

2.3 COMPONENTE RURAL MUNICIPIO DE CARCASI

2.3.1 METODOLOGIA

Se comenzó con una recopilación bibliográfica, análisis de estudios realizados en la zona e interpretación de pares estereoscópicos de fotografías aéreas del municipio de Carcasí. Parte del estudio, determinación y ubicación de las unidades litológicas, geomorfológicas y procesos morfodinámicos, se basa en la manipulación de información secundaria generada principalmente por entidades afines tales como: CAS, IDEAM, IGAC, INGEOMINAS, MINERCOL y UIS.

El trabajo de campo comprendió un recorrido por las veredas que conforman el municipio de Carcasí, toma de material gráfico e identificación de las unidades de roca, estructuras (pliegues, fallas), zonas con problemas de inestabilidad en el terreno tales como procesos erosivos y movimientos de remoción en masa.

2.3.1.1 GEOLOGÍA

La superficie del municipio de Carcasí se caracteriza por presentar rocas de edad Pre-Devónica conformada por el Paleozoico del Río Nevado; unidades de rocas Sedimentarias del Cretácico conformadas por las Formaciones Tibú – Mercedes, Aguardiente, Capacho, La Luna y Colon – Mito Juan; Unidades sedimentarias de edad Terciaria conformada por la Formación Barco, Los Cuervos, Mirador y Carbonera; la unidad Cuaternaria esta compuesta por depósitos coluviales, aluviales, morrenas y glaciales, “depósitos de morrenas de probable origen glacial”

2.3.1.1.1 ESTRATIGRAFIA

A continuación se hace una descripción general de la geología del municipio de Carcasí. Con el fin de tener una visión general del esquema geológico del área de estudio, se han agrupado las rocas existentes de acuerdo a su génesis y cronología (Tabla No. 15), tomando como base la plancha 136 de Málaga y 137 de Boyacá a escala 1:100000 publicado por Ingeominas, 1976.

TABLA No. 15. FORMACIONES GEOLÓGICAS MUNICIPIO DE CARCASÍ

PERIODO	SIMBOLO	FORMACION	AREA_HA
CUATERNARIO	Qal	ALUVIAL	1168,57
	Qc	COLUVIAL	1378,33
	CA	CONOS Y ABANICOS	1994,77
	Qm	MORRENAS	2179
TERCIARIO	Tec	FORMACIÓN CARBONERA	2309,65
	Tem	FORMACIÓN MIRADOR	2100,23
	Tplc	FORMACIÓN LOS CUERVOS	1810,2
	Tpb	FORMACIÓN BARCO	1470,41
CRETACICO	Kscm	FORMACIÓN COLON – MITO JUAN	2915,25
	Ksl	FORMACIÓN LA LUNA	1360,75
	Ksc	FORMACIÓN CAPACHO	1142,85
	Kia	FORMACIÓN AGUARDIENTE	1400,46
	Kitm	FORMACIÓN TIBÚ - MERCEDES	2060,73
DEVONICO	Pcrn	PALEOZOICO DEL RÍO NEVADO	2896,88

FUENTE LOS AUTORES

2.3.1.1.1.1 Roca Sedimentaria de Edad Permiano–Carboniano. La unidad de roca perteneciente a este periodo evidencia la ocurrencia de diferentes eventos orogénicos asociados a las rocas del Macizo de Santander influenciado por la actividad tectónica del área.

- **Paleozoico del Río Nevado (Pcrn)**

Esta unidad fue estudiada por primera vez por Stibane y Forero (1969) en el puente Totumo sobre el Río Nevado, que sirve de límite entre Boyacá y Santander. En general la unidad esta compuesta por en el municipio de Carcasí por limolitas gris verdosas y rojizas, lodolitas rojo grisáceas, con nódulos calcáreos, lutitas gris amarillentas, alternancia de calizas y niveles delgados de conglomerados con fragmentos de caliza y areniscas; Estos sedimentos corresponden a un ambiente de plataforma marina o un dominio de zonas de aguas poco profundas.

Esta unidad de roca sedimentaria del Paleozoico se localiza en la zona Oriental del municipio de Carcasí en contacto fallado con las unidades de rocas del Cretácico y cubierto parcialmente por depósitos cuaternarios de derrubio; su afloramiento tipo se encuentra en la vía del casco urbano al corregimiento El Tobal. Ocupa una extensión de 2896,88 hectáreas.

El Paleozoico del Río Nevado en Santander se presenta en contacto discordante y fallado con unidades del Cretácico inferior (Tibú – Mercedes y Capacho). Con base en fauna y flora presentes en la unidad se le ha asignado una edad Carbonífero inferior a Pérmico (STIBANE y FORERO, 1969).

2.3.1.1.1.2 Rocas Sedimentarias de Edad Cretácica y Terciaria. En el municipio de Carcasí las unidades de rocas Cretácicas y Terciarias presentan un marcado control estructural debido a la influencia ejercida principalmente por los sistemas de fallas regionales de Bucaramanga, Chicamocha y Servita; También se presentan estructuras en forma de Anticlinales y sinclinales; con un relieve característico de escarpes, montañas, laderas y colinas. Esta unidad de rocas sedimentarias y terciarias presenta evidencias claras y muy marcadas de erosión laminar, formación de terracetos, deslizamientos locales y desprendimiento de la cobertura vegetal, debido a la influencia antrópica presente en la zona que generan inestabilidad en el terreno en sectores con una topografía de pendiente fuerte (25-50-75%).

La nomenclatura utilizada para describir y ordenar cronológicamente las unidades de rocas del Cretácico y Terciario pertenece a la cuenca de Maracaibo influencia de la cuenca del Catatumbo.

- **Formación Tibú – Mercedes (Kitm)**

Estas unidades por separado fueron descritas en el área de la Concesión Barco como miembros inferior y medio del Grupo Uribante (NOTESTEIN, F.B. et al., 1944), que posteriormente fueron elevados al rango de formaciones Tibú y Mercedes. En este informe por razones de sus contactos confusos, se consideran como una sola unidad, denominada Formación Tibú-Mercedes, que aflora al Oriente de Santander. Está constituida por una alternancia de calizas biomicríticas, gris oscuras, localmente arenosas y arcillosas, lodolitas y areniscas gris oscuras, fosilíferas, micáceas. Hacia la parte inferior se encuentran areniscas de grano medio a conglomeráticas, levemente calcáreas, micáceas e interpuestas por capas de lodolitas grises con nódulos ferruginosos. Estos sedimentos se

depositaron en un ambiente marino de aguas tranquilas o con corrientes ligeramente reductoras (FABRE, 1981).

Los contactos de la Formación Tibú-Mercedes en Santander son concordantes con la infrayacente Formación Río-Negro y con la suprayacente Formación Aguardiente. Con base en estudios paleontológicos, varios autores coinciden en asignarle edad del Aptiano superior a Albiano inferior. Es correlacionable con las formaciones Rosablanca y Paja del Valle Medio del Magdalena.

Esta unidad de roca esta concentrada en la zona Oriental del municipio, en pequeñas áreas que afloran en forma aleatoria, principalmente aflora en limites con el municipio de Enciso. Su extensión es de 2060,73 hectáreas.

- **Formación Aguardiente (Kia)**

Fue considerada originalmente como el miembro superior del Grupo Uribante, pero F.A. Sutton (en JULIVERT, M. et al., 1968) la elevó al rango de Formación Aguardiente. La localidad tipo está en el Cerro Aguardiente, Norte de Santander (RICHARDS, 1968).

Aflora principalmente en el sector Sur del municipio de Carcasí, en los sectores del Ropejo y la Montaña; esta compuesta de arenisca de cuarzo, grises a gris claras, de grano fino, medio y grueso, glauconíticas, con estratificación cruzada e intercalaciones delgadas de lodolitas grises a negras, carbonosas y micáceas. Para Fabre (1985) la sedimentación de esta unidad representa un frente deltaico. Ocupa un área de 1400,46 hectáreas.

Los contactos tanto inferior como superior de esta unidad son concordantes con

las formaciones Tibú-Mercedes y Capacho. Localmente descansa en discontinuidad estratigráfica sobre rocas sedimentarias de la Unidad Paleozoico del Río Nevado. Los contactos de esta unidad son concordantes y bien definidos con la infrayacente Formación Tibú-Mercedes y la suprayacente Formación La Luna. La edad es Cenomaniano al Turoniano (RICHARDS, 1968)

- **Formación Capacho (Ksc)**

Fue denominada inicialmente Formación Capacho en el área de Concesión Barco por SIEVERS 1888 (RICHARDS, H.G. 1968). Posteriormente NOTESTEIN et al 1944 la llamaron formación Cogollo y la dividieron en tres miembros; sin embargo el nombre Cogollo fue mas tarde adoptado como Grupo. RICHARDS 1968 aconseja abandonar él termino Cogollo y usar el de Capacho y le asigna una edad entre el Cenomaniano y Turoniano. En el departamento de Santander se utiliza el nombre de Capacho para denominar la secuencia comprendida entre la Formación Aguardiente y la Formación La Luna.

En el municipio aflora al Sur y Este en pequeñas áreas en forma alargada; esta compuesta principalmente de arcillas negras laminadas (shale) calizas fosilíferas, calizas y areniscas calcáreas. Ocupa una extensión de 1142,85 hectáreas.

- **Formación La Luna (Ksl)**

El término fue introducido en Colombia para el área de Concesión Barco por Notestein F.B. et al. (1944) y Richards (1968); también ha sido utilizado en la nomenclatura estratigráfica del Valle Medio del Magdalena. Aflora en forma alargada en pequeñas áreas distribuidas aleatoriamente en el municipio, donde está compuesta por calizas y lodolitas calcáreas con grandes concreciones y

nódulos discoidales, biomicríticos, capas delgadas de chert y rocas fosfóricas en la parte alta de la secuencia. Las calizas generalmente son fosilíferas (amonites y foraminíferos) y presentan fuerte olor a petróleo al romperse. Estos sedimentos se depositaron en un ambiente marino de aguas someras cercanas al borde externo de la plataforma (restos de peces, pellets, apatito). Ocupa una extensión de 1360,75 hectáreas.

La Formación La Luna descansa concordantemente sobre la Formación Capacho e infrayace en contacto aparentemente normal a la Formación Colón-Mito Juan. Varios autores basados en estudios paleontológicos, la consideran de edad del Turoniano al Santoniano. Esta unidad se correlaciona con la Formación La Luna del sector occidental de Venezuela y del Valle Medio del Magdalena.

- **Formación Colón-Mito Juan (Kscm)**

Estas unidades fueron definidas separadamente por R.A. Liddle (en JULIVERT, M. et al., 1968) y posteriormente fueron redefinidas por Notestein, F.B. et al. (1944). Por presentar límites estratigráficos algo confusos, se les considera como una sola unidad, denominada Formación Colón-Mito Juan. Aflora como pequeñas áreas distribuidas en forma aleatoria en el municipio; esta compuesta de lodolitas grises, gris oscuras a negras, fosilíferas (foraminíferos), levemente calcáreas, piritosas, con nódulos ferruginosos y algunas capas de calizas grises, lumaquélidas. Esta unidad presenta capas de lodolitas gris verdosas con intercalaciones de limolitas y algunas capas delgadas de carbón hacia la parte alta

Las características faciales de esta unidad indican ambientes contiguos de avances y retrocesos del nivel del mar en depósitos de aguas algo profundas, bajo

condiciones anóxicas. Ocupa una extensión de 2915,25 hectáreas.

El contacto inferior de la Formación Colón-Mito Juan en Santander sobre la Formación La Luna es aparentemente concordante, mientras el contacto superior con la Formación Catatumbo es concordante, pero no siempre está claramente definido como para ser cartografiado. Su edad es considerada del Campaniano superior al Maestrichtiano inferior.

2.3.1.1.1.3 Rocas Sedimentarias de Edad Terciaria. Las unidades de rocas de edad Terciaria que afloran en el municipio de Carcasí, corresponden a depósitos de la cuenca estratigráfica del Catatumbo - Maracaibo y por lo tanto la nomenclatura empleada es de dicha cuenca; afloran principalmente en la zona central como franjas alargadas intercaladas, con un marcado control estructural (fallas y pliegues) y cubiertos parcialmente por depósitos cuaternarios principalmente de origen glacial.

- **Formación Barco (Tpb)**

Descrita por Notestein, F.B. et al. (1944) en el flanco oriental del anticlinal de Petrólea, en la Sierra del Barco, Norte de Santander. Esta unidad se compone de areniscas de cuarzo grises, comúnmente con cuarzo bastante brillante, de grano fino a medio, con estratificación cruzada, localmente arcillosas, alternadas con lodolitas gris oscuras, ligeramente micáceas, carbonosas, con nódulos ferruginosos. Se presentan cintas o capas muy delgadas de carbón hacia la parte superior. El ambiente deposicional parece ser bajo condiciones lagunares deltaicas.

El contacto inferior de la Formación Barco es aparentemente concordante con las formaciones Catatumbo y Colón-Mito Juárez; su contacto superior es concordante con la suprayacente Formación Los Cuervos. Van Der Hammen (1958) con base en datos palinológicos, le asigna una edad del Paleoceno inferior. Es equivalente en parte con la Formación Lisama del Valle Medio del Magdalena. Ocupa un área de 1470,41 hectáreas.

- **Formación Los Cuervos (Tplc)**

Fue descrita por Notestein, F.B. et al. (1944) en la Concesión Barco y su sección tipo se encuentra en la Quebrada Los Cuervos, afluente del Río Catatumbo, arriba de Puerto Barco, Norte de Santander. Está constituida en su parte inferior por lodolitas grises a gris oscuras, carbonosas e intercalaciones de areniscas, con algunas capas explotables de carbón. La parte media se compone de areniscas gris-amarillenta, cuarzosas, localmente feldespáticas con pequeñas intercalaciones de lodolitas gris oscuras, carbonosas y capas de carbón entre 0,10 y 2,50 m de espesor. En la parte superior presenta lodolitas grises, carbonosas, ligeramente micáceas y ferruginosas, con delgadas intercalaciones de areniscas grises, carbonosas. Se asume que el ambiente de depósito fue transicional (deltaico). Su extensión es de 1810,2 hectáreas.

La Formación Los Cuervos descansa concordantemente sobre la Formación Barco. El contacto superior con la Formación Mirador aparentemente es concordante, aunque se ha discutido mucho que localmente es discordante (DE PORTA, J. et al., 1974). La edad es Paleoceno superior al Eoceno inferior. Esta unidad es correlacionable con la parte superior de la Formación Lisama y parte inferior de la Formación La Paz en el Valle Medio del Magdalena.

- **Formación Mirador (Tem)**

Fue descrita por A.H. Garner (en DE PORTA, J. et al., 1974) en Venezuela e introducida en Colombia por Notestein, F.B. et al (1944). Esta unidad está compuesta principalmente por areniscas de cuarzo, blancas y gris claras, de grano fino a medio y ligeramente conglomeráticas, carbonosas, con algunos intraclastos lodolíticos; en la parte media-alta se presenta un nivel de arcillolitas grises, carbonosas, con intercalación de areniscas de cuarzo, de grano fino. La parte superior está conformada por una secuencia de areniscas gris claras, grano medio a ligeramente conglomeráticas, feldespáticas y ferruginosas. Se trata de sedimentos continentales a localmente epicontinentales.

La Formación Mirador presenta una discontinuidad estratigráfica con la Formación Los Cuervos y concordancia en la parte superior con la Formación Carbonera. Hubach(1957) y Van Der Hammen(1958), le asignan una edad Eoceno inferior a medio. Se correlaciona bien con la Formación La Paz del Valle Medio del Magdalena. Su extensión es de 2100,23 hectáreas.

- **Formación Carbonera (Tec)**

Definida por Notestein, F.B. et al. (1944) en la Quebrada Carbonera, en el flanco oriental del anticlinal de Petrólea de la Concesión Barco, su sección tipo está en dicha quebrada. Está compuesta por una alternancia de lodolitas grises, gris verdosas y pardas, ferruginosas, con areniscas de cuarzo, gris verdosas, con restos carbonosos, dispuestas en capas medianas y gruesas; hacia la base y parte alta se tienen capas de carbón y esporádicos lentes de calizas. Los sedimentos de esta unidad se depositaron en un ambiente continental a localmente epicontinental.

La Formación Carbonera descansa concordantemente sobre la Formación Mirador, su contacto superior aparentemente es concordante con la Formación León. La edad fue determinada como Eoceno superior-Oligoceno inferior (VAN DER HAMMEN,1958). Su extensión es de 2309,65 hectáreas.

2.3.1.1.1.4 Cuaternario. A este periodo pertenecen los depósitos de edad reciente, que abarca los últimos uno o dos millones de años y aparición de por lo menos 4 periodos fríos o glaciaciones, que provocan un notable cambio en la climatología del planeta y en consecuencia en las características de los procesos de erosión y acumulación de sedimentos. A continuación se describen los tipos de depósitos cuaternarios presentes en el municipio de Carcasí.

- **Depósitos aluviales (Qal)**

El principal depósito se localiza al Norte en límites con el municipio de Concepción, en el área de influencia de la quebrada Enciso, El Obispo y la Laguna Sartaneja, otro depósito se encuentra en la zona media del municipio en el área de influencia de la quebrada El Bejuco y el corregimiento El Tobal. La composición de los materiales es muy heterogénea, formada por capas y lentes de cantos rodados, guijarros, gravas, arenas y arcillas. Otras acumulaciones de tipo aluvial en forma de barras y terrazas bajas se encuentran a lo largo de la red hídrica del municipio, que debido a su poca extensión no son cartografiables a la escala utilizada en este informe; se localizan principalmente en la zona de influencia del río La Ollera. Su extensión es de 1168,57 hectáreas.

- **Depósitos de Derrubio (Qc)**

Son depósitos acumulados, por lo general, en terrenos con una topografía empinada, y provienen del desprendimiento de materiales de laderas adyacentes, por la acción de la fuerza de gravedad. Son de común ocurrencia en escarpes de roca muy fracturada y en zonas de topografía montañosa de pendiente alta. Su extensión es de 1378,33 hectáreas.

- **Conos de Deyección y Abanicos (CA)**

Son depósitos mixtos de acumulación de sedimentos dispuestos en forma de abanicos por agua y gravedad que dan a la formación de cuaternarios de abanicos y conos de deyección. Este tipo de depósito es muy claro hacia el Norte en la zona de Agua Tendida y sector El Reposo. Ocupa un área de 1994,77 hectáreas.

- **Depósitos de morrenas (Qm)**

Son en general morrenas depositadas en las últimas glaciaciones y están constituidas por grandes bloques dentro de una matriz limo arenosa de tonos amarillentos, localizados al Oriente del municipio como valles glaciales colgantes entre las cotas 3800 y 4000 m.s.n.m. Su extensión es de 2179 hectáreas.

2.3.1.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El municipio de Carcasí se encuentra con un marcado control estructural producto de la influencia del macizo de Santander y la cordillera Oriental los cuales a través de diferentes tipos de eventos geológicos, el primero relacionado con la falla de Bucaramanga en el Paleozoico de tipo regional y el segundo al levantamiento de la Cordillera Oriental en el Mioceno, que afecto los sedimentos del Cretáceos y Terciarios, afectando todo el conjunto, originando pliegues y fallas inversas producto de la acción de los esfuerzos tensionales y compresionales en la región.

Estos procesos han generado este tipo de características estructurales manifestada en fallas inversas y plegamientos que se encuentra concentrada principalmente sobre la secuencia terciaria y en menor proporción en la cretácica; que son respuestas de una actividad tectónica del pasado geológico e influencia ejercida principalmente por los sistemas de fallas regionales de Bucaramanga, Chicamocha y Servita.

A continuación se describen las estructuras principales:

- **Falla de Servita.** Esta falla constituye uno de los rasgos estructurales más notables de la región de García Rovira al Oriente del Departamento de Santander. Se extiende por una longitud aproximada de 65 Km, prolongándose al Sur en Boyacá y al Norte en territorio de Norte de Santander. Es una falla inversa con dirección predominante Norte-Sur y presenta inclinación hacia el Occidente. La Falla de Servitá pone en contacto rocas jurásicas de la Formación Girón al Occidente con rocas cretácicas y terciarias al Oriente, con un desplazamiento vertical aproximado, que puede superar los 3.000 m

(WARD, D. et al., 1973).

Aunque el trazo de la línea de esta falla no pasa directamente por el municipio, si ejerce un marcado control estructural sobre el sector Occidental las la vereda Saucara, Buenavista y sobre la quebrada Suparí, donde es muy evidente los plegamientos, estratificación caótica y fracturamiento de rocas.

- **Falla de Chiscas.** La falla de tipo inverso, presenta una dirección N-NE, afecta el sector Oriental del municipio. Continua manteniendo su rumbo y pone en contacto la secuencia cretácica al Oriente, con capas terciarias al Occidente.
- **Falla de San Mateo.** Falla de tipo inverso con dirección preferencial N-W, su labio W hundido y con una traza relativamente rectilínea que indica un alto ángulo; en el municipio, el movimiento disminuye progresivamente, dejando en contacto las unidades de rocas del Río Nevado a ambos lados.
- **Falla Río Hollera-Tunebo.** Es una fractura menor que ejerce un control sobre el curso de estos dos drenajes. Es una falla de tipo Normal, con una componente de rumbo dextral. Esta falla conjugada con otros factores son responsables de la inestabilidad del terreno manifestada en movimientos de remoción lo cual genera una susceptibilidad de amenaza alta por erosión y deslizamientos en el área de influencia de esta microcuenca.
- **Falla Quebrada La Honda.** Es una falla de tipo normal y su línea de trazo es a lo largo de la quebrada La Honda, con una dirección preferencial N-NW. Esta falla de tipo local puede generar problemas de inestabilidad en la vía entre Enciso y Carcasí.

- **Sinclinal de la Bricha.** Sinclinal asimétrico; eje con dirección preferencial N-NW, que atraviesa la zona central del municipio, sus flancos están limitados por las fallas de San Mateo al W y Chiscas al E. El núcleo esta constituido por sedimentos de la formación carbonera.

2.3.1.3 GEOLOGIA HISTORICA

En el documento "Contribución al Conocimiento de la Geología de los Santanderes", elaborado por Clavijo, J. et al. (1993) para el IV Simposio de Geología Regional, se compilan los trabajos existentes y se produce una geología histórica generalizada del departamento de Santander. A continuación se hace una adaptación de dicho estudio.

En Colombia dentro de los últimos tiempos se han desarrollado algunas investigaciones especialmente por Estrada (1972), Boinet, T. et al. (1981-82), Boinet (1985), Boinet, T. et al. (1985), Etayo, F. et al. (1986), Kellogg (1984), James (1985), Toussaint y Restrepo (1989) y Toussaint, J. F. et al. (1992), quienes han intentado explicar y sustentar la existencia de aloctonía de algunos "terrenos" y bloques que conforman el complejo mosaico caribeño - norandino del cual forma parte el territorio del Departamento, cuya evolución geológica se ha estado explicando solamente mediante una dinámica autóctona de levantamiento y hundimiento de sus provincias y bloques componentes. No obstante, la carencia de estudios específicos de radiometría, paleomagnetismo y geoquímica, no permiten hacer ciertas precisiones sobre separaciones y colisiones, traslaciones y rotaciones de esta "colcha de retazos" a lo largo de la accidentada historia geológica del Departamento de Santander.

A mediados del Proterozoico, el territorio de Santander formaba parte de un

“megaterreno” cuyo basamento se encontraba conectado probablemente al Escudo de Guayana (IRVING, 1971; TSCHANZ, CH. et al., 1974; KROONENBERG, 1982) durante diversas orogenias o bien existía como “terreno alóctono” con respecto a dicho escudo (ETAYO, F. et al., 1986; GONZALEZ, H. et al., 1988; TOUSSAINT y RESTREPO, 1989). En este tiempo se desarrolla una cuenca marina en la que se depositan sedimentos clásticos con importantes aportes ígneos alcalinos. A finales del Proterozoico (945-680 m.a.) esta secuencia es deformada, intruida por cuerpos de composición granodiorítico - cuarzomonzonítica y es sometido a metamorfismo de alto grado como es el caso del Neis de Bucaramanga y el Ortoneis de Berlín que constituyen el basamento continental. El basamento del Precámbrico en el Macizo de Santander, representa el zócalo más antiguo de todo el Oriente Colombiano, lo que explica las características andinas o intracontinentales de las orogenias que afectaron esta región.

Durante el Paleozoico inferior se depositó, sobre paleorrelieves erosionados del Proterozoico, una megasecuencia grano - decreciente cíclica de ambientes de talud submarino (ETAYO, F. et al., 1985). La Orogenia Caledoniana afectó los depósitos cambro-ordovícicos, produciendo fuertes plegamientos y un metamorfismo de muy bajo a localmente bajo grado hasta la facies esquisto verde, conformándose la Formación Silgará y la unidad de la secuencia metasedimentaria en el Macizo de Santander. Intrusiones sin o postectónicas datadas entre 417 y 371 m.a., según Cordani (en ETAYO, F. et al., 1986 en monzonitas del Batolito de Onzaga, correspondientes al Macizo de Santander), acompañaron la Orogenia Caledoniana. A mediados del Devónico se reanuda la sedimentación pericontinental sobre la margen oriental del Océano Proto-Atlántico (Iapetus), según Etayo, F. et al. (1989), ocurre la depositación de abanicos-deltas (Formación El Tibet) y sedimentación marina epicontinental (Formación Floresta).

Después del hiato estratigráfico en el intervalo Devónico - Carbonífero inferior, se sucede el avance de un mar transgresivo (Pensilvaniano - Pérmico). Se inicia una tectónica de fallamiento en respuesta a movimientos epirogénicos que forman relieves de mesas y valles; los avances y retrocesos del mar se suceden en un paisaje árido como lo evidencia la alternancia de sedimentitas rojas y calizas biogénicas (Formación Diamante, Unidad Paleozoico del Río Nevado).

A comienzos del Triásico se inicia la apertura del Paleocaribe por formación de fosa tectónica de hundimiento (graben), con actividad volcánica más o menos intensa que separa a Norte y Suramérica. El “megaterreno ancestral” comienza a fraccionarse, algunas áreas empiezan a hundirse y en las cuales sólo se depositaron algunos abanicos aluviales (Formación Tiburón), pero por este tiempo el “megaterreno ancestral” se solda al “megaterreno autóctono” (TOUSSAINT y RESTREPO, 1989).

En las fases finales del Triásico y comienzos del Jurásico, se inicia la ruptura de La Pangea mediante un proceso de formación de cuenca intercontinental, cuyas ramificaciones afectan gran parte del Cratón Suramericano (se forman aulacógenos, cuencas de tracción), según Maze (1984).

A principios del Jurásico se inicia un proceso de formación de cuencas en lo que hoy son los valles Medio del Magdalena y el del Cesar (ESTRADA, 1972; MACIA, C. et al., 1985; MOJICA y HERRERA, 1986; MOJICA y FRANCO, 1990). Este proceso se inicia en una franja estrecha dando origen a sedimentitas jurásicas que por esfuerzos distensivos, empieza a hundirse en bloques escalonados, provocado por un fallamiento normal, formándose de esta manera el graben primario.

DIAGNOSTICO E.O.T MUNICIPIO DE CARCASÍ – SANTANDER.

En lo referente al actual Nororiente Colombiano se forman algunas cuencas (Valle Medio del Magdalena, Cesar, Perijá, Mérida, Maracaibo), que fraccionan el “megaterreno ancestral” por hundimiento en bloques escalonados siguiendo un patrón en zig-zag, limitado por dos sistemas de falla N-NE y otro NW-SE que lo desplaza, cuyo elemento principal es la Falla de Bucaramanga-Santa Marta. Se suceden breves incursiones marinas (Formación Bocas), seguidas de una sedimentación fluviolacustre, acompañada de un incipiente vulcanismo explosivo (Formación Jordán) que aporta en parte material de relleno de estas cuencas; simultáneamente ocurre la intrusión de cuerpos granodioríticos en el Macizo de Santander (190-160 m.a). A finales del Jurásico y comienzos del Cretácico se deposita la potente secuencia fluvial del Grupo Girón.

En el Cretácico inferior la sedimentación continental da paso de manera gradual a la ingresión marina, que inicialmente inunda las entradas de las ramificaciones del Paleorift del Magdalena y luego invade áreas mayores (ETAYO, F. et al., 1989), depositándose una espesa secuencia de areniscas, lutitas y calizas de las formaciones cretácicas en las provincias del Valle Medio del Magdalena, Maracaibo y áreas menores en las provincias de Santander y Mérida.

En el Cretácico superior y comienzos del Terciario, se produce el retiro del mar, acompañado de un levantamiento diferencial. En este tiempo termina la larga etapa distensiva y se produce una inversión de esfuerzos, que desde el Paleoceno da inicio a la etapa compresiva. En el Paleoceno medio ocurre el levantamiento de la provincia del Macizo de Santander. Durante este lapso la erosión remueve gran parte de la megasecuencia cretácica, aportando el material que forma las diversas y potentes unidades terciarias.

Durante el Mioceno medio se inicia el levantamiento generalizado de la Cordillera Oriental Colombiana. En el Mioceno medio-superior se produce una fase de

compresión más intensa, formándose en la parte occidental del “supraterreno de la Cordillera Oriental”, una cadena plegada cabalgante con vergencia al Occidente (FABRE, 1983) y un sistema de cabalgamiento con vergencia hacia el Oriente en la región oriental (Bloque de Pamplona). Esto hace que el “terreno Santander” se comporte como un horst cuyos flancos oriental y occidental cabalgan sobre el “terreno Valle Medio del Magdalena” al Occidente y “terrenos Maracaibo y Llanos” al Oriente (FABRE, 1983; TOUSSAINT y RESTREPO, 1989; TOUSSAINT, J.F. et al., 1992).

Durante el Mioceno superior y el Plioceno, la Falla Bucaramanga-Santa Marta, tuvo su desplazamiento de rumbo sinistral de aproximadamente 100 Km (BOINET, T. et al., 1989). La última fase compresiva en la Cordillera Oriental se produce desde el Mioceno superior y se continúa hasta el presente (BOINET, T. et al., 1985), generada por el desplazamiento de la placa Suramericana hacia el Occidente. En el Mioceno inferior – Plioceno - Pleistoceno se deposita la secuencia molásica del Grupo Real. Entre el Pleistoceno y el Holoceno, se producen grandes depósitos fluviales semiconsolidados y pequeños depósitos glaciares, destacándose los que cubren el Valle Medio del Magdalena y los que constituyen la Meseta de Bucaramanga, entre otros.

2.3.1.4 SECTOR MINERO

Consiste en analizar la información minera secundaria recopilada en fuentes tales como: La Secretaria de Planeación de la Alcaldía Municipal, CAS, MINERCOL, INGEOMINAS y la Secretaría de Agricultura del Departamento Sección Minas, para la localización y evaluación de las actividades mineras que tiene el municipio en cuanto potencial geológico se refiere.

2.3.1.4.1 Minerales Presentes en el Municipio. De acuerdo a la información del Boletín Geológico (INGEOMINAS., 1978), Recursos Minerales de Colombia (INGEOMINAS., 1987) y El Plan de Desarrollo Minero – Ambiental de Santander (1996), hace mención sobre manifestaciones de mantos de carbón sobre la secuencia Terciaria en la Formación Los Cuervos con espesores que varían entre 10 cm a 1,50 metros, también hay buenos afloramientos de carbón ubicados en la Cuchilla de Palencia, que forman parte de un sinclinal; otros materiales de explotación artesanal se encuentra la extracción de arenas de peña de la Formación Mirador cerca al corregimiento El Tobal.

En el municipio de Carcasí no existe una explotación minera activa a gran escala; las explotaciones de carbón, arena de peña y material de recebo existentes son a pequeña escala realizadas por métodos artesanales, cielo abierto y subterránea, no existen datos específicos de cálculos de reservas, desarrollan sus trabajos por medios mecánicos como herramientas manuales (picas, barras, palas y otros), sistema de tracción animal y la cantidad de extracción no sobrepasa las 500 toneladas anuales de material útil.

Con el fin de definir el tamaño de la minería se hace necesario la realización de una visita técnica de verificación en el área de las explotaciones por parte de MINERCOL y poder definir en caso de tratarse de Pequeña Minería, y la viabilidad de iniciar el respectivo Proceso Minero Especial. Si se tratara de Minería de Subsistencia oficiar a la Alcaldía de Carcasí para que proceda a inscribir y carnetizar a los referidos explotadores como mineros de subsistencia.

2.3.1.5 GEOMORFOLOGIA

El modelamiento de las actuales geformas obedece a la acción continuada de los procesos de denudación de la corteza terrestre, entre ellos la erosión y fenómenos de remoción en masa, los cuales en muchos de los casos son acelerados por la interacción de diferentes factores de tipo litológico, estructural, hidrometeorológico etc. y actividades antrópicas inadecuadas.

La identificación y clasificación de las geformas en el municipio de Carcasí se hace teniendo en cuenta la forma del relieve y su génesis, ya que cada unidad representa zonas homogéneas cuyo comportamiento mecánico es diferente, respecto a los agentes degradacionales que modelan y modifican el paisaje.

Para la realización del mapa geomorfológico, se define y ubica los procesos que modelen el relieve. Su elaboración parte de la fotointerpretación, mapa de sombras, mapa de pendientes y análisis de panorámicas en campo, donde se señalan los siguientes parámetros:

- **MORFOMETRIA** : Es la parte de la geomorfología que representa la descripción cuantitativa de características del terreno como longitud, inclinación y altura de las laderas. Como mapa base se utiliza las zonas homogéneas físicas del municipio de Carcasí a escala 1:25000 publicado por el IGAC en el año de 1993; utiliza las normas de US SOIL SURVEY MANUAL y el rango predominante en el área, el cual presenta los siguientes parámetros consignados en la (Tabla No. 16).

Tabla No. 16 Características Morfométricas

INCLINACIÓN DE LA PENDIENTE		CARACTERÍSTICAS
GRADOS	PORCENTAJES %	
0° - 2°	0 - 3	Planas
2° - 5°	3 - 7	Levemente inclinadas
5° - 15°	7 - 12	Moderadas
15° - 25°	12 - 25	Moderadamente empinadas
25° - 35°	25 - 50	Empinadas
35° - 45°	Mayores de 75%	Muy empinadas

FUENTE: LOS AUTORES

El mapa morfométrico sirve como apoyo a la planificación del uso del suelo, la pendiente de un terreno es una de las limitantes en las actividades agropecuarias y es necesario tenerla en cuenta para prevenir la aparición de los procesos erosivos y movimientos de remoción en masa.

- **MORFODINAMICA:** Análisis de los procesos de tipo denudativo y agentes degradacionales que modelan y modifican el paisaje, tales como: movimientos de remoción en masa, fenómenos erosivos, inundaciones, neotectónica y la influencia de factores antrópicos generadas por el hombre por el uso inapropiado del suelo.
- **MORFOLOGIA:** Análisis de las formas de tipo estructural (litología y tectónica), que dominan el relieve.

Con base en la metodología del **ITC** (Internacional Institute for Aerospace Sourcey and Earth Sciencies) de Holanda, propuesta por Vanzuidman (1985), criterios que también son utilizados por Ingeominas; se realizó la identificación y clasificación de unidades morfológicas de acuerdo a su forma y origen, teniendo en cuenta los factores denudacionales y estructurales que determinan las diferentes geoformas.

A continuación se describen los principales tipos de unidades geomorfológicas presentes en el municipio de Carcasí tomando como base la clasificación de unidades geomorfológicas del *I.T.C. de Holanda* resumidas en la **tabla No. 17**.

2.3.1.5.1 Unidades de Origen Denudacional. Se entiende como el conjunto de formas resultantes de los procesos de la dinámica externa. Las rocas en el exterior de la corteza terrestre, deformadas y fracturadas por diversas fuerzas naturales quedan sujetas a la acción del clima, los organismos y la materia orgánica, desintegrándose y descomponiéndose en el proceso de meteorización, el cual es continuado por procesos denudativos (erosión y fenómenos de remoción en masa) los cuales son los encargados de desalojar y transportar los materiales.

- **Conos y Abanicos (CA)**

Se caracteriza por presentar un relieve de pendientes suaves a empinadas, ligeramente a moderadamente disectadas. Unidad originada por la influencia combinada de los fenómenos aluviales y coluviales, caracterizado por capas alternas formadas por una mezcla heterogénea de materiales (arenas, limos, fragmentos de rocas). Unidad geomorfológica característico de la zona Norte del municipio. Ocupan una extensión de 2265,21 hectáreas.

**Tabla No. 17. Unidades Geomorfológicas de Origen Denudacional
Municipio de Carcasí**

CODIGO	UNIDAD	CARACTERISTICAS	AREA
CA	CONOS Y ABANICOS	Presenta un relieve de pendientes suaves a empinadas, ligeramente a moderadamente disectadas.	2265,21
Co	COLUVIONES	Se caracteriza por presentar pendientes suavemente empinadas a empinadas.	128,4
G	GLACIS	Presenta un relieve irregular de pendientes suaves a moderadamente empinadas con topografía suave a rizada; moderadamente disectadas	124,3
Cm	COLINA Y MONTAÑAS	Presenta pendientes moderadamente empinadas a empinadas, con una topografía rizada a colinada, moderadamente a severamente disectada.	592,85
ZMe	ZONA MONTAÑOSA Y ESCARPADA	Unidad que se caracteriza por presentar un relieve montañoso a escarpado, con una topografía en donde las pendientes de estas geoformas son empinadas a muy empinadas, moderadamente a severamente disectada	18683,06
Ze	ZONA ESCARPADA	Presenta una topografía quebrada de fuertes pendientes, moderadamente a severamente disectadas.	3500,81

FUENTE LOS AUTORES

- **Coluviones (Co)**

Proceso de depositación o acumulación de materiales heterogéneos de varios tamaños (partículas, fragmentos de roca) sobre la base de laderas de montañas, colinas y escarpes, estos materiales proceden de fenómenos de remoción en

masa en los cuales hay transportación de detritos por acción gravitacional e hidro-gravitacional, tales como: Flujos terrosos, deslizamientos, derrumbes, desplomes, etc. Igualmente comprende las acumulaciones más finas homogéneas procedentes de la suma de los fenómenos de erosión laminar o inter-fluvial, erosión pluvial y reptación de suelos (R.W., Fairbridge, 1968; C.M. rice, 1948; J. Challinor, 1967; Bates, R.L. and Jackson, J.A., 1987)¹.

Sobre esta unidad geomorfológica está asentado el casco urbano del municipio de Carcasí; se caracteriza por presentar pendientes suavemente empinadas a empinadas. Ocupa una extensión de 128,4 hectáreas.

- **Glacis (G)**

Se caracteriza por presentar un relieve irregular de pendientes suaves a moderadamente empinadas con topografía suave a rizada; moderadamente disectadas; producto de la acumulación de material que se forman al pie de laderas empinadas; se localiza al Norte del municipio en contacto con el depósito aluvial en la zona de influencia de la Laguna Sartaneja. Su extensión es de 124,3 hectáreas.

- **Colinas y Montañas Denudacionales (Cm)**

Se caracteriza por la homogeneidad de sus pendientes de moderada longitud, que aumentan su inclinación a medida que se asciende topográficamente, presentando un desarrollo de pequeñas colinas que le confieren a su superficie un carácter

¹ Hugo Villota, Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de las Tierras. **IGAC**. 1991

levemente ondulado a rizado en donde la densidad del drenaje ligeramente disectan el terreno.

Esta unidad geomorfológica presenta pendientes moderadamente empinadas a empinadas, con una topografía rizada a colinada, moderadamente a severamente disectada. Esta localizada en pequeñas áreas en forma aleatoria, concentradas en el sector Sur del municipio. Ocupa una extensión de 592,85 hectáreas.

Dentro de los factores morfodinámicos predominantes en esta unidad geomorfológica se detectaron: terracetas, principios de erosión laminar en algunos sectores debido al mal uso del suelo y sobrepastoreo, así como también deslizamientos locales.

- **Zona Montañosa y Escarpada (ZMe)**

Esta unidad se caracteriza por presentar un relieve montañoso a escarpado, con una topografía en donde las pendientes de estas geoformas son empinadas a muy empinadas, moderadamente a severamente disectada. Característico de la mayor parte del municipio.

Por tener una topografía característica de pendientes que varían entre 25-50-75%, la morfodinámica predominante en la unidad está definida por la formación de terracetas y generación de procesos erosivos acelerados debido a la influencia antrópica, en sectores dedicados al sobrepastoreo, mal uso del suelo y pérdida de la cobertura vegetal la cual aumenta la escorrentía en periodos de alta precipitación; También se presentan algunos fenómenos remoción en masa de reptación, caídas de rocas, deslizamientos locales y torrencialidad de algunas

quebradas, por la tala indiscriminada y no-conservación del perímetro ambiental que causa procesos erosivos laterales y socavamiento de los ríos y quebradas de la zona.

Esta unidad geomorfológica presenta un relieve característico de origen glacial; en general son morrenas depositadas en las últimas glaciaciones y están constituidas por grandes bloques dentro de una matriz limo arenosa de tonos amarillentos, localizados en entre las cotas 3200 y 4000 msnm característicos de la parte alta al Oriente del municipio de Carcasí. Ocupa una extensión de 18683,06 hectáreas.

- **Zona Escarpada (Ze)**

Es la unidad geomorfológica característica de las zonas limítrofes del municipio; formada por diferentes eventos geológicos asociados al plutonismo del Macizo de Santander y procesos orogénicos de la Cordillera Oriental; Esta unidad geomorfológica presenta una topografía quebrada de fuertes pendientes, moderadamente a severamente disectadas. Ocupa un área de 3500,81 hectáreas.

2.3.1.5.2 Unidad de Origen Aluvial. Comprende aquellas geoformas del terreno originadas durante la evolución de corrientes de agua que arrastran sedimentos y partículas en suspensión, localmente corresponde a planicies de inundación, depósitos de barras y terrazas de poca extensión. Se caracteriza por presentar topografía con pendientes aproximadamente planas a suavemente empinadas; ligeramente a moderadamente disectadas. La unidad geomorfológica de tipo aluvial **(F1)** se localiza en la zona de influencia de la quebrada Enciso, El Obispo y la Laguna Sartaneja al Norte del municipio; su extensión es de 719,38 hectáreas,

otro deposito se encuentra en la zona media en el área de influencia de la quebrada El Bejuco y el corregimiento El Tobal.

2.3.1.5.3 Unidad de origen glacial. Corresponde a la geomorfología característica, que se formó en los últimos periodos fríos o glaciares, que provocan un notable cambio en la climatología del planeta y en consecuencia en las características de los procesos de erosión y acumulación de sedimentos. Esta unidad **(Fg)** se localiza al Norte y Oriente del municipio de Carcasí como laderas de valles colgantes o valles glaciares empinados a extremadamente empinados. Su extensión es de 174,07 hectáreas,

2.3.1.6 SUSCEPTIBILIDAD DE AMENAZAS NATURALES

Existen diferentes métodos de análisis y clasificación de amenazas, algunos más complejos que otros. Entre los más importantes se citan los métodos propuestos por CROIZER (1984), *Categorías de Estabilidad de Laderas*; RAMIREZ Fernando (1988), *Método de Evaluación de Estabilidad*; MORA y WLIHEM (1992), *Determinación de Amenazas de Deslizamientos Utilizando Indicadores Morfodinámicos*.

Para el municipio de Carcasí la metodología se basa en la valoración de los indicadores morfodinámicos, representados en *factores de susceptibilidad*: relieve relativo, litología y humedad natural del suelo; y en *factores de disparo*: la intensidad de la precipitación y la intensidad sísmica. Este mapa se crea a partir de la superposición de los mapas: geológico, geomorfológico, uso actual del suelo, clima, zonas de vida y pendientes; También se tiene en cuenta aspectos como litología, diferentes tipos de movimientos de remoción en masa y la información

suministrada por la comunidad en los talleres y datos tomados directamente en campo.

En el municipio de Carcasí se determinaron los efectos de carácter antrópicos y natural que puedan afectar a la población tanto del área urbana como rural teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Identificación del tipo de amenaza: Deslizamientos, fallas geológicas e inundaciones etc.
- Localización de la amenaza y área de influencia de la misma.
- Frecuencia e intensidad del fenómeno.
- Recolección de información técnica sobre la geología, cobertura vegetal, clima pendientes y erosión etc.
- Información dada por la comunidad para determinar eventos ocurridos en tiempos anteriores, lo cual lo convierte en un elemento básico para la identificación y evaluación de la amenaza.
- Identificación de asentamientos humanos y actividades productivas ubicadas en zonas de riesgos y amenazas para la formulación de políticas para su manejo y tratamiento.

Para el caso del municipio de Carcasí se realizó una evaluación y zonificación de susceptibilidad de amenazas determinando para cada tipo amenaza natural (deslizamiento, inundación, erosión, etc.), el nivel o grado (**alto, medio y bajo**) de susceptibilidad de amenaza y su área de influencia.

Hay que aclarar que aunque en un área se presente más de un tipo de amenaza, la que aparece en el mapa corresponde a la de mayor incidencia y susceptibilidad de amenaza al medio ambiente y comunidad, posteriormente si las necesidades lo justifican y se cuentan con la logística y recursos necesarios se deben realizar estudios más detallados.

De acuerdo a lo anterior se identificaron los siguientes tipos de susceptibilidad de amenazas en el municipio Carcasí:

2.3.1.6.1 Susceptibilidad de Amenazas Hidrometeorológicas. Dentro de este tipo de susceptibilidad de amenazas en el municipio de Carcasí se presenta casos aislados de inundaciones, represamiento y ascensos del nivel del agua en los principales ríos, quebradas y caños que dominan el área de estudio, que en épocas de alta precipitación pueden llegar a ser un riesgo potencial en el área de influencia de la red hídrica. Estos fenómenos se acentúan en áreas muy marcadas por la deforestación y pérdida de cobertura vegetal.

- **Susceptibilidad de Amenaza Alta por Torrencialidad y Fenómenos de Remoción en masa (SAf1)**

Fenómeno que se localiza al S del municipio en el sector de Astillal, sobre pequeños valles intermontanos en la zona de influencia de la quebrada La Ollera y La Honda afluentes del río Tunebo. Ocupa un área de 188,31 hectáreas.

Esta susceptibilidad de amenaza alta por torrencialidad y deslizamientos se presenta debido a la marcada influencia antrópica, mal uso del suelo, deforestación e invasión del perímetro ambiental de estos cauces, lo cual generan áreas con severos movimientos de remoción en masa tales como: torrencialidad, deslizamientos, reptamientos y procesos erosivos acelerados que están relacionadas por el aumento de la erosión lateral de las riberas produciendo una pérdida del nivel base natural por socavamiento de los afluentes inestabilizando el terreno.

- **Susceptibilidad de Amenaza Media por Torrencialidad y Fenómenos de Remoción en Masa (SMf2)**

Corresponde al área de influencia del río Tunebo, donde hay evidencias de movimientos de remoción en masa y fenómenos erosivos locales de grado medio, debido a la invasión del perímetro ambiental y marcada influencia antrópica, lo cual genera este tipo de fenómenos de inestabilidad del terreno en sectores de laderas de pendiente alta. Su extensión es de 365,07 hectáreas.

- **Susceptibilidad Baja por Inundación**

De acuerdo a la información suministrada por los habitantes de las diferentes veredas del municipio y las observaciones realizadas durante la etapa de campo del estudio, los fenómenos más sobresalientes de este tipo corresponden en general a ascensos del nivel de agua de algunos ríos y quebradas y a esporádicos desbordamientos e inundaciones sin pérdidas mayores. Se presentan en las unidades cuaternarias de depósitos aluviales, debido a su geomorfología de pendientes suaves (0-3-7%), que en periodos de alta precipitación estas unidades son susceptibles a sufrir amenaza baja por inundación.

2.3.1.6.2 SUSCEPTIBILIDAD DE AMENAZAS EDAFOLÓGICAS

Debido a la destrucción de bosques naturales a consecuencia de la ampliación de la frontera agrícola, el mal uso y manejo de los suelos y las constantes quemadas generan problemas de erosión y fenómenos de remoción en masa, que son más comunes y efectivos después de lluvias largas e intensas.

Susceptibilidad de Amenaza Media. Se localiza en la mayor parte del municipio de Carcasí; a esta categoría pertenecen los sectores que presentan una topografía de pendientes que varían entre 25-50% y mayores de 75%; cuyas áreas muestran procesos erosivos moderados (erosión laminar y surcos), fenómeno de remoción en masa lenta, los deslizamientos en general son locales asociado a desplazamientos en masa (estado plástico), derrumbes y caídas de rocas, algunos flujos menores de carácter local y de escasa cobertura vegetal.

Este tipo de susceptibilidad amenaza edafológica media (SM) esta influenciado por el sistema de fallas de tipo regional como lo es la falla de Bucaramanga, Servita, Chiscas y San Mateo que afectan las unidades de rocosas localizadas en el municipio de Carcasí, donde el control estructural a ocasionado un alto fracturamiento y degradación por meteorización de las rocas

Otro factor que origina la inestabilidad del terreno en zonas con una susceptibilidad de amenaza edafológica media; es que la composición de suelos tiene en su mayoría un alto contenido de material arenoso, lo cual genera suelos con alta permeabilidad; facilitando la escorrentía y el lavado de los nutrientes (lixiviación), que degrada el suelo, lo cual se hace mas critico en zonas lluviosas. La estructura de estos suelos es débil (poco desarrollada), de baja estabilidad y son muy susceptibles a la erosión y fenómenos de remoción en masa tales como deslizamientos y caída de rocas.

Las características geotécnicas generales observadas hasta el momento en esta área, tales como la resistencia de la roca (baja resistencia), valores de pendiente, clima – vegetación y patrones de drenaje, entre otros, permiten calificar estas áreas como terrenos inestables, extremadamente vulnerables ante cualquier agente (Cleveland, 1971).

A continuación se relacionan los tipos de susceptibilidad de amenaza media edafológica presentes en el municipio de Carcasí.

Erosión. Es considerado como el proceso de desgaste, separación, transporte y depositación de materiales que constituyen la capa más superficial de la corteza terrestre; producto de la acción continuada de fuertes e intensas precipitaciones y la escorrentía (agua), la acción eólica (viento), los eventos sísmicos (temblores o terremotos), la gravedad, los constantes cambios de temperatura y el desarrollo desmedido de actividades adelantadas por el hombre que con frecuencia aceleran la dinámica natural de este fenómeno.

- **Susceptibilidad de Amenaza Media por Erosión (SMe)**

La zona de *susceptibilidad de amenaza media por erosión (SME)* corresponde a sectores de zona montañosa y de laderas empinadas, donde la alta productividad agropecuaria ha generado terrenos susceptibles a la degradación, ya que en algunas áreas se observan evidencias claras y muy marcadas de la erosión laminar, caminos de ganado y pequeñas ondulaciones del terreno a manera de escalones, denominadas terracetos.

A continuación se mencionan los diferentes factores que intervienen en menor o mayor grado en el desarrollo de los procesos erosivos en la zona de estudio; *Se denominan factores de erosión a aquellos componentes que frenan o aceleran la acción de los agentes de erosión.*

Factores Bióticos: Son aquellos que conforman la parte viva del medio natural. Entre ellos se encuentran contemplados la vegetación natural o implantada (cultivos), los suelos, la macro-fauna y la micro-fauna.

- Baja cobertura vegetal
- Suelos con baja profundidad efectiva radicular
- Suelos con bajos contenidos de materia orgánica
- Suelos con alta permeabilidad (suelos con alto contenido de arena)

Factores Abióticos: Son aquellos que constituyen el soporte físico o inerte del medio natural y de los cuales depende gran parte de la estabilidad de ese medio.

- Fuerte valor de las pendientes topográficas en la unidad geomorfológica de zona montañosa.
- Diversidad de geoformas en un relieve típicamente montañoso
- Presencia de variados materiales inconsolidados fácilmente erodables
- Inclinación de estratos con igual sentido de las pendientes
- Intercalación de rocas blandas y duras
- Alto fracturamiento de las rocas duras
- Diversidad de substratos geológicos de diferentes edades y resistencia a la acción de agentes erosivos

Factores Antrópicos: Todas aquellas labores adelantadas por el hombre para su propia subsistencia y desarrollo.

- Sobrepastoreo
- Cultivos inadecuados en altas pendientes
- Practicas de monocultivo
- Quemadas y talas
- Destrucción de vegetación natural e invasión del perímetro ambiental
- Degradación del suelo por uso intensivo

- Implantación de técnicas agrícolas inadecuadas
- Construcciones de obras civiles que generan movimientos de tierra

Fenómenos de Remoción en Masa. Son todos aquellos procesos que indican el desplazamiento de las formaciones superficiales y material litológico (rocas) sobre pendientes topográficas, bajo la acción combinada de la gravedad y de la saturación de agua. En el municipio de Carcasí se detecto una susceptibilidad de amenaza media por deslizamiento y caída de rocas (**SMcr,dz - SMdz**).

- **Susceptibilidad de Amenaza Media por Caída de Rocas y Deslizamientos (SMcr, dz - SMdz)**

La zona con susceptibilidad de amenaza media por caída de rocas (**SMcr**) en el municipio de Carcasí se relaciona con la unida geomorfológica de zonas montañosa y escarpada, donde las rocas fracturadas son susceptibles a generar caídas de rocas y deslizamientos.

2.3.1.6.3 SUSCEPTIBILIDAD DE AMENAZA SISMICA

Los sismos son movimientos de la corteza terrestre, caracterizados por su corta duración y gran intensidad, muchas veces, con efectos destructores o catastróficos y suelen producirse generalmente a lo largo de fallas y zonas de influencia tectónica. El municipio de Carcasí se encuentra dentro de un área con riesgo sísmico **Alto**, de acuerdo a la información secundaria suministrada por el Ingeominas.

DIAGNOSTICO E.O.T MUNICIPIO DE CARCASÍ – SANTANDER.

Según los estudios, para la determinación del grado de susceptibilidad de amenaza sísmica de las diferentes regiones del país realizados por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (Normas Colombianas de diseño y construcción sismo resistente NSR - 98), determinó que el municipio de Carcasí se encuentra localizada en una zona de amenaza sísmica **ALTA**.

Cada zona tiene un coeficiente de aceleración dependiendo de las condiciones del terreno tales como fallas geológicas, topografía y otros, lo que indica que entre más alto sea en coeficiente de aceleración más alto será la susceptibilidad del terreno a la amenaza sísmica y más posibilidades tiene las estructuras de las edificaciones de ser susceptible ante el evento de las ondas sísmicas. **(Tabla No. 18)**

TABLA No. 18 SUSCEPTIBILIDAD DE AMENAZA SISMICA MUNICIPIO CARCASI

Municipio	Coeficiente de aceleración para diseño (Aa)	Coeficiente de aceleración para daño (Ad)	Zona de amenaza sísmica
CARCASI	0.30	0.04	ALTA

Fuente: ESTUDIO GENERAL DE AMENAZA SISIMICA DE COLOMBIA – 97

Por lo tanto se debe implementar las normas del “Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes” al momento de la construcción de obras civiles.

2.3.2 COMPONENTE URBANO MUNICIPIO DE CARCASÍ

2.3.2.1 GEOLOGÍA

Los trabajos de cartografía geológica tanto para el área rural como urbana se realizó con base en la recopilación y evaluación de información bibliográfica, en especial tomando como base la plancha 136 de Málaga y 137 de Boyacá a escala 1:100000 publicado por INGEOMINAS 1978. Información que fue verificada en trabajo de campo e interpretación de las fotografías aéreas. El casco urbano del municipio de Carcasí esta asentado sobre la unidad cuaternaria de derrubio (Qd); su geomorfología se caracteriza por presentar una topografía de pendientes suaves a moderadamente empinadas.

2.3.2.2 ESTRATIGRAFIA

- **Depósitos de Derrubio (Qc)**

Son depósitos acumulados, por lo general, en terrenos con una topografía empinada y provienen del desprendimiento de materiales de laderas adyacentes, por la acción de la fuerza de gravedad. Son de común ocurrencia en escarpes de roca muy fracturada y en zonas de topografía montañosa de pendiente alta.



2.3.2.3 GEOMORFOLOGÍA

El casco urbano del municipio de Carcasí se desarrolla sobre la unidad geomorfológica de laderas intermedia, la cual presenta una Topografía suave con pendientes ligeramente empinadas.

2.3.2.4 SUSCEPTIBILIDAD DE AMENAZAS

Susceptibilidad de Amenazas Edafológicas

En las zonas periféricas del casco urbano del municipio de Carcasí, principalmente al S-SE se manifiestan factores que favorecen la generación de fenómenos erosivos y movimiento de remoción en masa tales como deslizamientos y caídas de rocas debido a la influencia antrópica sobre topografías con pendientes 25 - 50 – 75% que bordean al casco urbano. Estos fenómenos son mas susceptibles en épocas de alta precipitación, donde la escorrentía debilita los suelos desprotegidos de las laderas empinadas lo cual es un detonante que inestabilidad el terreno. Se recomienda pasar a zona de recuperación y protección total en los alrededores del casco urbano que presenten una topografía con pendiente alta; para la recuperación de los suelos que ayuden a mitigar los fenómenos de remoción en masa y procesos erosivos.



FACTORES

- Presión de urbanización legal e ilegal en terrenos de ladera o pendiente alta que se localiza principalmente al S-SE, que causan una sobrecarga por el peso de las construcciones generando una inestabilidad en el terreno y procesos erosivos asociados a los asentamientos urbanos existentes. (Erosión urbana).
- Destrucción de la cobertura vegetal nativa u original, en sectores de ladera para ser reemplazada por construcciones desordenadas o por cultivos limpios y sobre pastoreo.
- Falta de civismo y educación ambiental de los habitantes del casco urbano, ya que se detecto en los sectores con susceptibilidad alta y media por erosión y deslizamiento son el producto de la acumulación de basuras, residuos de material de construcción y disposición de aguas residuales.

CONSECUENCIAS

- Susceptibilidad a generar inestabilidad de algunas viviendas localizadas en sitios críticos, en especial la localizada en sectores de laderas empinadas y al mal manejo de aguas residuales y disposición de basuras.

CONCLUSIONES

- El mal manejo de los suelos y las aguas residuales, lluvias y disposición de basuras, es un factor que genera inestabilidad en el terreno debido a la mala filtración y drenaje sobre suelos arcillosos desprotegidos, por lo tanto se forma escorrentía, lo cual es un detonante que activa los procesos erosivos y los fenómenos de remoción en masa.

RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio geotécnico detallado de las zonas periféricas del casco urbano del municipio de Carcasí, para que identifique el problema relacionado con la inestabilidad del terreno y de las recomendaciones pertinentes. Hay que tener en cuenta que entre mas se demore las acciones correctivas, los costos de las obras civiles que mitiguen estos fenómenos se incrementan y el problema podría llegar a ser inmanejable.
- Realizar jornadas de sensibilización con la comunidad, la cual debe ser consciente del papel fundamental que desempeña en la prevención de un desastre y su influencia en el problema que afecta específicamente al casco urbano