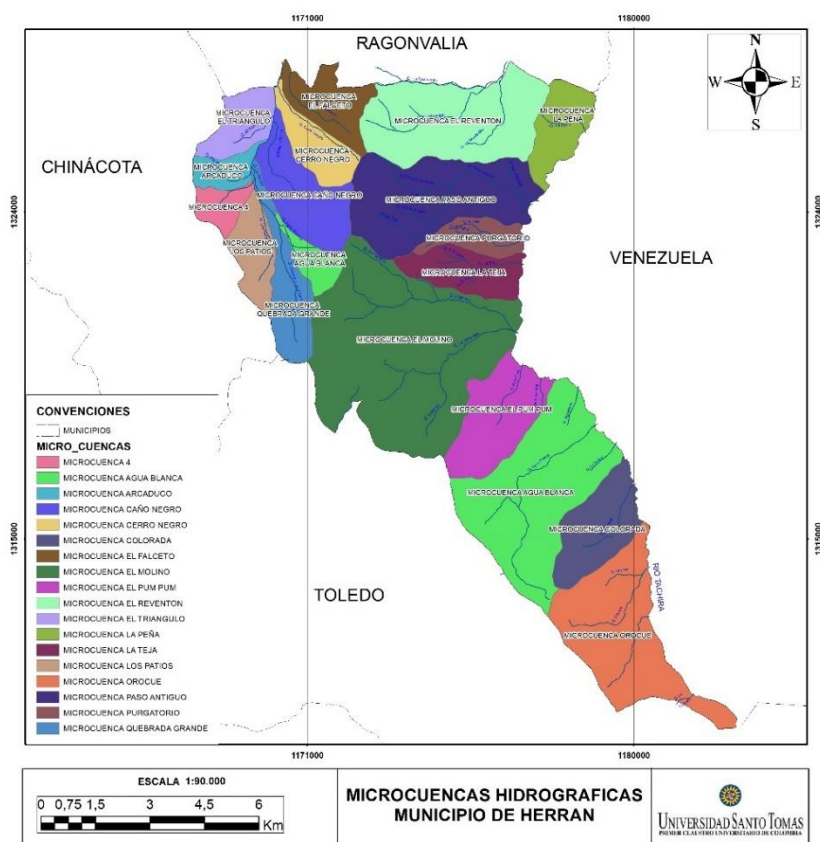


Imagen 5. Mapa de Microcuencas Hidrográficas

7.3 Metodología de análisis documental

La metodología empleada en el trabajo de grado fue el análisis documental que es definido como un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información o datos en torno a un determinado tema (Alfonso, 1995 citado en Morales, 2012. En el proceso de investigación documental se dispone, esencialmente de documentos; que son el resultado de otras investigaciones, lo cual representa la base teórica del área objeto de investigación, por consiguiente, el conocimiento se construye a partir de la lectura, análisis, reflexión e interpretación de dichos documentos base.

La investigación documental requiere que el investigador o documentalista realice un proceso de interpretación y análisis de la información de los documentos y luego lo sintetice para obtener un producto conceptual. En el análisis documental se produce un triple proceso: Un proceso de comunicación, ya que permite la recuperación de información para transmitirla, un proceso de transformación en el que un documento primario sometido a las operaciones de análisis se convierte en otro documento secundario de más fácil acceso y difusión, y un proceso analítico-sintético porque la información es estudiada, interpretada y sintetizada minuciosamente para dar lugar a un nuevo documento o producto académico que lo representa de modo abreviado pero preciso (Castillo, s.f).

8. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el trabajo de grado se tomaron como referencia documentos que permitieron la elaboración del diagnóstico de las zonas de susceptibilidad por fenómenos de remoción en masa, algunos de estos son: Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Herrán (E.O.T), Plan de desarrollo municipal, cartografía temática elaborada por la Corporación Autónoma de Norte de Santander (CORPONOR): Precipitación, pendientes, modelo de elevación, cobertura, geología, geomorfología, cartografía base suministrada por el Instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC), adicionalmente se tiene en cuenta las referencias bibliográficas como insumo de consulta para los diferentes conceptos alusivos al objeto de estudio: Deslizamiento análisis geotécnico (Suarez,1998).

Adicionalmente dentro de los resultados y análisis se tendrán en cuenta las especificaciones de la Guía técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS), Anexo B. Gestión del Riesgo. Esto con el fin de darle un enfoque más profundo a los resultados finales de nuestro proyecto,

direccionándolos en tres conceptos fundamentales: Amenaza, riesgo y vulnerabilidad. Especialmente haciendo un énfasis significativo en la **Amenaza**, toda vez que este documento tiene como finalidad ser una herramienta primaria para la toma de decisiones del municipio de Herrán y así mejorar su capacidad de respuesta ante un riesgo por afectación de remoción en masa, donde se puede evidenciar situaciones adversas causadas por acciones naturales o antrópicas, lo que repercuten en el aspecto social económico y ambiental de la comunidad, en busca de un territorio seguro.

Es importante realizar: “la categorización de las zonas de amenazas y/o susceptibilidad baja, media y alta, en atención a la necesidad de identificar las áreas que requieren intervención correctiva del riesgo existente, en los escenarios de riesgos priorizados, y las áreas que requieren intervención prospectiva al nuevo riesgo”. Guía técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS), Anexo B.

Teniendo en cuenta lo anterior, se seleccionaron los siguientes parámetros geotécnicos para la identificación de zonas de susceptibilidad del municipio de Herrán:

8.1 Geología

Desde el punto de vista geológico estructural, el municipio de Herrán se encuentra ubicado en el flanco Noreste del macizo de Santander sobre la Cordillera Oriental. En el municipio de Herrán afloran ocho formaciones geológicas; aguardiente, Capacho, Barco, villeta, Guadalupe. Los Cuervos, Mirador, Cuaternario reciente. Las rocas sedimentarias de edad Cretácea están representadas por de las formaciones Tibu'- Mercedes, Aguardiente, Capacho, Villeta, Guadalupe. Por otro lado, las rocas de edad terciaria están conformadas por la formación Barco y la formación Los Cuervos pertenecientes a la cuenca de Maracaibo con fuerte control estructural representado en sinclinales y fallas con dirección norte-sur siguiendo la secuencia Estratigráfica (Díaz,2001)

8.2 Litología

En el municipio de Herrán afloran únicamente rocas sedimentarias y depósitos cuaternarios no consolidados de origen coluvial principalmente, pertenecientes a la Cuenca de Maracaibo. Los Depósitos Cuaternarios se encuentran ampliamente distribuidos en la zona cubriendo estas litologías, en su mayoría son de origen denudacional, estructural como Coluviones, terraza y conos de deyección; y de origen fluvial como aluviones (Díaz, 2001)

A continuación, se describen las características litológicas de algunas de las formaciones presentes en el municipio de Herrán:

Depósitos cuaternarios (Qt). Dentro de estos depósitos se pueden diferenciar: los coluviales y derrubios asociados a fallas los cuales fueron agrupados como una sola unidad (Qc), estos son producto de la erosión presentando una morfología ondulada contrastando con las áreas montañosas (figura 44) y se componen por sedimentos tamaño bloque a arcilla de diferente composición, los depósitos aluviales (Qal) a lo largo de los valles de los ríos y quebradas, siendo los más evidentes los de la Quebrada Zulia compuestos por bloques, gravas y arenas y los depósitos de terraza (Qt) de gran extensión sobre los que se encuentra el Municipio de Chinacota y corresponden a bloques de sedimentos heterogéneos.

Formación Mirador (E2m). Formación descrita y nombrada por Sutton (1946) en el Cerro Mirador del Anticlinal Tarra en el estado de Zulia, Venezuela. Posteriormente Notestein et al. (1944) definen esta unidad en Colombia en su estudio de la Concesión Barco. Esta unidad se compone principalmente de areniscas cuarzosas de color blanco a gris claro de grano fino a medio, ligeramente conglomeráticas, carbonosas con algunos intraclastos lodolíticos. Hacia la parte media- superior se encuentran arcillolitas de color gris, carbonosas, con intercalación de areniscas cuarzosas de grano fino. Hacia la parte superior se compone de areniscas ligeramente conglomeráticas, feldespáticas y ferruginosas. Se compone de areniscas cuarzosas, de color gris a blanco, de grano fino a medio, con algunos niveles conglomeráticos (guijos de cuarzo), intercaladas con niveles de lodolitas grises, carbonosas; hacia la parte alta de la formación se presentan areniscas amarillentas a blancas, de grano fino a medio, ligeramente conglomeráticas, las capas son gruesas a medias con estratificación cruzada y ondulitas.

Formación Barco (Tpb). Rocas conformadas por areniscas cuarzosas de grano muy fino a medio de color gris, algo carbonosas bien calibradas con estratificación cruzada con abundantes láminas de mica. Las capas varían de 0.3 a 20 m de espesor intercaladas con lodolitas y arcillolitas grises parcialmente limosas con pequeños nódulos de arcilla "Ironstone".

Formación Los Cuervos (Tpc). Las rocas de esta formación presentan lodolitas y arcillolitas intercaladas con areniscas de grano fino. La parte inferior de la formación está

formada por lodolitas grises intercaladas con mantos de carbón los cuales tienen potencialidades para explotación. El espesor de la unidad varía de 250 a 400 m.

Formación Tibú – Mercedes (K1tm). Las formaciones Tibú y Mercedes fueron definidas separadamente por Notestein et al, (1944) dentro del área de la Concesión Barco, por el Río Tibú y el Valle de las Mercedes y posteriormente redefinidas por Sutton (1946) y Renz (1959) (en Royero, 2001). La Formación Tibú en el área de la concesión Barco presenta en la base areniscas guijosas de grano grueso compuestas por cuarzo y en menor cantidad feldespato y hacia el tope predominio de calizas densas, interestratificadas con shale y areniscas de grano fino; el contacto transicional con la suprayacente Formación Mercedes estaría marcado por la aparición de shales.

Formación Aguardiente (Kia). Las rocas de esta unidad están constituidas por areniscas cuarzosas grises amarillentos, de grano fino a medio, micáceas con algo de glauconita, parcialmente conglomeráticas con guijas de cuarzo, estratificación cruzada con pequeñas intercalaciones de lodolitas grises, micáceas fisiles. El espesor promedio medido al este de Pamplona sobre la vía a Cúcuta es de 400 m.

Formación Villeta (KmuV). Tiene un espesor de 21,6 m de calizas (micritas), en capas medias y gruesas planas, paralelas y continuas, con concreciones calcáreas. Con un espesor de 20 m está constituido por cherts y liditas en capas delgadas planas, paralelas continuas, divididos en tres intervalos dos silícicos separados por un intervalo arcilloso.

Formación Capacho (Kic). Las rocas de esta unidad están formadas por una secuencia de lodolitas grises oscuras fisiles con intercalaciones intermitentes de caliza cristalina fosilífera, los bancos de caliza se presentan en capas de 2 a 80 cm de espesor intercalados con capas de lodolitas.

Formación Guadalupe (Kug). Constituido por 80 m de arcillolitas grises oscuras con gran cantidad de micas, presencia de restos de troncos y de carbón. Las estructuras internas son laminación discontinua y ondulosa dada por areniscas de grano muy fino y hacia la parte superior se observan concreciones ferruginosas

UNIDAD LITOLÓGICA	SÍMBOLO	DESCRIPCION	CALIFICACIÓN
Depósitos Cuaternarios- Terrazas	Qt	Esta conformados por guijos guijarros y bloques de diferente tamaño y composición dentro de una matriz arenosa.	0,4
Mirador	Tem	Está unidad se compone principalmente de areniscas cuarzosas de color blanco a gris claro de grano fino a medio, ligeramente conglomeráticas, carbonosas con algunos intraclastos lodolíticos.	1,1
Barco	TpKub	Rocas conformadas por areniscas cuarzosas de grano muy fino a medio de color gris, algo carbonosas bien calibradas con estratificación cruzada con abundantes láminas de mica	0,8
Cuervos	Tpc	Las rocas de esta formación presentan lodolitas y arcillolitas intercaladas con areniscas de grano fino	1,3
Tibu-Mercedes	Kltm	presenta en la base areniscas guijosas de grano grueso compuestas por cuarzo y en menor cantidad feldespatos y hacia el tope predominio de calizas densas, interestratificadas con shale y areniscas de grano fino	0,4
Aguardiente	Kma	Las rocas de esta unidad están constituidas por areniscas cuarzosas grises amarillentos, de grano fino a medio, micaceas con algo de glauconita, parcialmente conglomeráticas con guijas de cuarzo, estratificación cruzada con	0,3

		pequeñas intercalaciones de lodolitas grises, micaceas fisiles	
Villeta	Kmuv	Segmento A. Tiene un espesor de 21,6 m de calizas (micritas), en capas medias y gruesas planas, paralelas y continuas, con concreciones calcáreas Segmento B. Con un espesor de 20 m está constituido por cherts y liditas en capas delgadas planas, paralelas continuas, divididos en tres intervalos dos silicicos separados por un intervalo arcilloso.	0,3
capacho	Kuca	Las rocas de esta unidad están formadas por una secuencia de lodolitas grises oscuras fisiles con intercalaciones intermitentes de caliza cristalina fosilífera, los bancos de caliza se presentan en capas de 2 a 80 cm de espesor intercalados con capas de lodolitas.	0,3
Guadalupe	Kug	Constituido por 80 m de arcillolitas grises oscuras con gran cantidad de micas, presencia de restos de troncos y de carbón. Las estructuras internas son laminación discontinua y ondulosa dada por areniscas de grano muy fino y hacia la parte superior se observan concreciones ferruginosas.	0,3

Tabla 1. Unidades litológicas del Municipio de Herrán. Fuente: Díaz, (2001)

Las calificaciones se dan de acuerdo a un análisis de la composición de cada formación y teniendo en cuenta un porcentaje que se le da al parámetro, en concordancia a su relevancia en cuanto a inestabilidad.

En el Municipio de Herrán se encuentra 09 unidades geológicas de las cuales, 5 son de edad Cretácica, 3 del Terciario y 1 del Cuaternario. En cuanto a composición tendría una

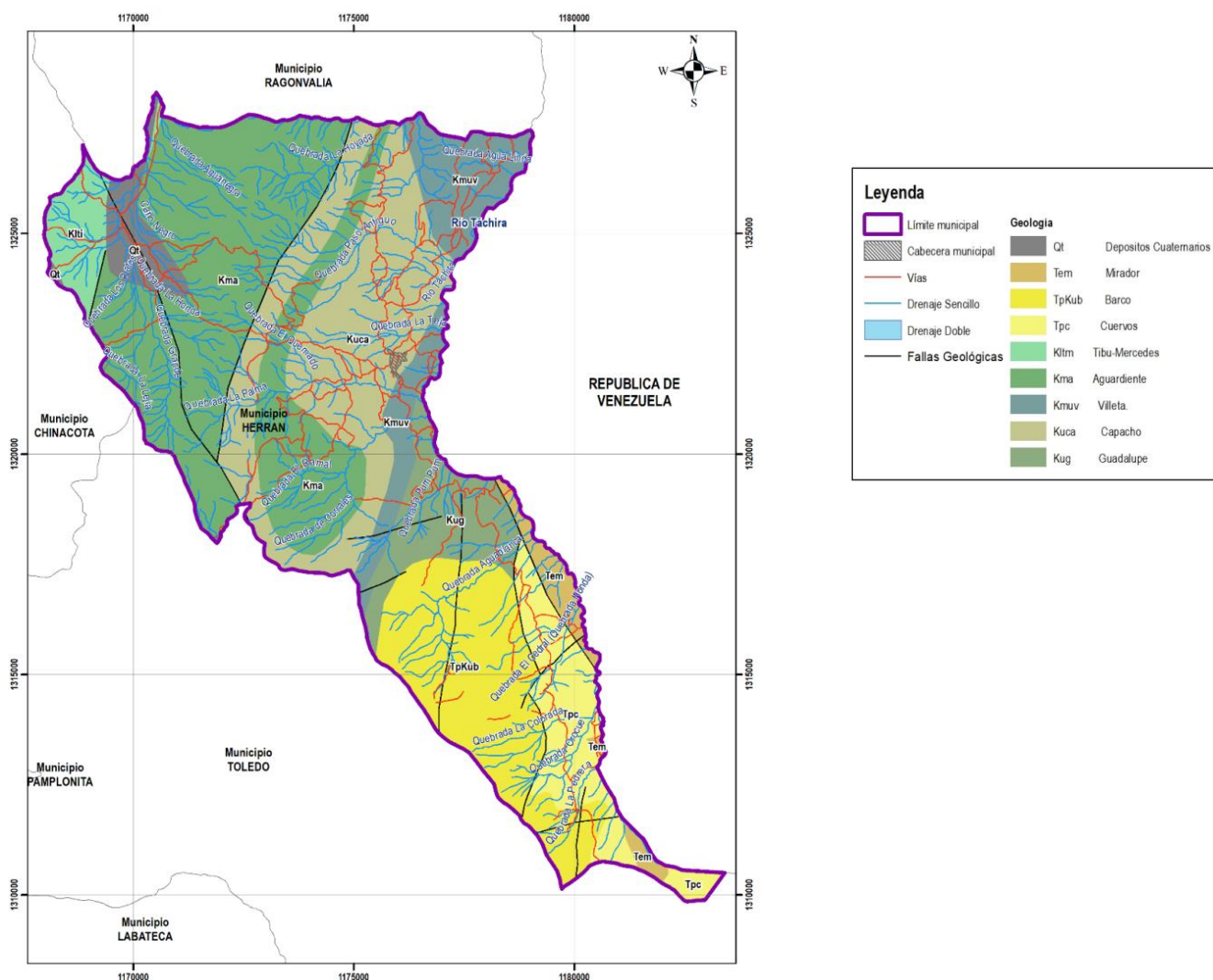


Imagen 6. Mapa de geología del Municipio de Herrán, Norte de Santander

De acuerdo con la composición litológica se asigna una calificación a cada unidad presente en el área del Municipio, de tal modo que la formación cuya composición sea más resistente será menor su valor o calificación, es decir que la calificación es directamente proporcional a la inestabilidad. Se presenta el Mapa de Geología del Municipio de Herrán en donde se determina mayor inestabilidad de acuerdo al análisis realizado a las formaciones geológicas de área de estudio son: la Formación Mirador (Tem) Formación Barco (TpKub) y Formación Cuervos (Tpc). Esta característica se presenta como consecuencia de factores constantes y factores variables tales como la estructura de las laderas y pendientes, el gran contenido de agua y sismicidad en la zona.

8.3 Pendientes

La pendiente es un parámetro relevante en el análisis de susceptibilidad geotécnica ya que esta intrínsecamente ligado a los procesos morfodinámicos, generando una alta susceptibilidad en las altas pendientes y una baja susceptibilidad las bajas pendientes.

De acuerdo con Díaz (2001) las pendientes presentes en el Municipio de Herrán existen 4 rangos dependientes definidas en la tabla 2. De acuerdo con esta, es posible afirmar que las pendientes de mayor importancia son de 13% a 30% y 31% a 70% moderado y fuerte, en las cuales se desarrolla el sistema agropecuario del municipio, por lo tanto, se deben implementar técnicas de conservación para la producción agrícola. El municipio de Herrán se presenta inclinaciones muy fuertes, el rango oscila entre 3 y 4, este relieve ocupa parte de la extensión territorial.

Hay que mencionar que las tierras en el municipio tierras altamente erosionadas. En los suelos de pendientes medios de 6 a 12%, se permite realizar actividades agrícolas intermedias en diferentes cultivos. La calificación se presenta en la siguiente tabla de análisis para el Municipio de Herrán.

PENDIENTE (%)	CALIFICACIÓN
0-3	0,6
3-7	0.9
7-12	1.1

12-25	1.5
25-50	1.8
50-75	2.7
>75	3.0

Tabla 2. Clasificación de pendientes del Municipio de Herrán. Fuente: Díaz, (2001)

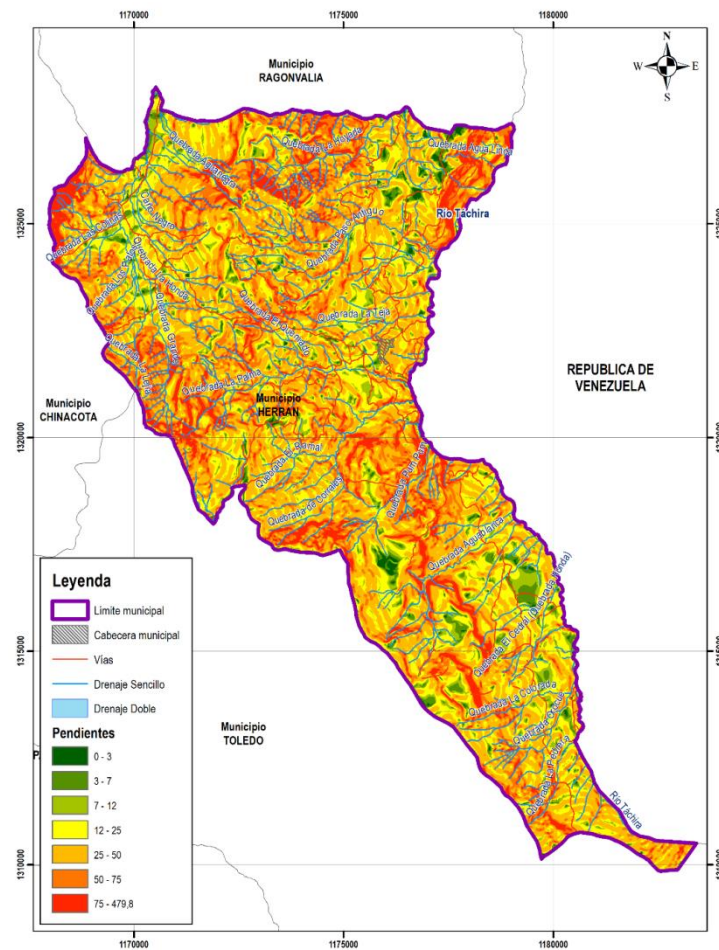


Imagen 7. Mapa de pendientes del Municipio de Herrán, Norte de Santander

Se evidencia en el Mapa de Pendientes que la zona donde se presenta mayor inestabilidad en el suelo coincide con las formaciones geológicas mencionadas en el ítem anterior lo cual se interpreta a mayor grado de pendiente mayor es la susceptibilidad o amenaza a movimientos de remoción en masa, se identifican las siguientes veredas: Siberia Corrales Ramal Honda sur y el llano las cuales presenta mayor riesgo a este fenómeno.

8.4 Cobertura

La cobertura es una medida que indica el nivel de protección del suelo, este parámetro está dado por el tipo de vegetación, densidad y o sus características específicas, ya que a menor cobertura mayor exposición a procesos erosivos.

En el Municipio de Herrán se determinaron tres zonas de vida que son bosque Húmedo Premontano, (bh–PM) Bosque Húmedo montano bajo (bh–MB), bosque húmedo muy húmedo montano (Bnh – M). La Zona de vida es el área donde se combinan en forma integral los factores bioclimáticos más importantes tales como temperatura, precipitación, pendiente, altitud y evapotranspiración. Estos factores se relacionan directamente con la vida vegetal y animal y con los parámetros fisiográficos y edáficos, que en conjunto determinan la utilización de la tierra. Las zonas de vida encontradas en el municipio de Herrán fueron:

A continuación, se plasman los valores de calificación de cobertura (ver tabla) para el análisis de susceptibilidad geotécnica, que fueron dados después de analizar su permisibilidad para la generación o activación de procesos erosivos y el grado de amarre y consistencia al terreno.

Nombre	Nomenclatura	Calificación
Arbustal abierto	Ar	1,2
Bosque abierto alta de tierra firme	Bdaf	0,2
Bosque de galería y ripario	Bgr	0,2
Bosque denso alto de tierra firme	Bdaf	0,2
Bosque fragmentado	Bf	0,2
Cultivos Permanentes arbustivos	Cpa	1,2
Herbazal denso de tierra firme no arbolado	Hdtfna	1,2
Lagunas lagos y ciénagas naturales	Lg	2
Mosaico de cultivos	Msc	1,2
Pastos arbolados	Pa	0,8
Pastos enmalezados	Pe	1
Pastos limpios	Pl	1,4

Red vial ferroviaria y terrenos asociados	Rv	0,5
Rios(50m)	R	2
Tejido urbano discontinuo	Tud	0,2
Tierras desnudas y degradadas	Tdd	1,5
Vegetación secundaria o en fracción	Vst	1,2

Tabla 3. Unidades de cobertura del Municipio de Herrán. Fuente: Díaz, (2001)

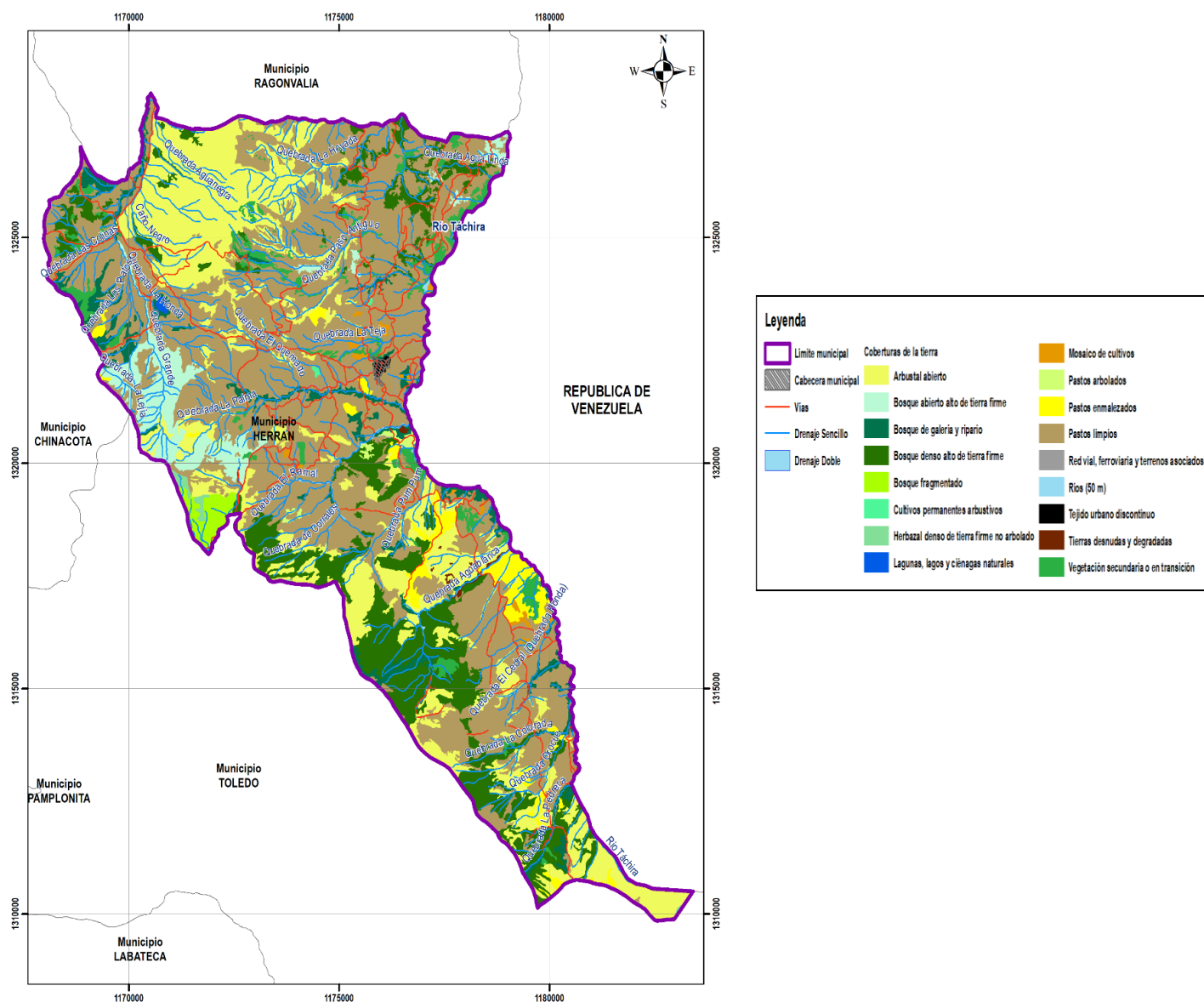


Imagen 8. Mapa cobertura del Municipio de Herrán, Norte de Santander

una vez realizado el mapa de coberturas, es posible afirmar que la cobertura del municipio de Herrán, evidencia una clara presencia de pastos limpios con el 47,68% del total de área del municipio, seguido por el arbustal abierto con el 21,64%; por lo tanto, se puede concluir que la presencia de pastos limpios implica prácticas de manejo como limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc., estas prácticas impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. En otras palabras, son actividades antrópicas como consecuencia del aprovechamiento desmedido de los recursos naturales y la explotación económica de los mismos, todo esto ha traído consecuencias irreversibles a la cobertura vegetal acompañado de las características de la región por su localización en una zona de cordillera y pendientes muy fuertes agravando el debilitamiento del suelo.

8.5 Pluviosidad

Las lluvias son factor determinante en los procesos erosivos debido a que el agua que se infiltra en el terreno o discurre por las laderas está actuando como agente, causando desde erosión laminar hasta fenómenos de remoción en masa; por lo tanto, a mayor pluviosidad en un área determinada mayor estará expuesta a procesos erosivos o a la aceleración de los mismos y por consiguiente mayor inestabilidad.

Las lluvias son factor determinante en los procesos erosivos debido a que el agua que se infiltra en el terreno o discurre por las laderas está actuando como agente, causando desde erosión laminar hasta fenómenos de remoción en masa; por lo tanto, a mayor pluviosidad en un área determinada mayor estará expuesta a procesos erosivos o a la aceleración de los mismos y por consiguiente mayor inestabilidad.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto y al porcentaje dado al parámetro de pluviosidad dentro de la zonificación geotécnica, se define que las zonas con una mayor probabilidad de lluvias tendrán una mayor calificación.

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL	CALIFICACIÓN
1,43,9-1,450	0,6
1,450-1,500	0,65
1,500-1,550	0,7
1,550-1,600	0,75
1,600-1,650	0,8

1,650-1,672,3	0,85
---------------	------

Tabla 4. Clasificación de la pluviosidad media anual del Municipio de Herrán. Fuente: Díaz, (2001)

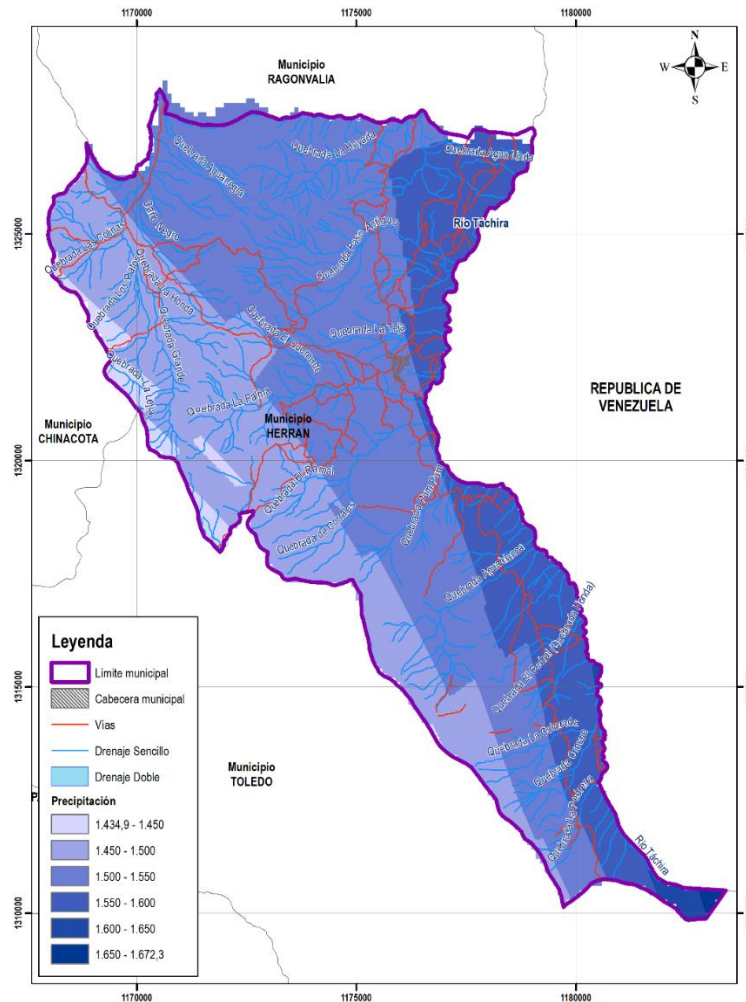


Imagen 9. Mapa de Pluviosidad del Municipio de Herrán, Norte de Santander.

Se puede identificar los picos altos y bajos de lluvia en la región de estudio observando que la precipitación por las lluvias tiene un promedio medio de 1.660 y máximo 1.6723. Según se evidencia en el mapa de precipitación el área de mayor probabilidad a fenómenos de remoción en masa o deslizamientos son las veredas Siberia Corrales Bagalal y la que menor probabilidad son las veredas Honda sur ramal y la Teja.

8.6 Geomorfología

Describe las formas del relieve, tanto estructural como superficial. El conocimiento de las formas de relieve o del terreno tiene especial importancia, particularmente en lo relacionado con la planificación del uso de la tierra y el proceso de ocupación del territorio. Respecto a este estudio de las características geomorfológicas, con trabajo de campo y siguiendo los estudios y análisis realizados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, se logró realizar el Mapa Geomorfológico, donde se destacan las agrupaciones de Vertientes y Laderas principalmente. La caracterización Geomorfológica le permite al municipio la planificación del uso de la tierra y el proceso de ocupación del territorio, determinando los usos y actividades más convenientes para la distribución de los asentamientos y las actividades humanas y sus proyectos de infraestructura como escuelas, centros de salud, puentes y vías.

Para la identificación y clasificación de las geoformas presentes hay que tener en cuenta la forma del relieve y su génesis ya que cada unidad posee un comportamiento mecánico diferente a los agentes degradacionales que modelan y modifican el paisaje. En ese sentido, para el municipio de Herrán la clasificación Geomorfológica se realizó con base en la metodología del ITC (International Institute for Aerospace Sourcey and Earth Sciencies) de Holanda, el cual tiene en cuenta los procesos Estructurales, denudacionales y depositacionales; teniendo en cuenta los diferentes rangos de pendientes que presentan las diferentes geoformas.

Según la clasificación del ITC de Holanda las principales geoformas presentes en municipio de Herrán de acuerdo a su origen son:

Unidades de origen denudacional (UDL): Este tipo de unidades se desarrolla sobre unidades litológicas sedimentarias constituidas por lodolitas, modeladas por fuertes procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa queda como resultado una topografía con pendientes que varían de pronunciadas a escarpadas. Las unidades presentan fuerte meteorización generando un alto perfil de saprolito y suelos de poca profundidad.

Unidades de origen estructural denudacional (UED): Las unidades de este tipo están asociadas a rocas sedimentarias, constituidas por intercalaciones de areniscas y lodolitas,

las cuales fueron afectadas por la fuerte tectónica compresiva, enmarcada dentro de la evolución de la cordillera Oriental, lo que generó un fuerte control estructural de la secuencia sedimentaria, presentando franjas con dirección norte-sur, siguiendo el rumbo de las fallas. Como resultado de estos procesos estructurales, las rocas sedimentarias presentan estructuras de tipo sinclinal y anticlinales con ejes cortos, con fuerte diaclasamiento. Las estructuras de tipo monoclinal, dominan gran parte de la secuencia sedimentaria que desarrollan extensos planos estructurales que forman cuchillas y escarpes de falla.

Unidades de origen fluvio-coluvial (UFC)

Depósitos Aluviales: Esta geoforma se forma a expensas de corrientes superficiales de quebradas o ríos que depositan materiales detríticos presentan pendientes suaves (6-12%), formando abanicos con topografía plano ondulada, ligeramente disecadas. Cabe mencionar que se localiza en el municipio en el cauce de las principales quebradas y el área de mejor exposición se observa hacia el sur del municipio.

Depósitos Coluviales: Estas geoformas están asociadas a depósitos cuaternarios que tienen su origen a partir de procesos estructurales y denudacionales que generan material detrítico que es transportado pendiente a bajo y depositado en las laderas de valles, presentan morfología irregular como resultado de una depositación discordante y de espesor variado presentan pendientes que varían de pronunciadas a escarpadas.

MORFOGÉNESIS	GEOFORMA	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN
Estructural Denudacional	Laderas moderadamente disectada	Área de montaña con cimas agudas a redondeadas con elevaciones altas a muy altas, sobre rocas de edad cretácica	1,2

Denudacional	Laderas moderadamente disectadas	Estructuras de colinas residuales que presentan cimas convexas amplias con laderas irregulares cortas, donde el material constituyente son arenas de edad terciaria.	0,6
Aluvial	Terraza	Son estructuras con laderas levemente inclinadas a planas, que yacen sobre algunos sectores de los lechos de los ríos y quebradas	0,3

Tabla 5. Unidades geomorfológicas del Municipio de Herrán. Fuente: Díaz, (2001)

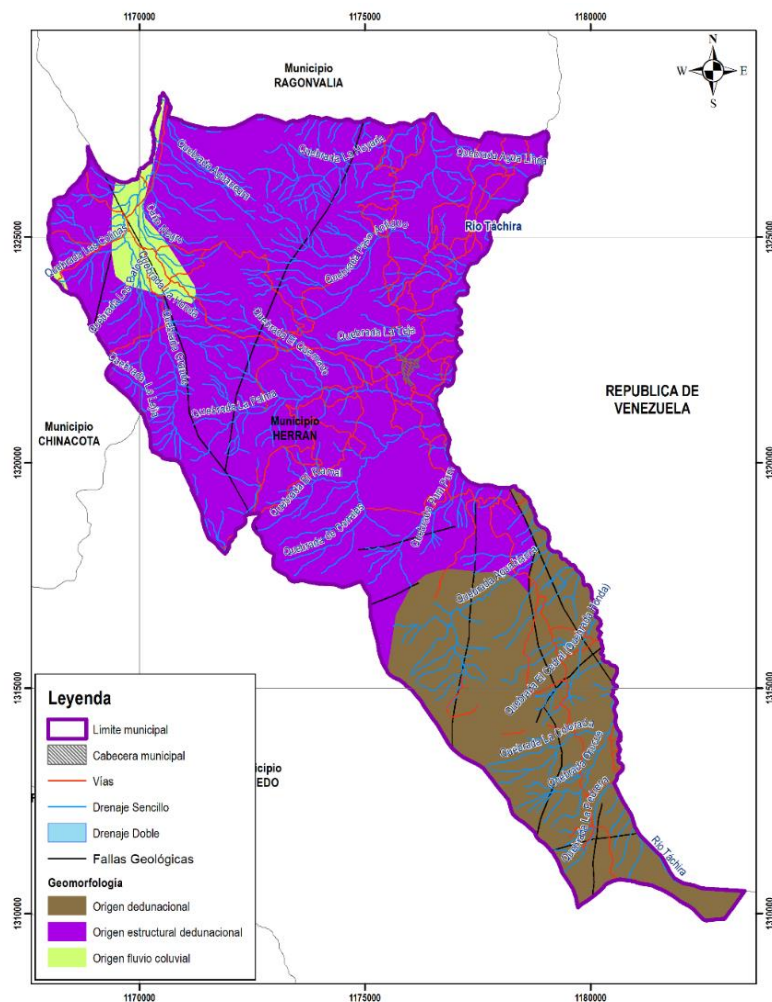


Imagen 10. Mapa de geomorfología del Municipio de Herrán, Norte de Santander

En el área de estudio se encontraron principalmente unidades geomorfológicas de relieve montañoso, constituida esencialmente por una secuencia de lodolitas y arcillositas, que incluyen geoformas de origen de Estructural Denudacional la cual presenta Riesgo Mayor por deslizamiento origen Denudacional la cual presenta Riesgo Medio por deslizamiento y el origen Aluvial siendo la que presenta Riesgo bajo a este fenómeno de remoción en masa

8.7. Mapa de Susceptibilidad por Fenómenos de Remoción en Masa

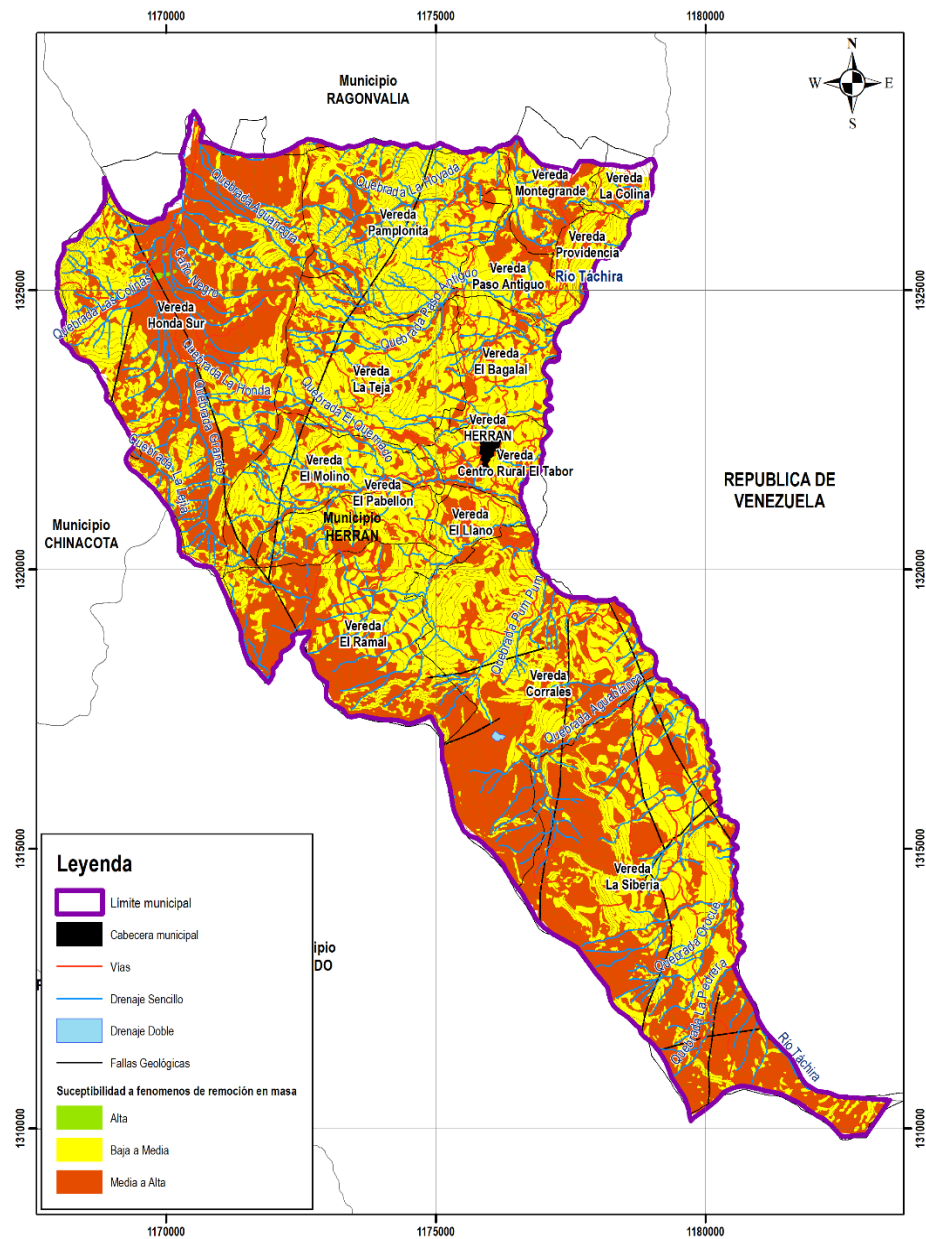


Imagen 11. Mapa de zonas de susceptibilidad por fenómenos de remoción en masa del Municipio de Herrán, Norte de Santander.

9. CONCLUSIONES

La metodología y desarrollo que se muestra en este trabajo es sólo una parte de lo que podría llegar a ser si se complementa con otras áreas de estudio, por ejemplo, con un muy detallado estudio de mecánica de rocas y de suelos, datos de geología estructural, geoestadística, etc., complementando así el estudio en el uso de sistemas de información geográfica y análisis espacial.

La susceptibilidad sólo identifica áreas potencialmente susceptibles y no implica un período de tiempo durante el cual pueda ocurrir un proceso; permite sectorizar las zonas potenciales a sufrir estos fenómenos, en base a las condiciones intrínsecas del terreno. Una de las funciones clave de los mapas de susceptibilidad, es indicar las zonas donde se hace necesario o es conveniente hacer estudios geológicos y geotécnicos complementarios.

En el mapa de la inestabilidad, la mayor parte del territorio se caracteriza por un moderado y mediano nivel de inestabilidad. La zona más crítica es un ecosistema caracterizado por fuertes pendientes, composición de suelos inestables, participa con frecuencia en los procesos de erosión estrictamente relacionados con las actividades humanas. La frecuencia relativamente alta de deslizamientos de tierra en el área de estudio subraya la necesidad de mucha más información para evaluar la susceptibilidad a deslizamientos y un mayor control durante la recolección y procesamiento de datos.

Entre el mapa de cobertura vegetal y el mapa de las zonas susceptibles, es posible afirmar que las zonas donde ha ocurrido intervención antrópica son las zonas más propensas a fenómenos de remoción en masa, tal como se observó en la cobertura vegetal de pastos limpios.

Teniendo en cuenta los alcances de la Guía técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS), Anexo B. Gestión del Riesgo, en donde señala: “se deben tener en cuenta aspectos fundamentales que deben atender el sector ambiental para la inclusión de éste como parte de sus funciones el sector ambiental en el tema de riesgos debe desarrollar procesos de conocimiento, reducción y recuperación en zonas de riesgo, sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, que pueden ser afectados por la ocurrencia de eventos peligrosos de origen naturales”. Para el estudio de

caso presentar, dentro la metodología utilizada se pudo evaluar mediante el análisis de la información secundaria recolectada, los componentes asociados al riesgo los cuales hacen referencia: suelo, agua, flora y fauna y conservación de la estructura físico-Biótica.

En ese orden de ideas se tuvieron en cuenta los aspectos en materia de riesgo según los Planes Ordenación Y Manejo De Cuencas Hidrográficas (POMCAS), Anexo B, Gestion del Riesgo, toda vez que se realizó en el presente documento una identificación, caracterización y especialización de las zonas donde se requiere un estudio mas detallado para evitar que estos fenómenos naturales o antrópicos en un futuro no llegasen a afectar considerablemente el aspecto físico, económico y social del municipio.

Mediante la elaboración del Mapa de zonas de susceptibilidad por fenómenos de remoción en masa del Municipio de Herrán, Norte de Santander, se pretende que este se convierta en un instrumento fundamental y adicionalmente que sea el primer insumo para realizar un análisis de riesgo más profundo con el fin de identificar las zonas con mayor vulnerabilidad ante una situación generada por fenómenos naturales o acciones antrópicas.

Estas herramientas cartográficas son de vital importancia para desarrollar la planificación adecuada del municipio, buscando siempre el progreso del territorio y el bienestar de la comunidad que lo habita. Por otra parte, lo que se pretende es poner en conocimiento a la comunidad y a las entidades municipales, este documento para que se capacite y divulgue este tipo de estudios todo esto con el objetivo de fortalecer la capacidad institucional para prever, y abordar temas tan importantes como los presentados.

Dentro del análisis de riesgo “se entiende como la probabilidad de que un daño en vidas humanas, en bienes, en sus actividades productivas, en la infraestructura estratégica, que afecte gravemente la sostenibilidad ambiental del territorio y de los servicios ecosistémicos. El riesgo va más allá de la estimación de las consecuencias (daños o pérdidas) por la ocurrencia de un evento, contempla el análisis de las probabilidades de ocurrencia de estos, en un ámbito global de análisis y define sus niveles de acuerdo con el criterio de seguridad definido o aceptado”. Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS), Anexo B. Gestión del Riesgo

Desde el concepto de evaluación por amenaza por deslizamiento la cual define como movimiento ladero abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla. En el sistema de Varnes (1978), los deslizamientos se clasifican en transnacionales y rotacionales, según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material.

Las veredas donde se presenta menor vulnerabilidad a fenómenos de remoción en masa son Siberia y Corrales, las que presenta mayor vulnerabilidad son honda sur y ramal por ser montañosas de ladera con pendientes que oscila entre 6 a 25 grados con materiales de baja a mediana resistencia y gran espesor en la misma dirección de la pendiente. Es necesario un análisis de vulnerabilidad de forma cualitativa y semicuantitativa; en algunos casos, para determinar posibles daños en el área de estudio del territorio del municipio de Herrán, expuesta a esta amenaza, debe complementarse con información detallada para establecer la capacidad de respuesta ante un riesgo de tal magnitud.

Para finalizar, se puede determinar que dentro del municipio se presentan zonas con unas pendientes muy pronunciadas, dadas sus condiciones físicas (topografía), las cuales son factores fundamentales para incrementar la probabilidad de la ocurrencia de un fenómeno de remoción en masa, para este caso se ha demostrado que la cobertura vegetal es un componente determinante en dicho proceso, ya que las actividades humanas han ido transformando su entorno deteriorando las coberturas de sus territorios, con el transcurrir del tiempo. Dado lo anterior los análisis de riesgos también deben de tener en cuenta las interacciones que se presentan entre las comunidades (la mano del hombre) y sus formas de producción y desarrollo, ya que evidentemente es un factor determinante en la transformación del entorno.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Alcaldía Municipal de Herrán. (2012). Plan de desarrollo Municipio de Herrán, Departamento Norte de Santander. Herrán, Colombia.
2. Calderón, D. (2016). El ordenamiento territorial para la gestión del riesgo de desastres en Colombia. *Revista Territorios*. N°36. 239-264. Universidad del Rosario. Bogotá, Colombia.
3. Calderón, D & Grey, K. (2017). El ordenamiento territorial para la gestión del riesgo de desastres en Colombia. *Revista Territorios* 239-364. Universidad del Rosario. Bogotá, Colombia.
4. Campos A, Niels Holm-Nielsen C, Rubiano D, Costa C, Ramírez F & Dickson E. (2012). Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia Un aporte para la construcción de políticas públicas. Banco Mundial Colombia. Primera Edición. Bogotá, Colombia.
5. Castillo, L. (s.f). Análisis documental. Universidad de Valencia. Recuperado el 10 de Agosto de 2018 de <https://www.uv.es/macass/T5.pdf>. Valencia, España.
6. Comisión Europea. (2006). El cambio climático ¿qué es? Dirección general de Medio Ambiente. Luxemburgo, Alemania.
7. Costa, C. (2007). La adaptación al cambio climático en Colombia. *Revista de Ingeniería* N°26. 74-80. Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia.
8. Díaz, M. (2001). Esquema de ordenamiento territorial del Municipio de Herrán, Departamento Norte de Santander. Alcaldía Municipal de Herrán. Norte de Santander, Colombia.
9. Díaz, G. (2012). El cambio climático. *Revista Ciencia y Sociedad* Vol. 37, N°2. 227-240 Instituto Tecnológico de Santo Domingo Santo Domingo. Santo Domingo, República Dominicana.
10. García M, Carvajal Y & Jiménez, H. (2007). La gestión integrada de los recursos hídricos como estrategia de adaptación al cambio climático. *Revista Ingeniería y Competitividad*. Vol.9, N°1. 19-29. Universidad del Valle. Cali, Colombia.
11. Gestión del Riesgo. (2018). Legislación relacionada con la gestión del riesgo. Recuperado el 17 de Agosto de 2018 de http://www.gestiondelriesgomanzales.com/index.php?option=com_content&view=article&id=101%3Alegislacion-relacionada-con-la-gestion-de-riesgos&catid=48%3Aaspectos-juridicos&Itemid=28 Manizales, Colombia.

12. Instituto de Estudios del Ministerio Público IEMP. (2014). La gestión del riesgo de desastres en Colombia: contribuciones científicas, avances, perspectivas, y sinergia entre Estado y sociedad civil. *Revista Innova*. Vol.5, Nº18. 4-9. Colombia.
13. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. (2015). Nuevos escenarios del cambio climático para Colombia 2011-2100. Primera edición. Bogotá, Colombia.
14. Lampis, A. (2013). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: debates acerca del concepto de vulnerabilidad y su medición. *Revista Colombiana de Geografía*. Vol.22, Nº2. 17-33. Bogotá, Colombia.
15. Ley 1523 de 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*. Colombia, Abril 24 de 2012.
16. Morales, O. (2012). Fundamentos de la investigación documental y la monografía. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
17. Obando, J. (2012). Zonificación de la amenaza por fenómenos de remoción en masa en el corregimiento de las mesas, municipio de El Tablón de Gómez, departamento de Nariño. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.
18. Pabón, J. (2003). El cambio climático global y su manifestación en Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Geografía. Bogotá, Colombia.
19. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD. (2012). Conceptos Generales sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Contexto del País, experiencias y herramientas de aplicación a nivel regional y local. Chile.
20. Suarez, J. (1998). Deslizamientos: análisis geotécnico. Cap. 11. Zonificación de Amenaza y Riesgo. Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.
21. Suarez, J. (1998). Deslizamientos: análisis geotécnico. Cap. 13. Zonificación de Susceptibilidad Amenaza y Riesgo. Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.
22. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres UNGRD. (2016). Plan nacional de gestión del riesgo de desastres. Colombia.
23. Uribe, E. (2015). El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL. Santiago de Chile, Chile.

24. Useros, J. (2013). El cambio climático: sus causas y efectos medioambientales. Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid. Vol. 50. 71-98. Valladolid, España.
25. Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (2104).Guía técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS), Anexo B. Gestión del Riesgo