

OBSERVATORIO NACIONAL DE LA CRISIS CLIMÁTICA

MUNICIPIO MONTE CARMELO

ESTADO TRUJILLO

PÁG. 07

CARACTERIZACIÓN DE AMENAZAS NATURALES

LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

PÁG. 09

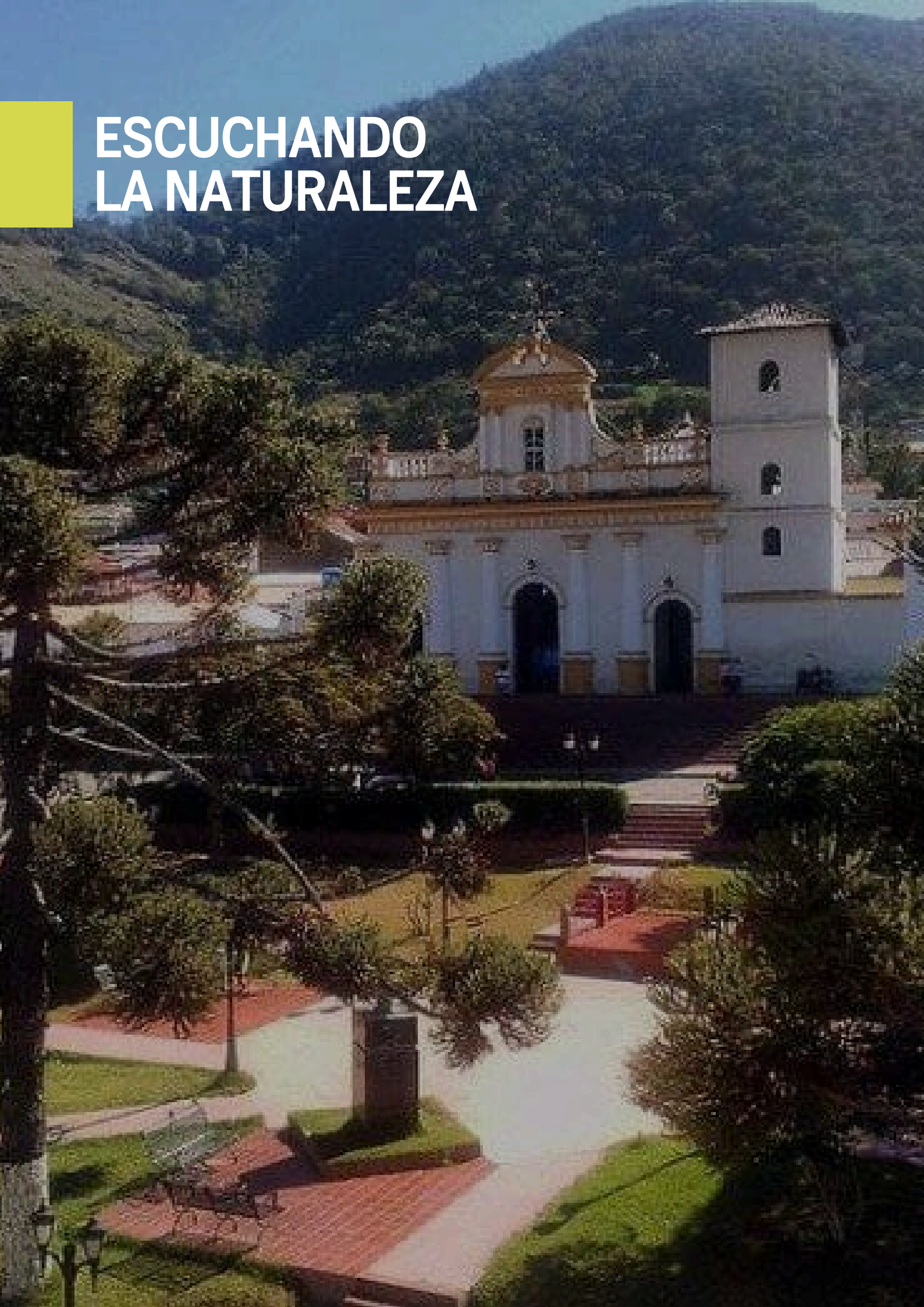
CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS

PENDIENTE DEL TERRENO

PÁG. 11

ESCUCHANDO
LA NATURALEZA

ESCUCHANDO LA NATURALEZA



SUMARIO

MUNICIPIO MONTE CARMELO, Estado Trujillo

07

**CARACTERIZACIÓN DE AMENAZAS
NATURALES, Localización y extensión del área
Localización y extensión del área de estudio**

09

**CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS,
Pendiente del terreno**

11

— EDITORIAL —

En aras de contribuir a la preservación de la especie humana y la salvación de la vida en el planeta, según, lo planteado en el 5to Objetivo Histórico del Plan Patria, el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC), por mandato presidencial del Presidente Constitucional de la República Bolivariana de Venezuela; Nicolás Maduro Moros pone a disposición del pueblo venezolano, el Observatorio Nacional de la Crisis Climática (ONCC) con el propósito de generar conocimiento a partir del diagnóstico, diseño, ejecución, seguimiento y evaluación de las fuentes de datos existentes.

Para ofrecer el análisis, la divulgación e información oportuna que permita a los tomadores de decisiones desarrollar acciones, para enfrentar la crisis climática, basados en criterios de adaptación y mitigación del cambio climático en cumplimiento con la normativa legal nacional y de los tratados internacionales, firmados por la República Bolivariana de Venezuela.

En este sentido, el ONCC, será la instancia encargada de producir la información que permita dar respuestas efectivas al generar políticas y acciones frente al cambio climático, minimizando sus impactos, así como; impulsar de manera colectiva la construcción y consolidación del socialismo como única opción frente al modelo depredador, discriminador e insostenible como el capitalismo.

Josué Alejandro Lorca

Ministro del Poder Popular para el Ecosocialismo

NICOLÁS MADURO MOROS
PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

DELCY RODRÍGUEZ
VICEPRESIDENTA EJECUTIVA DE LA REPÚBLICA
BOLIVARIANA DE VENEZUELA

G/D JORGE MÁRQUEZ
VICEPRESIDENTE SECTORIAL DE OBRAS PÚBLICAS Y
SERVICIOS DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

JOSUÉ LORCA VEGA
MINISTRO DEL PODER POPULAR PARA EL ECOSOCIALISMO



El estado Trujillo, en conjunto con las entidades de Mérida y Táchira, conforman la región de Los Andes venezolanos, territorio caracterizado por la presencia de imponentes montañas -compuestas por una heterogeneidad litológica- que poseen pendientes en el terreno que por lo general van de moderadamente escarpadas a muy accidentadas. Estas características orográficas-topográficas determinan la existencia de diferentes tipos de clima que van variando con la altitud y además definen las características morfológicas de las cuencas hidrográficas, en donde, en determinados momentos, acontecen precipitaciones extraordinarias que, a su vez, generan crecidas excepcionales de ríos y quebradas, y el desencadenamiento de movimientos de masa. Estos dos últimos fenómenos, son dos de las principales amenazas de origen natural que más afectan a la población que reside en las áreas montañosas de Venezuela.

El sitio de emplazamiento del centro poblado de Monte Carmelo y sus alrededores, capital del municipio Monte Carmelo perteneciente al estado Trujillo, no escapan a esta realidad siendo esta el área de estudio de la presente investigación, la cual tiene como objetivo caracterizar las amenazas naturales –áreas susceptibles a la ocurrencia de movimientos de masa y de crecidas de drenajes– que podrían afectar o que han afectado al aludido centro poblado.

Para lograr el objetivo, en primera instancia se realizó una caracterización general sobre los aspectos biofísicos y de vulnerabilidad social que están presente en el contexto del municipio. Luego, con base en esta caracterización general y bajo el establecimiento de ciertos criterios, se definió la ventana cartográfica y geográfica del área de estudio a abordar, es decir, el centro poblado de Monte Carmelo y sus alrededores. Para estudiar las amenazas naturales seleccionadas se aplicaron dos procedimientos: la susceptibilidad a movimientos de masa se abordó haciendo uso del método de álgebra de mapas (PNUD, 2008; Páez, 2010) y las crecidas por medio de un análisis morfométrico aplicado a un conjunto de microcuencas seleccionadas (Ruiz, 2001).

Para la elaboración de la cartografía se empleó el software QGis versión 3.14.0, tomando diversas fuentes base y temáticas: imágenes a partir del uso de vehículos aéreos no tripulados (drones) tomadas en abril de 2023 por investigadores del Observatorio Nacional de la Crisis Climática (ONCC), imágenes de satélite de Google Maps Satélite y SasPlanet (año 2019), hoja de Cartografía Nacional 6043-SE a escala 1:25.000, mapa geológico elaborado por el Servicio Geológico de los EE.UU. en conjunto con la escuela de Geología, Minas y Geofísica de la Universidad Central de Venezuela (UCV) y la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS).



En la primera parte de este documento se presenta la localización, extensión y descripción de las características generales del municipio Monte Carmelo. La segunda parte está dedicada al abordaje de la susceptibilidad a movimientos de masa y a crecidas de las microcuencas seleccionadas, ubicadas en los alrededores del centro poblado Monte Carmelo. En la tercera y última, se ofrecen un conjunto de conclusiones y de recomendaciones generales.

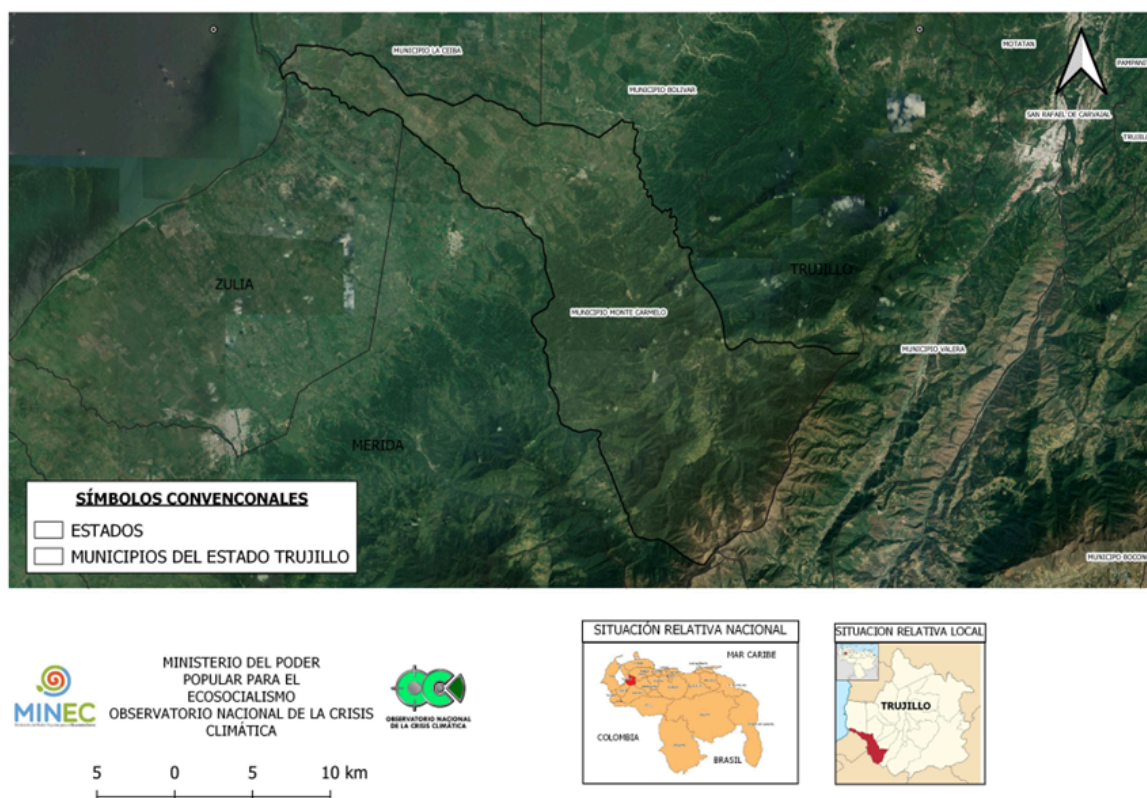


Caracterización de amenazas naturales que afectan el poblado “Monte Carmelo”

Localización y extensión del área de estudio

El municipio Monte Carmelo es una de las 20 entidades municipales que conforma la división político-territorial del estado Trujillo, el cual se localiza hacia el extremo suroeste de este estado andino (figura 1). Según la Ley de Reforma Parcial de la Ley de División Político Territorial del Estado Trujillo de 1996, cuenta con una superficie de 399,7 km² y una población proyectada para 2023 de 16.585 habitantes según el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2013).

Los límites generales del municipio son al Norte: municipios La Ceiba y Bolívar, Sur: municipio Valera y el estado Mérida, Este: municipios Bolívar, Rafael Rangel y Escuque, Oeste: estados Mérida y Zulia. Desde el punto de vista político-administrativo el municipio está constituido por tres (3) parroquias: Monte Carmelo que es la capital, Buena Vista y Santa María del Horcón.

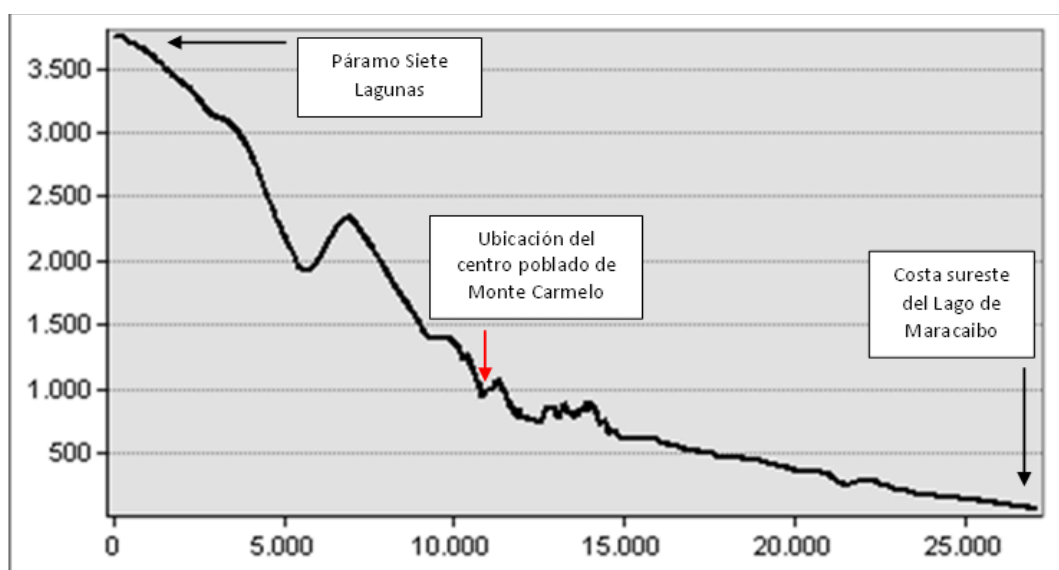


Localización del municipio Monte Carmelo en el contexto del estado Trujillo y de Venezuela (Figura 1)

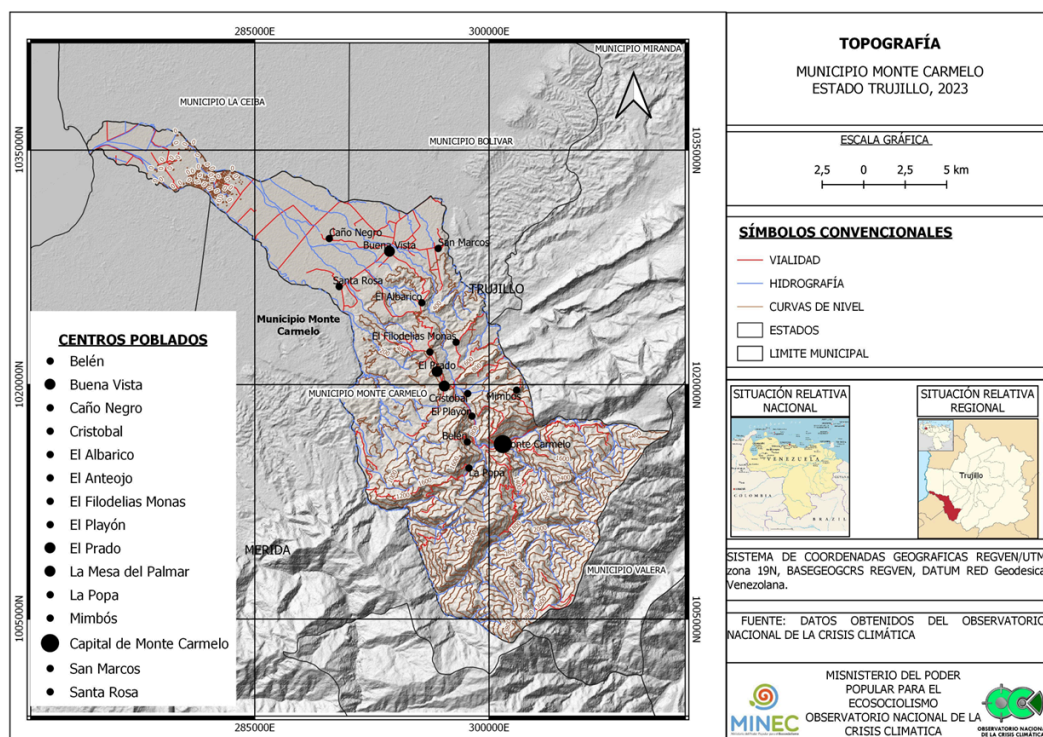
CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS, COBERTURA Y USOS DE LA TIERRA

Topografía e hipsometría

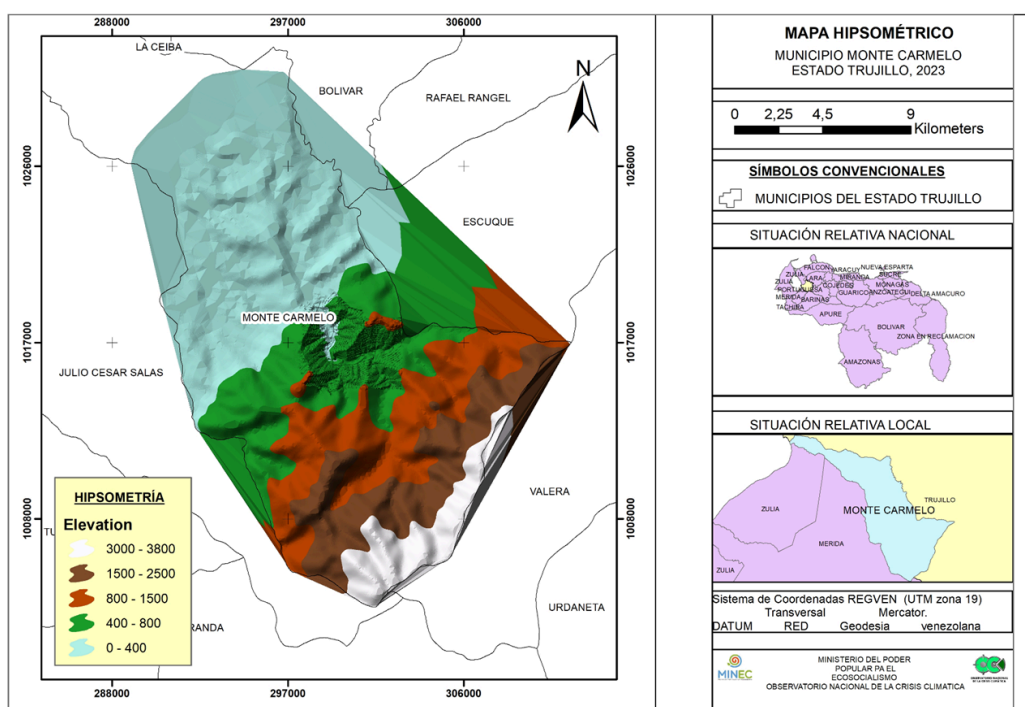
El municipio Monte Carmelo presenta un contraste en su topografía con diferencias altitudinales importantes de norte a sur que se evidencian a través de la distribución espacial de los rangos de pendiente (aspecto que será tratado más adelante). Todo lo anterior es observable mediante la interpretación del mapa topográfico e hipsométrico (mapas 1 y 2) y la figura 2. Hacia sus partes más elevadas resaltan altitudes que superan los 3.800 msnm (sur del municipio) hasta llegar a los 0 metros sobre el nivel del cuerpo de agua del Lago de Maracaibo.



Perfil transversal topográfico del municipio Monte Carmelo en sentido sureste-noroeste (Figura 2)



Mapa 1



Mapa 2

Cerca del 60% de la superficie total del municipio se corresponde con altitudes que van desde los 0 a 400 msnm, hasta la zona del piedemonte del municipio. Luego, alrededor de un 15%, entre la zona piedemontina y la alta montaña, afloran altitudes que oscilan entre 800 y 1.500 msnm, para finalmente, en las máximas elevaciones (25%), el rango va desde 1.500 hasta un poco más de 3.800 msnm, donde florece la vegetación de páramo.

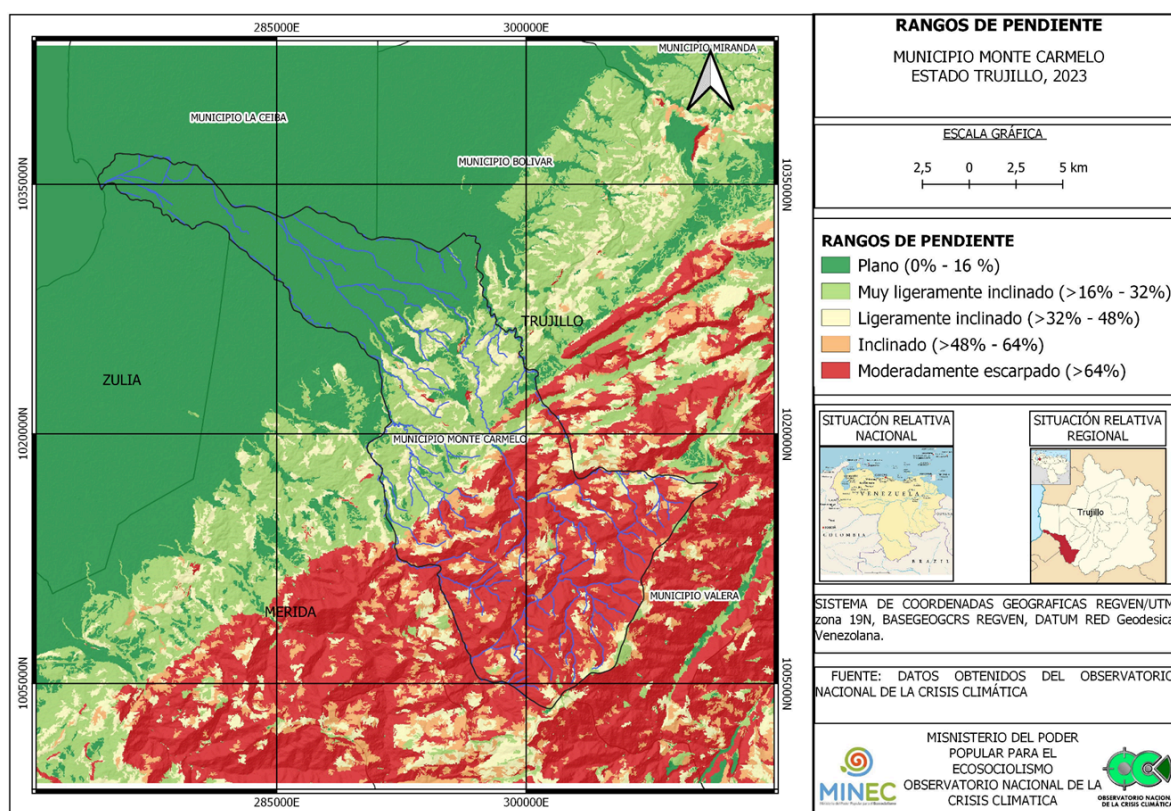
CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS, COBERTURA Y USOS DE LA TIERRA

Pendiente del terreno

En el cuadro 1 y mapa 3 se observan las diferentes categorías que caracterizan al relieve del municipio Monte Carmelo, a través del indicador topográfico de la pendiente -medida en porcentaje de inclinación- y por medio de la superficie que ocupa cada categoría definida.

Categorías	Rangos %	Superficie km ²	%
Plano	0 a 16	120,5	30,2
Muy ligeramente inclinado	17 a 32	65,5	16,4
Ligeramente inclinado	33 a 48	45,8	11,5
Inclinado	49 a 64	29,9	7,5
Moderadamente escarpado	> 64	138,0	34,5
TOTAL		399,7	100,0

Rangos de pendiente del terreno (Cuadro 1)



Mapa 3

La primera categoría donde el relieve es plano o bastante uniforme, cuenta con una pendiente que oscila entre 0 y 16 % de inclinación, área que se corresponde principalmente con parte de la planicie aluvial-lacustre de la costa suroriental del Lago de Maracaibo, en jurisdicción del municipio Monte Carmelo del estado Trujillo. Esta categoría de pendiente ocupa una superficie aproximada de 120,5 km², lo que equivale a 30,2% del total del territorio del municipio estudiado.

La segunda categoría, de terrenos muy ligeramente inclinados, posee un rango de declive que va desde 17 a 32% y se corresponde con el inicio del piedemonte de la cordillera de los Andes venezolanos, es ese territorio en transición entre la zona plana aluvial-lacustre del Lago de Maracaibo y el piedemonte propiamente dicho de la zona montañosa del estado Trujillo. Ocupa una superficie de 65,5 km², que equivalen a 16,4% de la extensión total del municipio.

El relieve ligeramente inclinado, la tercera categoría, es la segunda con menor superficie ocupada con 45,8 km², que representan 11,5% del territorio municipal. La pendiente de esta clase fluctúa entre los 33 y 48%, correspondiéndose con la zona de piedemonte de Monte Carmelo y de parte del estado Trujillo.

En transición hacia las partes más elevadas del municipio en estudio, aparece la categoría de relieve o topografía inclinada, cuarta categoría, la cual es la que ocupa la menor superficie con 29,9 km² (sólo 7,5% de la superficie total del municipio). Su rango de pendiente oscila entre el 49 y 64% de inclinación.

La quinta categoría se corresponde con una topografía modernamente escarpada donde su pendiente suele superar el 64% de inclinación, es decir, es el área donde el relieve del municipio presenta las mayores elevaciones sobre el nivel del mar y los mayores declives topográficos. Asimismo, es la categoría que ocupa mayor superficie con 34,5% del territorio total del municipio, lo que equivale a 138 km².

Clima

Tomando en consideración los pisos térmicos planteados por Silva (1999), partiendo de una amplitud constante de 5°C desde los 28°C de temperatura media al nivel del Lago de Maracaibo, en el municipio Monte Carmelo se logran identificar los siguientes niveles térmicos:

- ▶ **Piso caluroso:** está comprendido aproximadamente entre los 0 y 850 msnm, donde las temperaturas van desde los 20°C a los 35°C y las viviendas requieren de materiales refrescantes, gran altura, buena ventilación y áreas verdes circundantes. Temperatura promedio 28°C. Este piso térmico domina a lo largo y ancho de la zona aluvial-lacustre del municipio Monte Carmelo hasta la zona de piedemonte. Ejemplo de localidades tipo: Buena Vista, Caño Negro y El Prado.
- ▶ **Piso fresco:** se ubica entre los 850 y 1.650 msnm con temperaturas que oscilan entre los 14°C y 30°C. La precipitación tiende a aumentar con la altitud por efecto orográfico. Temperatura promedio 23°C. Este piso térmico abarca la zona de transición entre el piedemonte y las partes intermedias de la zona de montaña. Ejemplo de localidades tipo: Cristóbal, El Playón y Monte Carmelo.
- ▶ **Piso templado:** se localiza entre los 1.650 y 2.500 msnm, fluctuando la temperatura entre los 8°C y 25° grados. En este piso suelen ocurrir las máximas precipitaciones por efecto orográfico. Temperatura promedio 18°C. Este piso se extiende por la zona de media montaña. Ejemplo de localidades tipo: La Mona y Yagrumal.
- ▶ **Piso frío:** se encuentra entre los 2.500 y 3.350 msnm, mientras que la temperatura oscila entre 2°C y 19°C. La precipitación tiende a disminuir con la altitud. Temperatura promedio 13°C. Este piso y el siguiente, se extienden por la zona de alta montaña y el páramo.

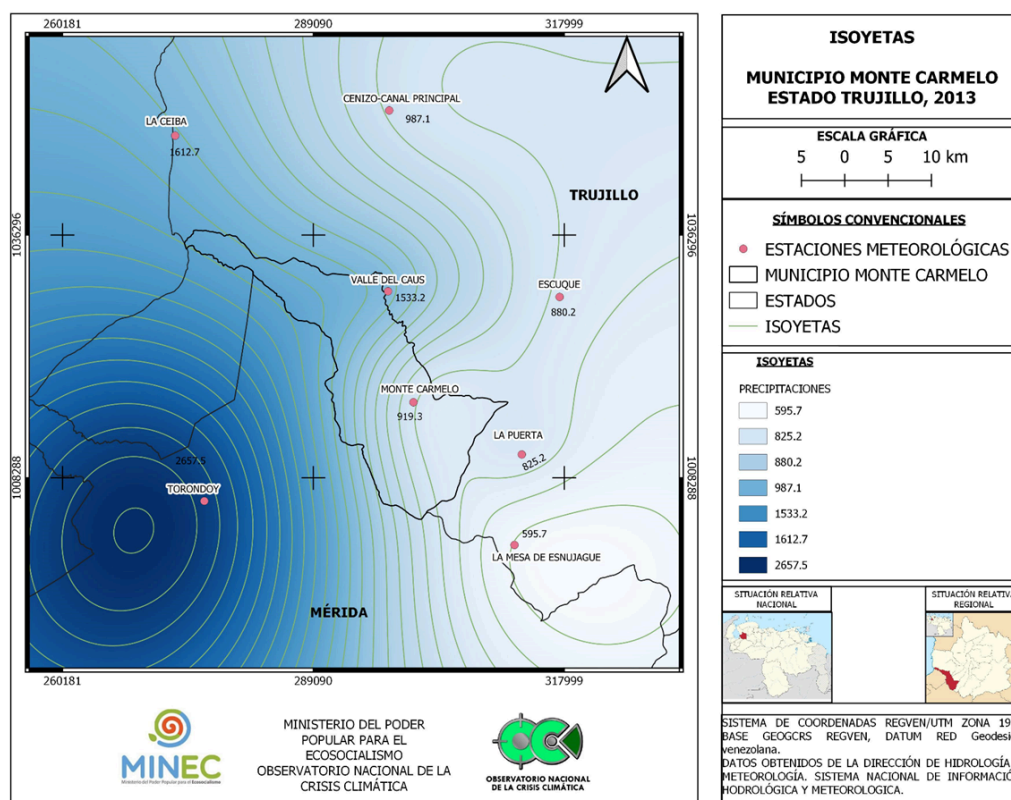
► **Piso muy frío:** este piso, según la clasificación de Silva (1999), se localiza entre los 3.350 y 4.200 msnm, sin embargo, en el municipio Monte Carmelo, la altitud máxima es un poco superior a los 3.800 msnm. La temperatura fluctúa entre -5°C y 14°C . Zona donde la escarcha es frecuente con precipitaciones ocasionales de aguanieve o nieve y la temperatura promedio es de 8°C .

En cuanto a la precipitación (mapa 4), la misma disminuye un poco desde la costa del Lago Maracaibo (con más de 1.600 mm/año) en sentido noroeste-sureste a lo largo de la llanura aluvial-lacustre del mismo Lago, hasta aproximadamente la zona de piedemonte donde llueve un poco más de 1.500 mm/año. De allí continúa su descenso hacia la parte alta de montaña donde disminuye por debajo de los 900 mm/año.

Las estaciones empleadas para la elaboración de las isoyetas se muestran en el cuadro 2:

ESTACIÓN	X	Y	SERIAL	ALTITUD (msnm)	PRECIPITACIÓN (mm/año)
TORONDOY	276.519,90	1.005.613,40	2094	420	2.657,5
PÁRAMO PICO ÁGUILA	299.078,60	978.61,6	3112	4126	886,9
LA CEIBA	273.161	1.047.764,50	2100	2.100	1.612,7
LA PUERTA	313.101,80	1.010.986,10	2113	2.113	865,2
CENIZO-CANAL PRINCIPAL	297.827,50	1.050.668	2149	49	987,1
ESCUQUE	317.460,90	1.029.154,20	2162	1.001	880,2
LA MESA DE ESNUJAGUE	312.258,70	1.000.543,80	2193	1.747	595,7
VALLE DEL CAUS	297.687,40	1.029.805,10	7149	90	1.533,2
MONTE CARMELO	300.613,20	1.017.007,80	7151	885	919,3

Red de estaciones climatológicas empleadas para la elaboración de las isoyetas del municipio Monte Carmelo
Fuente: MINEC 2023 (Cuadro 2)



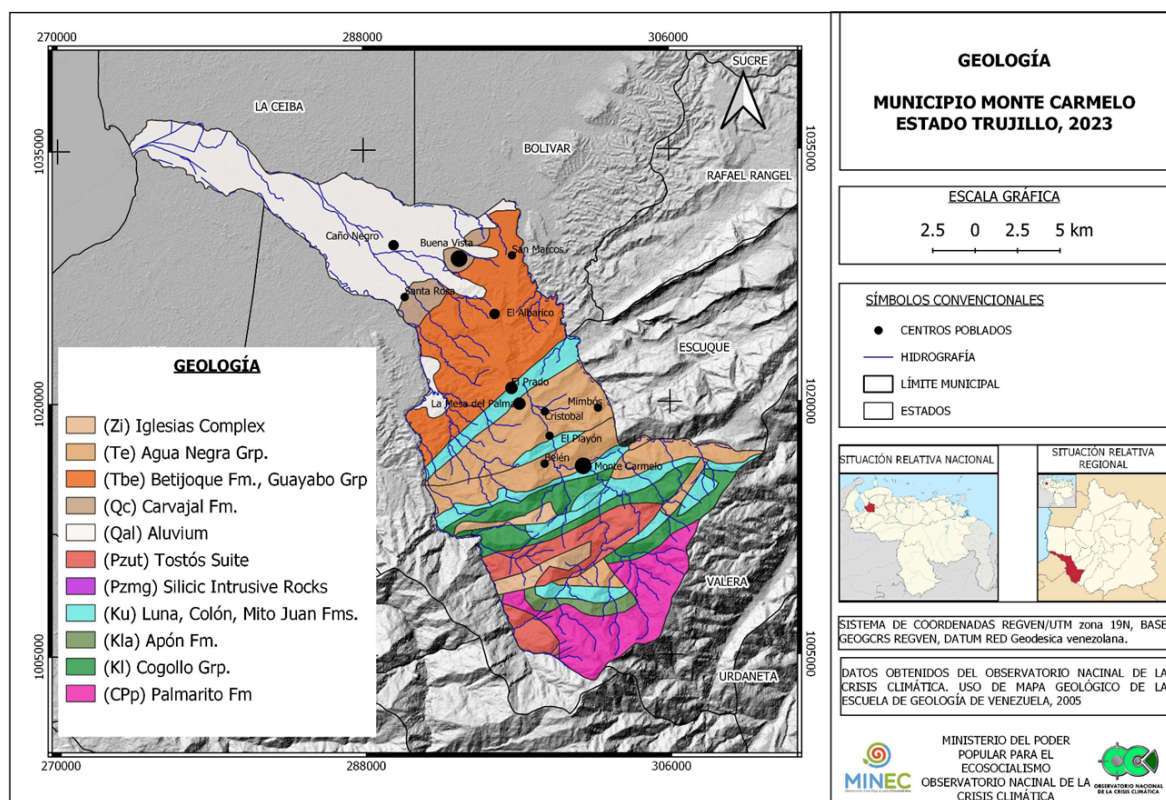
Mapa 4

Geología

Desde el punto de vista geológico en el municipio Monte Carmelo los depósitos cuaternarios son los que ocupan la mayor superficie 99,9 km² que equivalen a 25,0% de la totalidad de extensión de este territorio (cuadro 3). La gran parte de estos depósitos, como es notorio en el mapa anexo correspondiente (mapa 5), se ubican hacia la zona aluvial-lacustre del municipio que se corresponde con parte de la costa sureste del Lago de Maracaibo. En menor medida, estos depósitos se distribuyen a lo largo y ancho del municipio en los fondos de valles intramontanos, con mayor predominio en el cauce del río Buena Vista, principal curso de agua del área de estudio.

Nomenclatura	Unidad geológica	Superficie km ²	%
Zi	Iglesias Complex	9,8	2,5
Te	Agua Negra Grp.	71,5	17,9
Tbe	Betijoque Fm., Guayabo Grp.	75,3	18,8
Qc	Carvajal Fm.	8,5	2,1
Qal	Aluvium	99,9	25,0
Pzut	Tostós Suite	16,3	4,1
Pzmg	Silicic Intrusive Rocks	22,6	5,7
Ku	Luna, Colón, Mito Juan	61,2	15,3
Kla	Apón Fm.	5,3	1,3
Kl	Cogollo Grp.	29,2	7,3
	TOTAL	399,7	100,0

Unidades geológicas presentes en el área de estudio (Cuadro 3)



Mapa 5

La formación Betijoque del grupo Guayabo le sigue en importancia con 75,3 km² (18,8%). Esta unidad está conformada por rocas que van desde el color blanco hasta el rojo; cuarzós, areniscas, esquistos y pizarras masivas o rocas areniscas diseminadas de color rojizo o marrón. La parte más baja son esquistos y pizarras oscuras y formación de rocas areniscas acostadas. Ahora bien, según el informe técnico de Corpoandes-Gobernación del estado Trujillo (2016), está compuesta por capas de conglomerados macizos, de hasta 12 metros de espesor, que forman 25% de la unidad; en la mitad superior los conglomerados son mal escogidos y mal cementados. La mayor parte de la unidad está conformada por areniscas potentes, arcillitas de color gris oscuro que grada localmente a pardo y negro, generalmente arenosas y localmente carbonáceas y fosilíferas (restos de plantas). Se divide en dos miembros: uno inferior denominado Vichú y el otro superior San Alejo. Presenta problemas de inestabilidad geológica y geotécnica, debido al predominio de arcillas.

El grupo Agua Negra se ubica en el tercer lugar en extensión con 71,5 km² (17,9%), donde según Corpoandes-Gobernación del estado Trujillo (2016) está conformada por la Formación Misoa compuesta por areniscas, limolitas y lutitas intercaladas, en toda la sección y hacia el este, y por algunas capas de calizas en la parte inferior. Las areniscas presentan tamaños variados de grano, pero en general, son de grano fino y gradan a limolitas y luego a lutitas. Son micáceas, frecuentemente carbonáceas y generalmente bien estratificadas a macizas.

La Formación Paují es otra unidad que forma parte de este grupo. Esencialmente la unidad se presenta como una espesa secuencia de lutitas de color gris mediano a oscuro, macizas a físis. Las rocas de esta unidad se caracterizan por ocasionar movimientos de masa (deslizamientos y flujo de detritos). Siendo poco apta para uso residencial, establecimiento de cultivos, construcción de vialidad y otras obras de infraestructura. Las arcillas de esta unidad representan materia prima importante para la alfarería. Asimismo, Caús es otra unidad geológica perteneciente al grupo Agua Negra. Se caracteriza litológicamente por limolitas, de color gris o marrón a veces calcáreas o fosilíferas, areniscas pardas, de grano fino, y también calcáreas o fosilíferas y calizas grises, fosilíferas con concreciones.

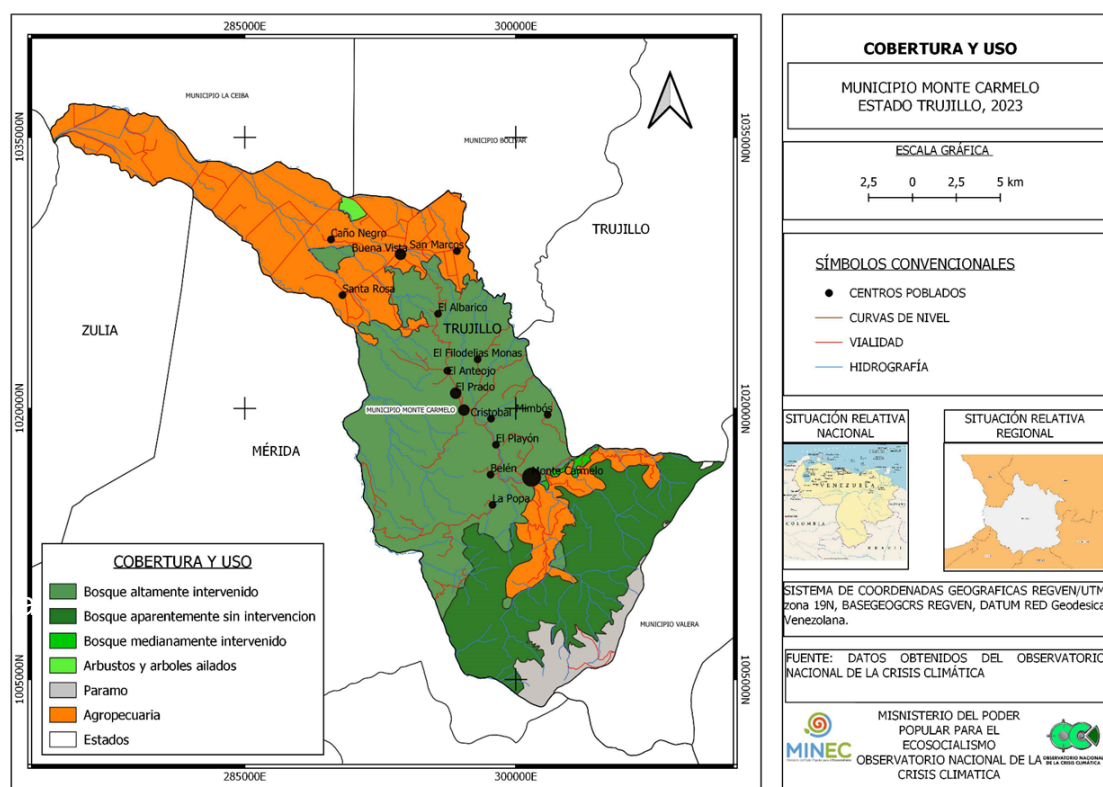
Las formaciones La Luna, Colón y Mito Juan, con 61,2 km² (15,3%), ocupan el cuarto lugar en superficie. Afloran en estas unidades calizas y lutitas calcáreas fétidas, con abundante materia orgánica laminada y finamente dispersa, delgadamente estratificadas y laminadas, densas, de color gris oscuro a negro. Estabilidad de taludes moderada. Además, Lutitas micro fosilíferas gris oscuro a negras, macizas, piríticas y ocasionalmente micáceas o glauconíticas, con algunas capas de caliza subordinada. Los afloramientos de lutitas originan movimientos de masa (deslizamientos y flujos de detritos). Siendo poco apta para uso residencial, establecimiento de cultivos, construcción de vialidad y otras obras de infraestructura.

El grupo Cogollo, conformado por la Formación Río Negro, sigue en importancia (quinto lugar con 29,2 km², 7,3% de la superficie total del municipio). La unidad está compuesta por areniscas blancas, generalmente de grano grueso; conglomerados heterogéneos y en menor proporción arcillas y lutitas variables, típicamente en tonos brillantes de color amarillo, rojo y morado. Esta unidad presenta areniscas interestratificadas por lutitas arcillosas altamente fracturadas que evolucionan a movimientos de masa en áreas donde se realizan cortes para trazado de carreteras.

Luego, con las menores superficies, le siguen las unidades geológicas Tostós, Sierra Nevada, Carvajal y Apón. En total, apenas estas unidades afloran por 39,9 km² que equivalen al 10% de la superficie total del municipio. Importante atención se le debe prestar a la Asociación Sierra Nevada, debido a que domina su afloramiento hacia la parte centro-sur del municipio donde se asienta el principal centro poblado Monte Carmelo y otras poblaciones. Unidad conformada por un conjunto de rocas ígneas (granitos y pegmatitas) y metamórficas (gneises, esquistos, cuarcitas y anfibolitas). Una característica que hay que resaltar es que, las infraestructuras ubicadas en esta unidad, presentan fracturas y hundimientos.

Cobertura y usos de la tierra

La cobertura y los usos de la tierra (mapa 6), como era de esperarse, varían a lo largo y ancho del municipio, condicionados estos aspectos principalmente por las variaciones altitudinales y de pendiente que inciden sobre los pisos climáticos, los suelos que se forman y la disponibilidad de agua para el desarrollo de los mismos. En el cuadro 4 se exhiben las diferentes categorías identificadas con su respectiva superficie de extensión.



Mapa 6

Categorías	Superficie km ²	%
Agropecuaria	124,2	31,1
Arbustos y árboles aislados	1,3	0,3
Bosques aparentemente sin intervención	100,4	25,1
Bosques medianamente intervenidos	1,3	0,3
Bosques altamente intervenidos	155,2	38,8
Páramo	17,4	4,3
TOTAL	399,7	100,0

Categorías de cobertura y usos de la tierra según superficie ocupada

Los bosques altamente intervenidos es la cobertura y uso de mayor superficie en el área de estudio con 155,2 km² que equivalen a más de un tercio de la superficie total del municipio (38,8%). Ocupa principalmente las áreas correspondientes con el piedemonte y la zona de transición de este último con la llanura lacustre, que es precisamente la zona donde se ubican la mayoría de los centros poblados del municipio, incluyendo su capital del mismo nombre (Monte Carmelo).

El uso agropecuario se ubica en segundo lugar como el de mayor extensión con 124,2 km² que representan 31,1% de la superficie total de Monte Carmelo. Una buena porción de este uso se ubica hacia las partes elevadas del municipio; sin embargo, la mayor superficie se observa hacia la parte baja, en la llanura aluvial-lacustre.

Los bosques aparentemente sin intervención se ubican hacia las áreas más elevadas del municipio, los cuales luego le dan paso (en las mayores altitudes) al páramo, áreas donde predominan las pendientes más escarpadas. Estos bosques ocupan una superficie de 100,4 km² (25,1%), mientras que el páramo sólo 17,4 km² (4,3%).

El resto de superficie (2,6 km²) está bajo cobertura y uso de bosques medianamente intervenidos y árboles y arbustos aislados.

Siendo más específicos, y tomando en consideración lo documentado en el informe de Corpoandes-Gobernación del estado Trujillo (2016); en la montaña media y baja del municipio Monte Carmelo, se encuentra localizada una importante producción cafetalera, que a nivel interno constituye la materia prima de uno de los productos de consumo masivo más arraigados en los hábitos alimenticios de la población de este municipio y trujillana en general (el café), además de ser considerado como cultivo conservacionista, ideal para la recuperación y protección de cuencas hidrográficas. Igualmente se da una importante actividad frutícola (naranja, mandarina, limón persa, cambur y aguacate) asociada al café la cual se ha venido incrementando en los últimos años, así como cultivos de subsistencia y semi-comerciales en forma de explotaciones a pequeña escala. Hacia el piedemonte se produce una gama de productos agrícolas para el autoconsumo y comercio en pequeña y mediana escala, tales como caraota, maíz, yuca y frutales primordialmente. En gran parte de los casos esta actividad está asociada a la ganadería extensiva.

La zona de planicie aluvial-lacustre presenta uno de los mayores potenciales agropecuarios y agroindustriales del municipio. Se caracteriza por la producción ganadera de doble propósito (carne y leche), la actividad porcina, avícola y piscícola.

Dispone de suelos aptos donde se vienen cultivando distintos rubros estratégicos. Existen abundantes recursos hídricos (superficiales y subterráneos) para su desarrollo, vías de penetración y fuerte inversión oficial en infraestructura física de agrosuporte e industrial. Presenta la posibilidad de intensificar y diversificar las actividades económicas, ya que cuenta con grandes extensiones de tierras con alto potencial, escasamente aprovechadas. Bajo este contexto, la actividad agrícola se desarrolla en cuatro sub-sectores: agrícola vegetal, agrícola animal, agrícola pesquero-acuícola y agrícola forestal.

Por ejemplo, el sistema bajo riego de cultivos permanentes, semi-permanentes y anuales, se localiza esencialmente en la zona de planicie, en las tierras servidas por los pequeños sistemas de regadío establecidos en el área del Programa Caús-Pocó, que cubre al municipio Monte Carmelo, entre otros, donde las áreas de cultivo se alternan con la actividad ganadera. Entre los cultivos predominantes se destacan los frutales, hortícolas de piso bajo, caña de azúcar y musáceas (plátano y banano), desarrollándose bajo un sistema de explotación de extensivo a semi-intensivo.

En el sub-sector agrícola animal en el estado Trujillo corresponde al renglón bovino. En tal sentido, tanto en los sistemas intensivos como en los extensivos, la actividad productiva está orientada fundamentalmente a la ganadería de doble propósito (leche y carne). En el primer caso, utilizando pastos cultivados y ganado de razas puras o altos mestizajes, mientras que en el segundo, pastos naturales y animales de raza criolla o mestiza. Monte Carmelo es uno de los municipios donde mayormente se localiza esta producción, entre otros como Andrés Bello, Miranda, Sucre, Bolívar, José F. Márquez C., La Ceiba, Pampán, Carache y Candelaria.

Es importante destacar que, dentro del sub-sector agrícola animal, resaltan los siguientes sistemas de producción: Ganadería semi-intensiva a intensiva, la que se localiza predominantemente en la zona de planicie (parte baja de Monte Carmelo y también en los municipios Miranda, La Ceiba, Andrés Bello, Sucre y Bolívar). El nivel tecnológico se define de medio a alto, observándose la aplicación de prácticas sanitarias, registros de control de servicios, prácticas de inseminación artificial, manejo de rebaños y potreros, así como el mantenimiento de instalaciones para las operaciones de campo.

Por su parte, la ganadería extensiva en Monte Carmelo se desarrolla en forma dispersa hacia la parte de montaña, a lo largo de algunos fondos de valle y en vertientes, pero también en la planicie aluvial-lacustre en áreas con mal drenaje y mala accesibilidad.

CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS Y SOCIOECONÓMICAS QUE INDICAN VULNERABILIDAD EN LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO MONTE CARMELO

Los indicadores

Una serie de características de orden demográfico y socioeconómico de la población del municipio Monte Carmelo, pueden ser analizadas a la luz de condiciones que, en un momento dado frente a la ocurrencia de algún evento adverso, sitúan a aquella en una situación de vulnerabilidad. La ausencia de cifras oficiales públicas actualizadas a nivel de municipios condujo a tratar esta temática con base en los resultados de la Encuesta sobre Condiciones de Vida (ENCOVI) de los venezolanos, realizada por un equipo de investigación de la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB) durante 2020 y 2021.

Los resultados de la ENCOVI revelan el deterioro de las condiciones de vida a nivel nacional, estatal y municipal, situación a la que no ha escapado el municipio Monte Carmelo del estado Trujillo, los que se muestran a continuación:

El municipio Monte Carmelo es uno de los municipios menos poblados de la entidad trujillana. Según la ENCOVI para 2020 contaba con 13.734 habitantes y, para 2021, la población aumentó un poco a 13.863 habitantes, siendo un territorio de carácter rural.

De esa totalidad poblacional, el 51,7% son hombres mientras el restante 48,3% son mujeres. Alrededor del 33% son niños y adolescentes de menos de 15 años, mientras que 61% son adultos (15 a 64 años) y 6% adultos mayores (65 años y más). Estos valores llevan a decir que este municipio, en conjunto con Urdaneta, presentan el índice de dependencia demográfica más elevado de la entidad con 64 jóvenes y adultos mayores dependientes económicamente de los adultos. Además, está entre los municipios con hogares con más población infantil menor a 5 años (28,6%) y de adultos mayores (23,9%), y uno de los que cuenta con el valor más elevado de promedio de personas por hogar con 3,5.

Por otro lado, Monte Carmelo presenta la tercera tasa global de fecundidad más elevada del estado Trujillo, la cual es de 3 hijos por mujer, siendo un valor moderadamente alto superior al de la entidad (2,4 hijos por mujer). Resaltando el hecho de que el 15% de las adolescentes en el municipio han tenido al menos un hijo.

Desde lo educativo, el 64% de la población entre 3 y 24 años asistente a algún centro de enseñanza, valor que ubica al municipio por debajo del valor de la entidad (68,7%) y en el puesto doce en relación al resto de los municipios.

Entre tanto 77,8% de la población de 15 a 64 años ha logrado alcanzar la primaria completa, mientras que el 58,1% de 20 a 24 años la secundaria completa. Estos dos últimos valores lo ubican en el grupo de municipios con menos porcentaje educativo en relación a la primaria y secundaria completa.

Con respecto a los niveles de pobreza, Monte Carmelo presenta uno de los valores más elevados con 83% de su población que vive por debajo de la línea de pobreza extrema, pero 100% de la misma vive por debajo de la línea de pobreza general. Entre tanto, 78% de los hogares viven por debajo de la línea de pobreza extrema y 97% por debajo de la línea de pobreza general.

En lo económico, se aprecia una desigualdad importante en cuanto a la tasa de ocupación entre sexos: 33% mujeres versus 91% hombres, siendo la tasa general de 62% que indica la relación porcentual entre de la población de 15 años y más que se encontraba ocupada en el período de referencia y la población de 15 años y más. Con un porcentaje total bajo de asalariados de 34%, entre los más bajos del estado Trujillo. Además, se ubica entre los territorios con mayor porcentaje de trabajadores por cuenta propia y ayudantes familiares (66%).

Cuando se aborda el tema de la alimentación, el 100% de la población presenta inseguridad alimentaria y 83,9% de moderada a severa, siendo la tasa de mortalidad infantil de 29 defunciones de niños menores de 1 año por cada mil nacimientos vivos. La de menores de 5 años resulta ser más elevada, de 33,2, ambos valores moderadamente altos, con el agravante que los dos indicadores aumentaron en relación a 2020 cuando sus niveles se ubicaron en 28,5 y 32,8, respectivamente.

Finalmente, hay que destacar que 73,8% de los hogares poseen déficit en los servicios públicos y 12,4% reside en viviendas inadecuadas. Ambos entre los valores más altos de la entidad trujillana.

ANÁLISIS INTEGRADO DE LOS INDICADORES BAJO UNA VISIÓN DE VULNERABILIDAD

Antes de mostrar un sucinto análisis sobre los indicadores antes descritos y su relación con la vulnerabilidad de la población de Monte Carmelo, es necesario conversar previamente sobre el término de vulnerabilidad. Algunos investigadores entienden la vulnerabilidad como la predisposición o susceptibilidad que tiene un elemento a ser afectado o a sufrir una pérdida (por ejemplo: una población, líneas vitales, infraestructura, etc...).

Por lo cual, la diferencia de la vulnerabilidad de los elementos expuestos, determinará la intensidad de los daños causados sobre los mismos por un evento extremo. En consecuencia, un análisis de vulnerabilidad es un proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica (Cardona, 1993).

Ahora bien, el concepto de vulnerabilidad, como todos los que se manejan en los estudios sociales vinculados a amenazas naturales, hace referencia a un concepto relativo y su análisis debe efectuarse frente a las condiciones particulares de cada comunidad o ciudad, así como también, debe ser evaluada específicamente ante amenazas determinadas. A groso modo, Aguirre (2003), apunta que vulnerabilidad es sinónimo de agotamiento, extenuación, impotencia, rendimiento escaso, desfallecimiento, flaqueza, es decir, condiciones que definen la susceptibilidad al daño; es decir, la incapacidad de un organismo, institución, entidad o comunidad de restablecerse luego de ser afectada por una situación no favorable.

Conjuntamente con lo anterior, la vulnerabilidad debe ser interpretada bajo un enfoque multidimensional y siempre bajo el principio de causalidad (causa - efecto). Por ello, es necesario tratar de aproximarse al análisis de la vulnerabilidad global (multidimensional), la cual surge como consecuencia de la interacción de una serie de factores y características (internas y externas) que convergen en una comunidad particular. El resultado de esa interacción es el "bloqueo" o incapacidad de la comunidad para responder adecuadamente ante la presencia de un riesgo determinado, con el consecuente "desastre" (Wilches - Chaux, 1993). Del mismo modo Somarriba y De Arce (2002), hacen referencia a la vulnerabilidad desde un enfoque multidimensional, identificando esas debilidades de una manera holística, para así entender que no se está hablando de una característica absoluta o estática de una comunidad, sino de un proceso complejo, dinámico y cambiante, que determina que esa comunidad quede expuesta o no a la ocurrencia de un desastre, o que tenga más o menos posibilidades de recuperación. A estos distintos puntos de vista, se les denomina factores o dimensiones de la vulnerabilidad.

En definitiva, para efectos de esta investigación, se plantea que la vulnerabilidad es una situación definida por un conjunto de características que posee en un momento y espacio dado uno o varios elementos que están expuestos (población, líneas vitales, viviendas y todo tipo de infraestructuras) a sufrir daños por la ocurrencia potencial de una amenaza (de origen natural o social o producto de la combinación de ambas). Aclarado el concepto de vulnerabilidad, es posible conectar el comportamiento de aquellos indicadores descritos al inicio de este apartado con esta definición.

Comencemos por analizar la población según sexo y edad. El interés de estas variables deriva en diferenciar los grupos por edad y sexo predominantes en el área que se esté estudiando, atendiendo a su nivel de vulnerabilidad. Algunos estudios de vulnerabilidad social sostienen que los niños/niñas, mujeres y ancianos son altamente vulnerables ante cualquier situación adversa. De manera que deben tenerse presentes los aspectos vinculados con la edad y el sexo, dándole especial atención al papel de la mujer. En muchas sociedades, las mujeres son las principales responsables de la vida en el hogar y de proporcionar albergue y otras necesidades básicas a su familia, en consecuencia, tendrían mayores probabilidades de que su carga sea más pesada o de ser más vulnerables en momentos de crisis (Fernández y Parra, 2011).

En el municipio Monte Carmelo existe un porcentaje importante de mujeres dentro de su población total (más de 48%), además, un significativo porcentaje de niños, niñas y adolescentes (al menos hasta los 15 años de edad), con el añadido de ser, tal como se señaló en la sección de los indicadores, uno de los municipios del estado Trujillo con hogares con más población infantil menor a 5 años (28,6%) y de adultos mayores (23,9%), y con el valor más alto de promedio de personas por hogar de la entidad trujillana (3,5 habitantes/hogar).

Estas características demográficas denotan una relativa alta vulnerabilidad en la población de este municipio ante la ocurrencia de un evento adverso relacionado con una crecida de algún río o quebrada o del desencadenamiento de un movimiento de masa con impactos directos e indirectos de afectación. Esto debido a que las personas con edades entre 6 y 14 años, independientemente del sexo, poseen mayor dependencia de los adultos para tomar decisiones, y mucho más las menores de 5 años. La falta de conocimiento y de experiencia trae como consecuencia que actúen por instinto incrementando la posibilidad de equivocarse en tomar la decisión pertinente. Desde el punto de vista psicológico y cognitivo están menos preparados para enfrentar eventos naturales y recuperarse emocionalmente ante ellos (INGEOMIN, 2005). Por su parte, las mujeres, sobre todo entre 15 y 59 años, se consideran altamente vulnerables en comparación con los hombres entre las mismas edades, por dos razones fundamentales: la primera tiene que ver con su condición física relativamente más débil, lo que las haría menos hábiles, teóricamente, en caso de evacuación o desalojo; mientras que otro motivo estaría relacionado con su responsabilidad en el hogar, por ser socialmente la encargada del cuidado de los menores, hecho que incrementa su permanencia en la vivienda dificultándole de igual manera la capacidad de evacuar la misma en el menor tiempo posible (Fernández y Parra, 2011).

Adicionalmente, casi un cuarto de la población del municipio es adulta mayor, lo que incrementa aún más el nivel de vulnerabilidad de la misma. Como se conoce, las personas de la tercera edad pierden destrezas y habilidades físicas (y en un buen número de casos hasta psíquicas) como para tomar acciones y decisiones correctas ante un evento adverso. Además, es normal que, por el desgaste biológico del organismo, la inmensa mayoría podría estar padeciendo de una o varias enfermedades/discapacidades que pudieran elevar su nivel de vulnerabilidad.

De igual modo, el relativo elevado número promedio de personas por hogares del municipio, combinado con las características demográficas antes descritas, podría agravar el panorama ante la ocurrencia de una amenaza natural. A mayor población en los hogares con características demográficas vulnerables, y si estos individuos no están bien preparados para responder ante la adversidad y si no cuentan con cualidades de resiliencia, se incrementa la vulnerabilidad.

La fecundidad moderadamente alta y el hecho que un número importante de adolescentes que al menos ha tenido un hijo, son otras características demográficas que podrían agravar el problema de la vulnerabilidad en el municipio Monte Carmelo. Esto significa más niños y niñas con padres y madres muy jóvenes no preparados para su crianza y desarrollo, y muy probablemente no preparados para afrontar una contingencia que se presente ante la ocurrencia de un evento adverso de origen natural.

Bajo la premisa que a un nivel educativo más avanzado disminuyen en consecuencia los niveles de vulnerabilidad social de la población, debido al mayor conocimiento (teórico) de la misma para enfrentar un evento adverso (Fernández y Parra, 2011), es que hay que analizar los valores de los indicadores educativos de Monte Carmelo. Mientras menor personas instruidas existan en una comunidad, esto dificulta la implementación y difusión de programas de capacitación ante desastres socionaturales. La mayor educación-instrucción en las personas incrementa su nivel de entendimiento, reflexión y percepción de su situación de vulnerabilidad y riesgo en general, así como podría dar mejores capacidades para responder frente a eventos adversos naturales.

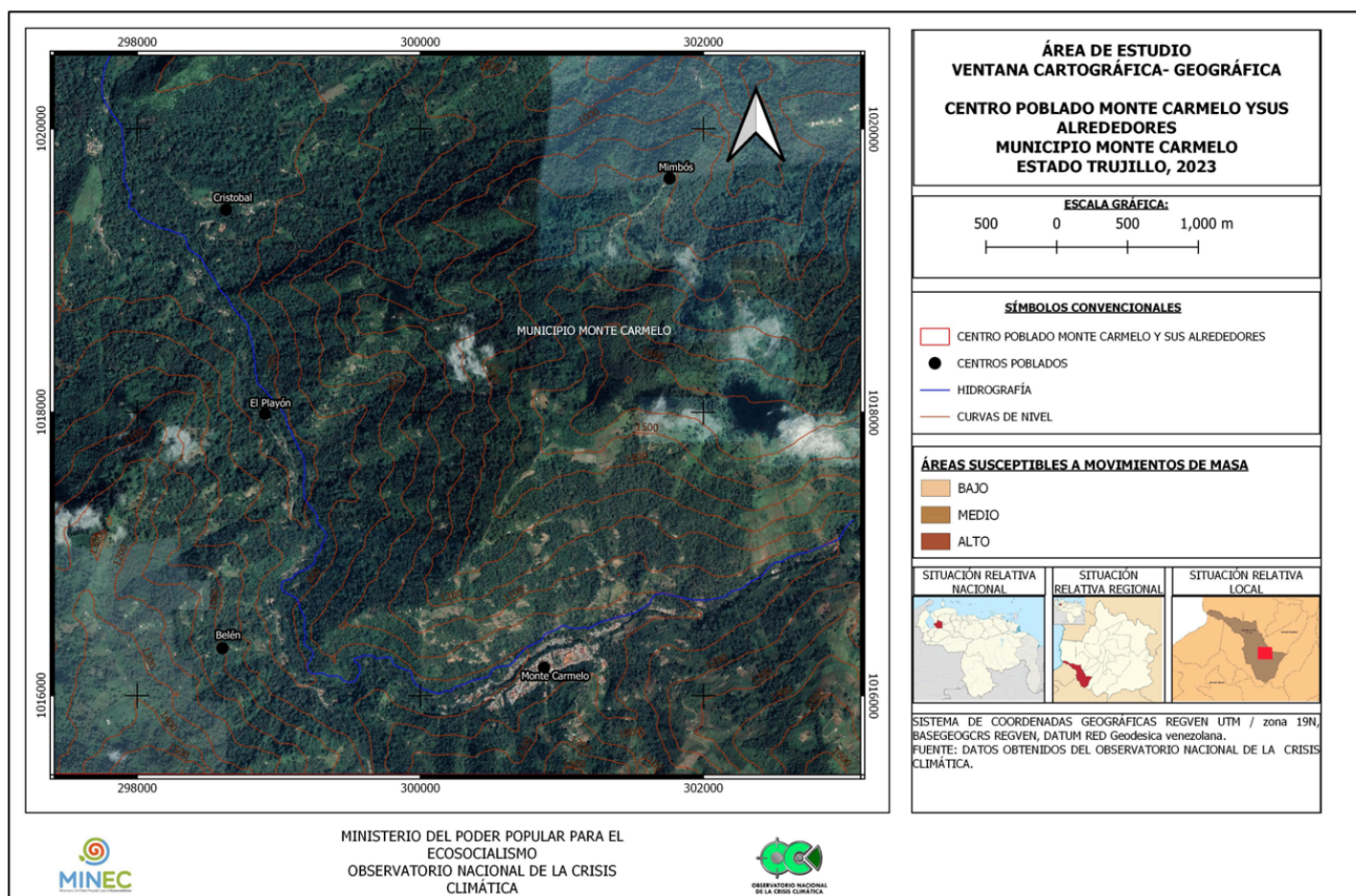
La mayor parte de la población del municipio Monte Carmelo apenas ha alcanzado a terminar la primaria y secundaria, valores que lo ubican en el grupo de municipios con menos porcentaje educativo de Trujillo, lo que denota una relativa moderada a alta vulnerabilidad desde este ángulo educativo.

En lo económico, el bajo porcentaje de mujeres asalariadas (y que probablemente un buen número es cabeza de hogar) y por ser uno de los municipios con el porcentaje más bajo de población asalariada y entre los de mayor indicador de población de trabajadores por cuenta propia y ayudantes familiares (muchas de estas personas en economía informal), incrementa la vulnerabilidad, por un lado, en las mujeres, y por otro, de la población en general. Esto debido a que, ante pérdidas materiales producto de un evento adverso, las posibilidades de recuperar sus bienes materiales se van a hacer muy cuesta arriba. Además, la sobrevivencia durante los días, semanas o meses que pudiera durar la contingencia se podría tornar muy fuerte y estresante para quizás muchas familias, y esto muestra una vulnerabilidad económica de la población del municipio. Todo lo expuesto en este apartado se agrava mucho más al traer a colación los elevados porcentajes de inseguridad alimentaria por los que atraviesa la población del municipio, y las moderadas pero importantes tasas de mortalidad infantil que existen en el mismo, con el agravante que también persiste un elevado porcentaje de población y hogares en pobreza.

CENTRO POBLADO MONTE CARMELO Y SUS ALREDEDORES

caracterización de las amenazas naturales en estudio

Una vez descritas y analizadas las características biofísicas, de usos de la tierra y cobertura, y de vulnerabilidad social general dentro del contexto del municipio Monte Carmelo, se determinó que el área más crítica de este territorio es donde se localiza la capital municipal, es decir: el centro poblado de Monte Carmelo y sus alrededores, ventana cartográfica y geográfica que alcanza una superficie aproximada de 40,8 km² (mapa 7). Los aspectos que condujeron a definir esta área como la más crítica fueron: en este territorio se concentra más del 60% de la población total del municipio con significativas condiciones de vulnerabilidad; dominan las pendientes inclinadas a moderadamente escarpadas; se localiza en las cercanías de una zona de máxima precipitación por efecto de la orografía; se identifican áreas susceptibles a la ocurrencia de movimientos de masa y se ubican microcuencas con características morfométricas que las hacen susceptibles a crecidas (algunas de ellas experimentaron crecidas el pasado mes de abril de 2023); todo lo anterior se combina con una heterogeneidad de unidades geológicas alteradas/fracturadas y rasgos geológicos que afloran en el lugar (por ejemplo: fallas geológicas observadas e inferidas).

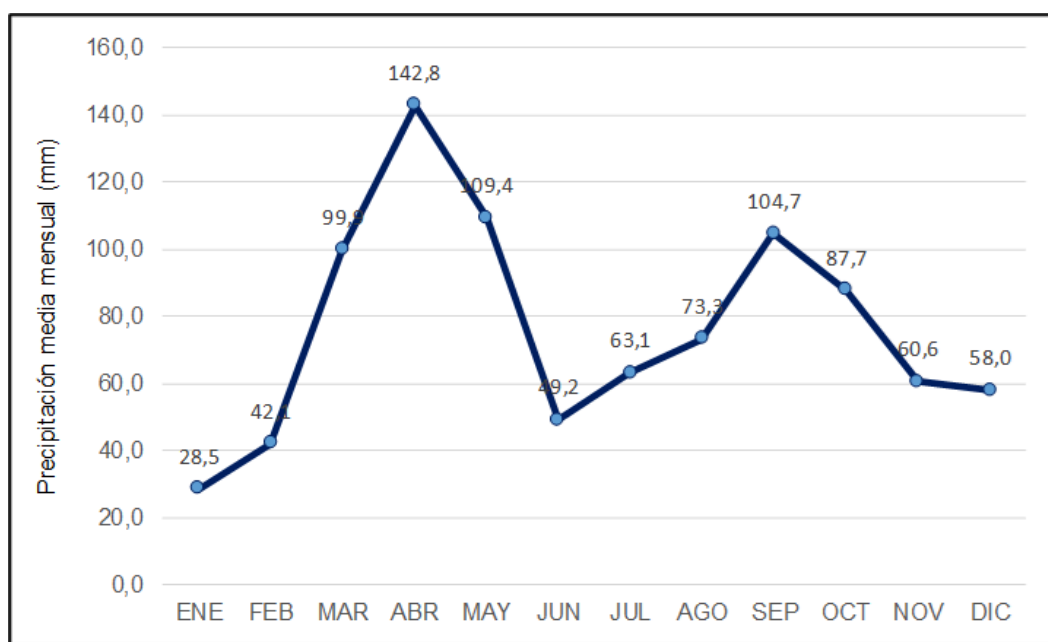


Mapa 7

SUSCEPTIBILIDAD A LA OCURRENCIA DE MOVIMIENTOS DE MASA

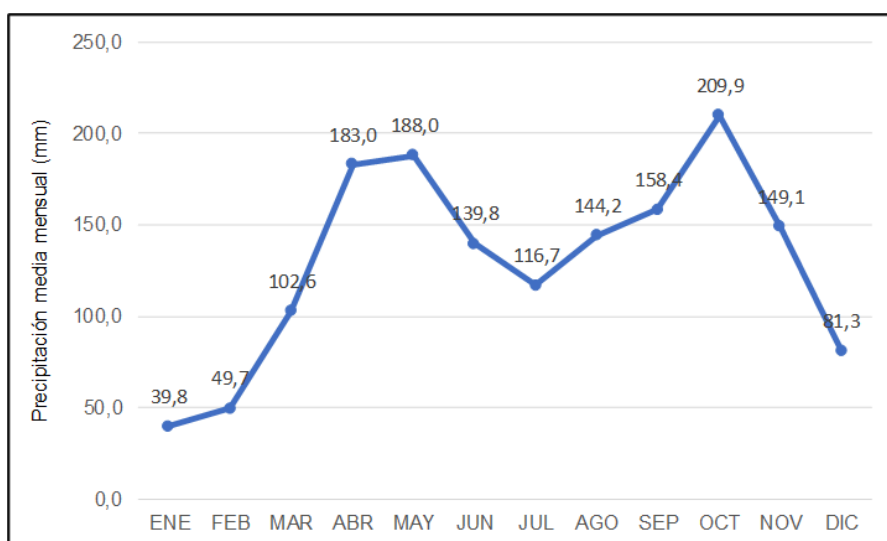
La precipitación y los movimientos sísmicos como detonantes

Es conocido que innumerables movimientos de masa tienen como detonante las lluvias, sobre todo si son significativas en intensidad y duración, de allí que es importante conocer cuál es el comportamiento de la precipitación a lo largo del año. En las cercanías del centro poblado Monte Carmelo sólo existe una estación climatológica, para la cual se conocen dos períodos de registro 1991-2003 (13 años) y 2000-2021 (22 años) y estos sirven de referencia para observar las fluctuaciones de la pluviosidad a lo largo del año. En el primer caso, la precipitación media anual se ubicó aproximadamente en 919,2 mm, siendo el comportamiento promedio mensual de la pluviosidad como se muestra en la figura 3.



Comportamiento temporal de la precipitación media mensual, estación Monte Carmelo, período 1991-2003, Fuente: MINEC (2023) registros del antiguo MARN (Figura 3)

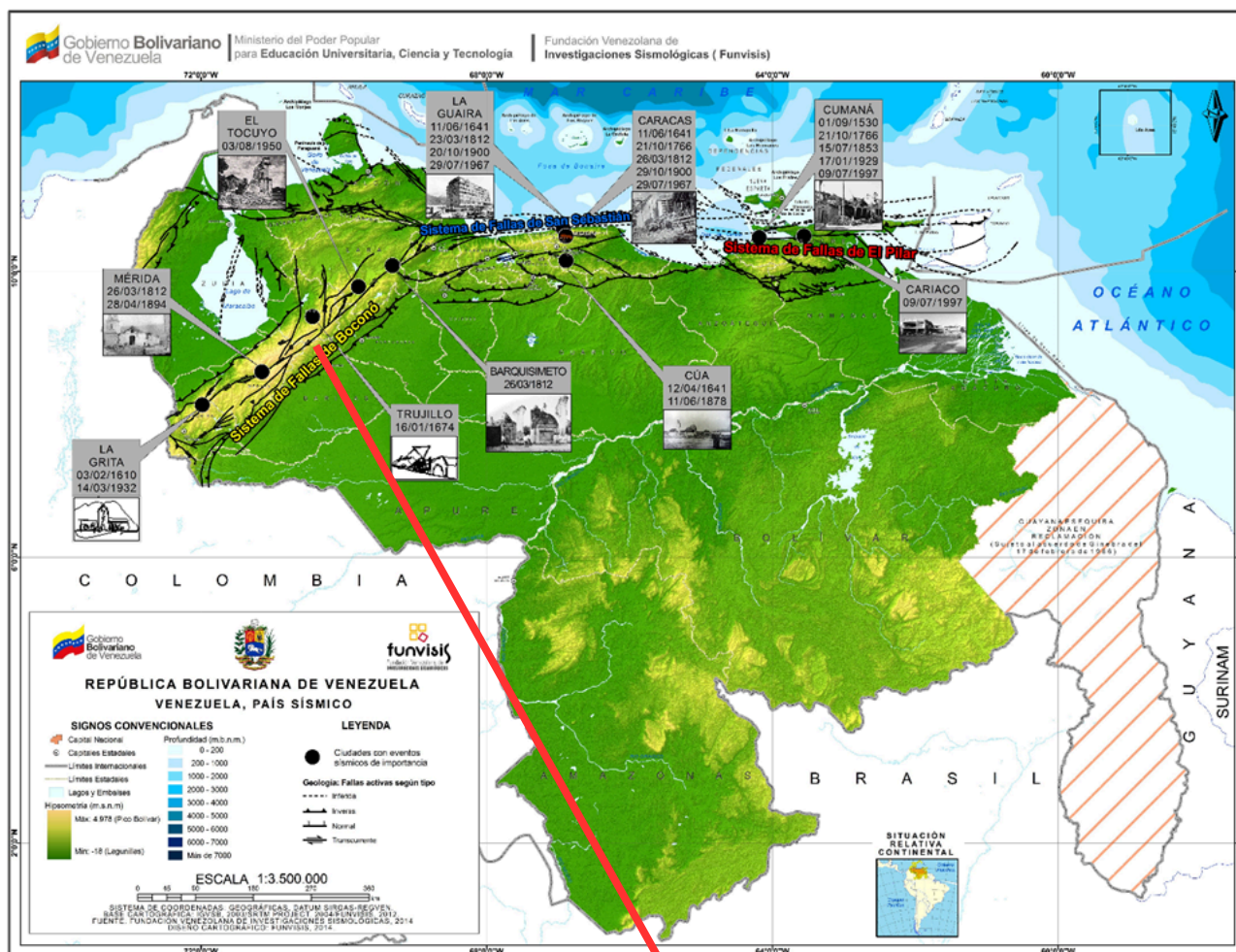
En la figura se aprecia un comportamiento bimodal de la precipitación, es decir, un primer valor de máxima precipitación se registra en el mes de abril y otro en septiembre (104,7 mm/año); sin embargo, el mayor “pico” se presenta en abril con 142,8 mm/año. Con los registros del período más extenso se aprecia la misma bimodalidad (figura 4), solo que el máximo ahora se ubica en octubre con 209,9 mm. Sin embargo, el valor que se registra en abril sigue siendo significativo (183 mm). Es importante resaltar que durante estos meses aumentan las probabilidades de presentarse lluvias máximas o extraordinarias, tal como ocurrió con las precipitaciones importantes que cayeron sobre Monte Carmelo y sus alrededores en abril de 2023.



Comportamiento temporal de la precipitación media mensual, estación Monte Carmelo, período 2000-2021, Fuente: MINEC (2023) (Figura 4)

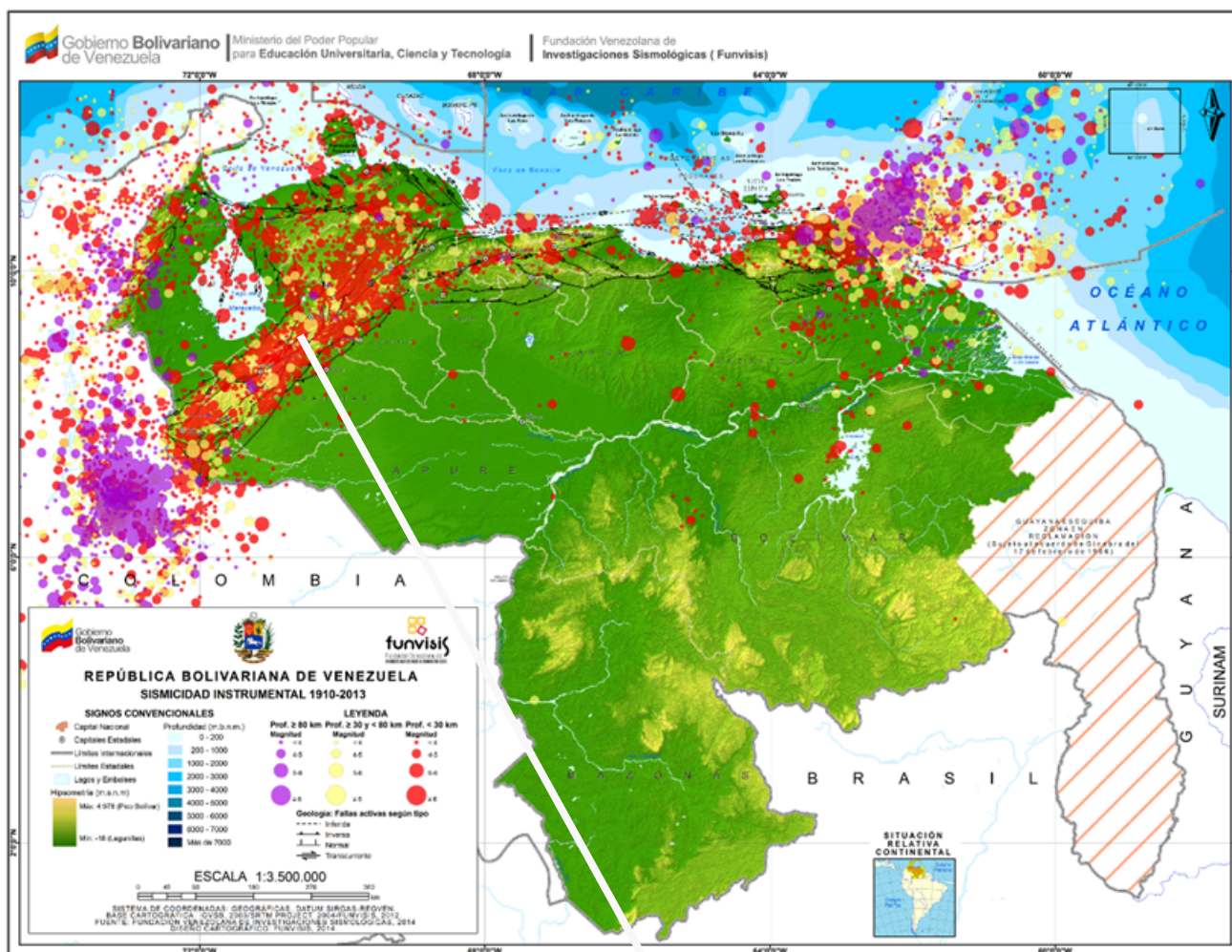
Por otro lado, el municipio Monte Carmelo está surcado por la falla de Buena Vista, la cual es considerada como una falla normal de ángulo alto con bloque levantado al noroeste-oeste y deprimido al sureste-este. Se extiende con rumbo aproximado $N60^{\circ}E$ desde los alrededores de Monte Carmelo hacia el noroeste de Valera donde cambia hacia el norte dirigiéndose con rumbo aproximado norte-sur a $N10^{\circ}O$ hasta Motatán (Corpoandes-Gobernación del estado Trujillo, 2016). Esto permite advertir que los sismos son un fenómeno latente –impredecibles por la ciencia hasta los momentos- y, según la energía que liberen y la ubicación del epicentro e hipocentro del mismo, pueden generar movimientos de masa de diferentes tipos con represamiento de drenajes y ocasionar graves daños a la población. Adicionalmente, el ONCC (2023) hace alusión a que existen evidencias de las trazas de falla de Momboy y de Boconó en el área estudiada.



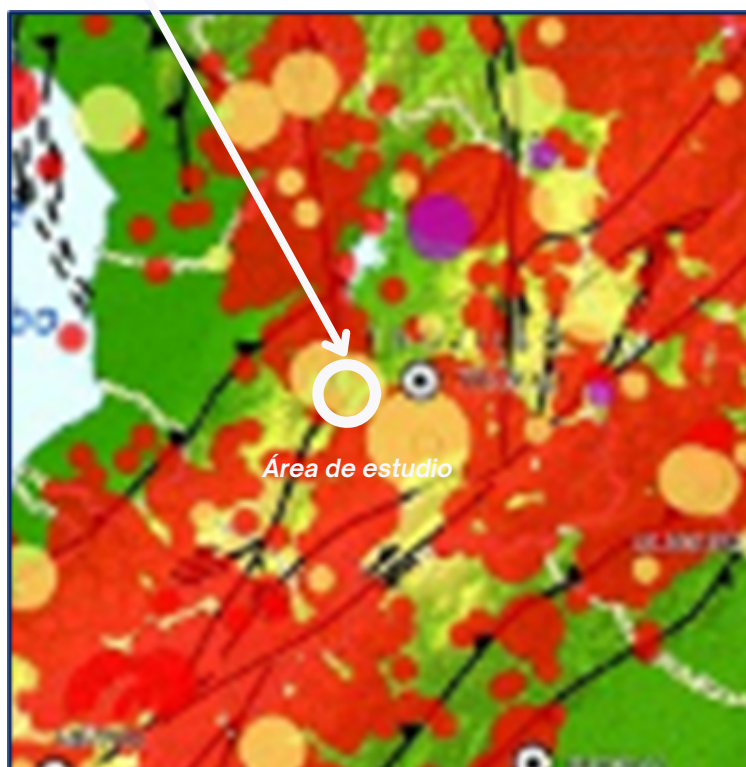


Localización del área de estudio en el contexto de la sismicidad histórica de Venezuela, Figura 6





Localización del área de estudio en el contexto de la sismicidad instrumental de Venezuela figura 7.



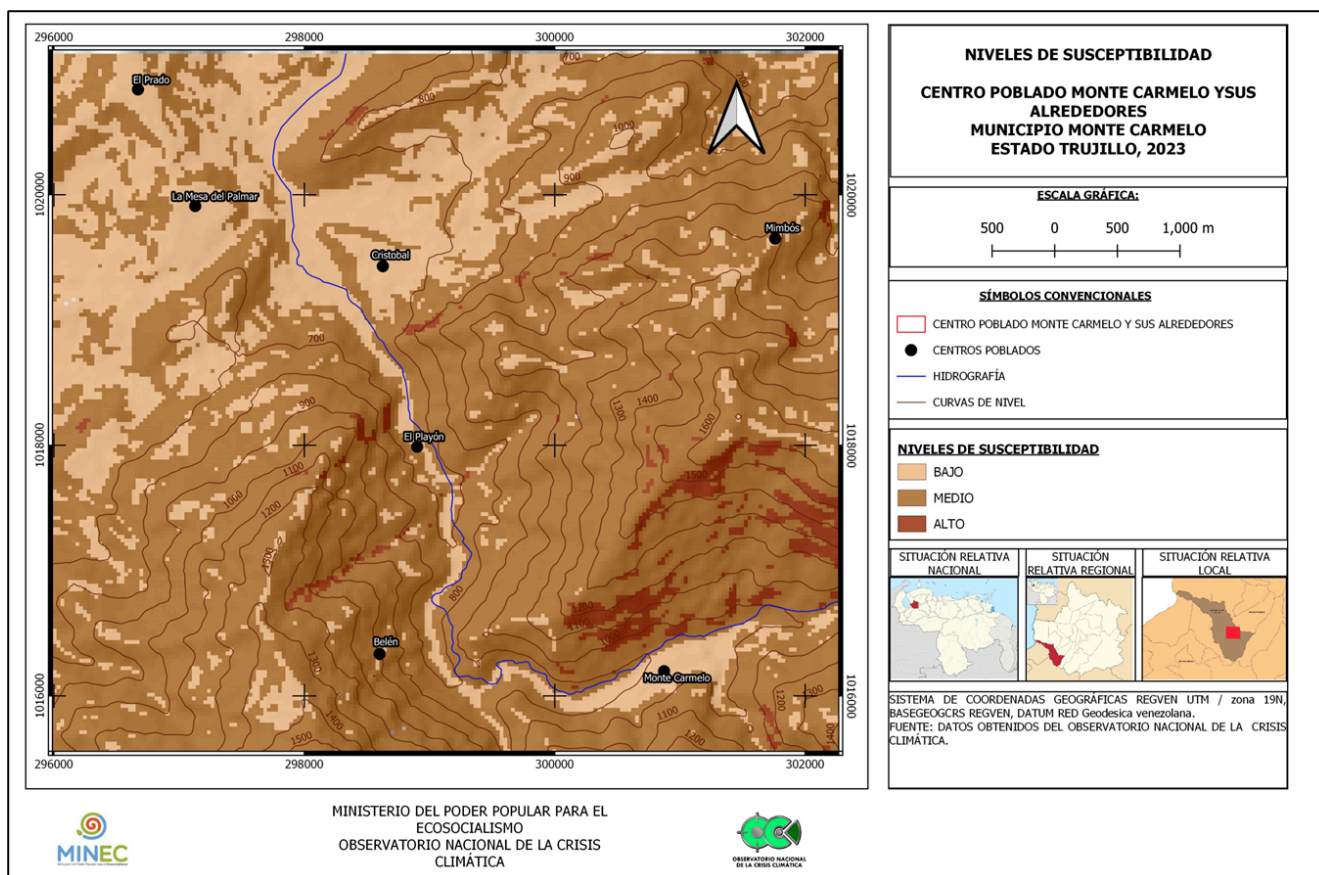
Al observar con detenimiento los mapas de FUNVISIS, podemos afirmar lo siguiente: (i) el área de estudio se ubica dentro de la zona sísmica 5, la cual es calificada como de elevado peligro sísmico (ver figura 5); (ii) ha sido afectada (en menor o mayor medida) por significativos sismos históricos cuyos epicentros se han localizado en el estado Mérida (1812 y 1894) o en el estado Trujillo (1674) (ver figura 6), todos con una magnitud superior a 6 en la escala de Richter; (iii) según los registros instrumentales, ocurren sismos de magnitudes inferiores a 4; sin embargo, se observa claramente que en sus cercanías existe una importante actividad telúrica con movimientos que superan la magnitud 4 y con profundidades menores a 30 km, lo que resulta en sismos más peligrosos y destructivos para la población (ver figura 7).

Adicionalmente, algunos estudios de sismos acontecidos en los Andes venezolanos, y relativamente cerca del área de estudio (y en algunos casos dentro del área), evidencian la ocurrencia de movimientos de masa, represamientos y crecidas de drenajes, tal es el caso de la investigación Palme y Altez (2002) sobre los terremotos de 1673 y 1674 con epicentro en Trujillo.

Identificación de movimientos de masa

Tal y como se aprecia en el mapa 8 anexo, se lograron identificar varios movimientos de masa en los alrededores del centro poblado Monte Carmelo, los cuales afectan una superficie total de unos 340 mil metros cuadrados. Es importante acotar que estos son sólo aquellos que lograron ser identificados mediante una observación/interpretación de las imágenes de satélite y de las imágenes tomadas desde un vuelo con drones, movimientos que se encuentran activos en la actualidad. Esto quiere decir que es probable que existan otros movimientos activos: unos de menor tamaño que quizás no fueron vistos a través de las imágenes por su relativa poca extensión y otros que, posiblemente, se encuentren en estado latente (antiguos) cubiertos por vegetación, pero que podrían reactivarse en un momento dado (por ejemplo: ante la ocurrencia de otra tormenta o de lluvias extraordinarias o ante un sismo).

Especial atención requiere la ladera ubicada al norte del centro poblado Monte Carmelo, donde se identificó con las imágenes una zona activa y propensa a la ocurrencia de deslizamientos de variadas extensiones. Esta zona de deslizamientos abarca aproximadamente unos 2,74 km² (Foto 1).



Mapa 8



Fuente: fotografía tomada en abril de 2023 por el equipo de investigación del ONCC
 Foto 1. Vista panorámica de la ladera ubicada hacia el norte del centro poblado de Monte Carmelo donde se pueden observar varios movimientos de masa identificados con las flechas color amarillo.

En esa misma ladera norte aludida, se identificó un movimiento de masa de tipo deslizamiento rotacional de importante extensión (foto 2) localizado en la sección superior de la microcuenca de la quebrada La Betulia (identificado en el mapa 8 con el número 1). Según un informe técnico elaborado por el Observatorio Nacional de la Crisis Climática (ONCC, 2023) el material que se deslizó se encontraba para el momento de la inspección (abril de 2023) con considerable contenido de humedad y con potencialidades para desplazarse y ocupar las zonas bajas del fondo de valle. De hecho, a lo largo de este drenaje se generó un flujo de detritos/lodo que afectó la vialidad y el sector de la Vega de Monte Carmelo (identificado en el mapa 8 con el número 2), cuya fuente de suministro fue el aludido movimiento rotacional.



Fuente: fotografía tomada en abril de 2023 por el equipo de investigación del ONCC

Foto 2. Movimiento de masa de tipo deslizamiento rotacional ubicado en la parte superior de la microcuenca la Betulia, ladera al norte del centro poblado de Monte Carmelo.

Otros flujos similares y que afectaron a parte de la vialidad y a algunas comunidades se desarrollaron en los drenajes de las microcuencas: El Moizón (identificado en el mapa 8 con el número 5) y el Bizcocho (identificado en el mapa 8 con el número 3). Asimismo, hacia otros lugares también se lograron visualizar otro conjunto de movimientos de masa de menor extensión (principalmente deslizamientos) identificados en el mapa 8 anexo con los números 4, 6, 7, 8 y 9. Ejemplo de estos flujos se muestran en las fotos 3, 4 y 5.



Fuente: fotografías tomada en abril de 2023 por el equipo de investigación del ONCC
Fotos 3 Flujos de detritos/lodo



Fuente: fotografías tomada en abril de 2023 por el equipo de investigación del ONCC
Fotos 4. Flujos de detritos/lodo



Fuente: fotografía tomada en abril de 2023 por el equipo de investigación del ONCC
Foto 5. Flujo de detritos/lodo que impactó el sector de La Vega.

Las unidades geológicas predominantes son la Asociación Tostós, constituida por sedimentos metamorizados distribuidos entre filitas, pizarras, gneises de grano fino, rocas silíceas y esquistos y Asociación Sierra Nevada del Grupo Iglesias, conformada por cuarzos feldespáticos bandeados, intrusiones graníticas y rocas ígneo metamórficas. Todas esas rocas y minerales se configuran en una estratificación que buza, en su mayoría, a favor de la pendiente y propicia movimientos de masa a partir de distintos planos de deslizamiento. Adicionalmente, la litología al parecer se encuentra alterada/fracturada debido a la fallamiento activo del lugar, donde existen evidencias de las trazas de falla de Momboy y de Boconó. Esto genera diversas fracturas en el material y crea patrones de drenaje rectangulares, propiciando condiciones de infiltración hídrica, por precipitación y escorrentía, a través del material diaclasado (ONCC, 2023).

Áreas susceptibles a movimientos de masa

Para la obtención del mapa síntesis de áreas susceptibles a movimientos de masa se ponderaron y superpusieron (con valores prefijados) los mapas de pendiente, geología, movimientos de masa y de usos y cobertura de la tierra. Los resultados de los diferentes niveles se describen a continuación:

Se identificaron tres niveles de áreas susceptibles: baja, moderada y alta susceptibilidad. El primer nivel (susceptibilidad baja), abarca 9,0 km² del área de estudio, es decir, 22,1% de los 40,8 km² de la superficie total de la ventana cartográfica-geográfica estudiada. Este nivel se extiende principalmente por la zona plana que corresponde con la planicie aluvial-lacustre, también por el fondo de valle y el cauce donde fluye el río Buena Vista y Palmar, además de algunas zonas en las montañas sobre todo en divisorias de agua con cúspides acolinadas. Estas áreas son poco propensas a movimientos de masa debido principalmente a su baja pendiente, la mayoría de las zonas están por debajo del 30% e incluso otras por debajo de 10%.

El nivel de moderada susceptibilidad es el de mayor superficie con 30,2 km² que equivalen al 74% del total del área en estudio. Ocupa la mayor parte central de la ventana estudiada a lo largo y ancho de las laderas orientadas hacia el norte y sur. Es un área donde tiende a dominar pendientes de inclinadas (48 a 64%) a moderadamente escarpadas (mayor a 64%).

Por su parte, el tercer nivel identificado (el alto), es el que ocupa menos superficie (1,5 km² que equivalen a 3,8% de la superficie total del área estudiada); sin embargo, es el más preocupante debido a que son áreas donde se presentan las mayores propensiones a ocurrir movimientos de masa, tal como se evidencia en la foto 6. En ellas dominan principalmente las pendientes superiores a 64%, terrenos escarpados. La mayoría de estas áreas se ubican hacia la ladera localizada al norte del centro poblado de Monte Carmelo, algunas pequeñas áreas hacia el sur y manchas importantes hacia el oeste, en las microcuencas cercanas a los sectores El Bizcocho y Belén (identificadas con los números 5 y 6 en el mapa de microcuencas). Entre tanto, la geología predominante en este caso son rocas de las Asociaciones Tostós y Sierra Nevada (Complejo Iglesias), con niveles significativos de alteración que las hacen propensas a desencadenar procesos geomorfológicos. Por su parte, domina el uso y cobertura de bosques intervenidos, áreas de gramíneas/pastizales y cultivos.

Es importante destacar que la mayoría de los movimientos de masa que se activaron en abril de 2023 por las precipitaciones acaecidas en la zona, ocurrieron en estas áreas identificadas con alta susceptibilidad (foto 6).

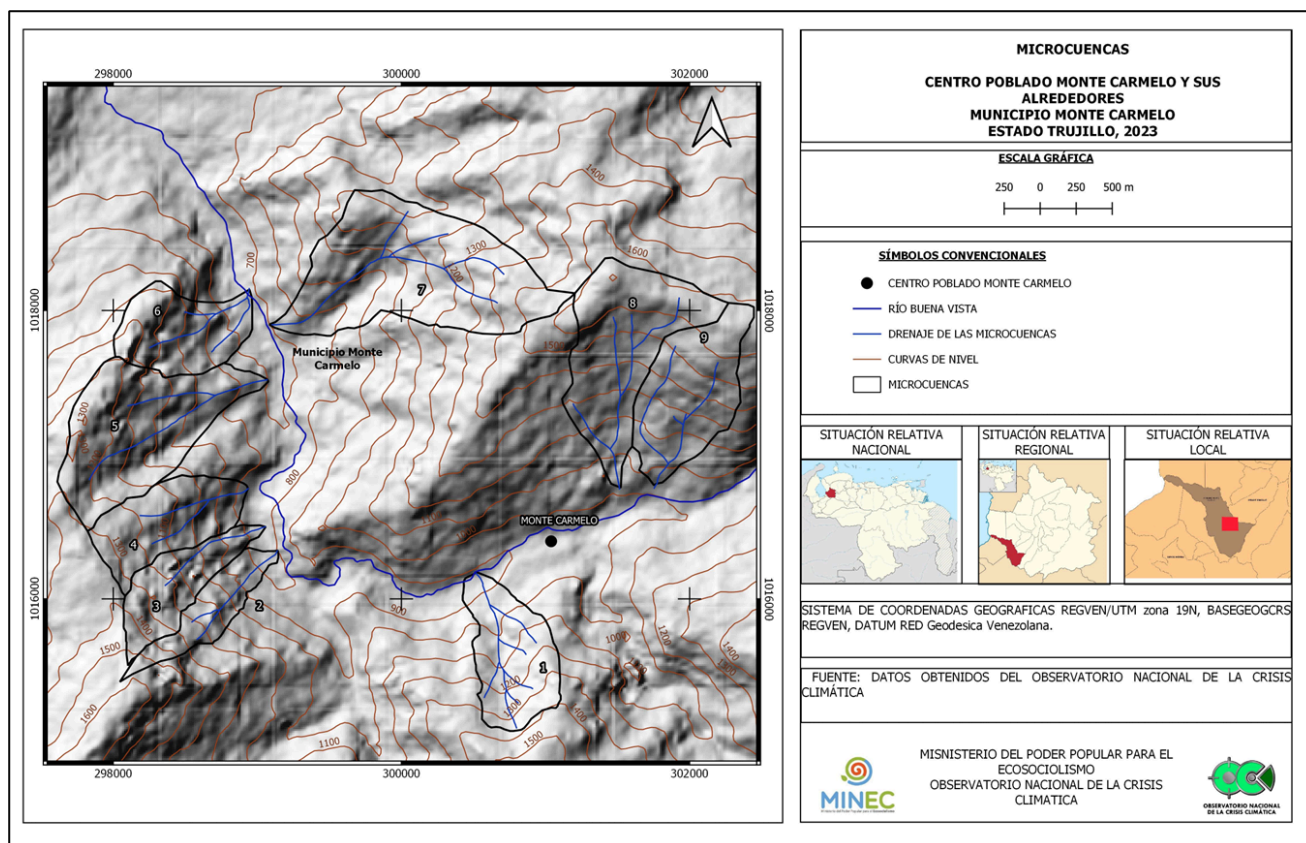


Fuente: Fotografía tomada en abril de 2023 por el equipo de investigación del ONCC

Foto 6. Ladera al norte del centro poblado de Monte Carmelo. Obsérvese la cantidad de movimientos de masa que se activaron producto de las lluvias de abril 2023.

Susceptibilidad a crecidas extraordinarias

Dentro de la ventana cartográfica-geográfica estudiada, se seleccionaron nueve microcuencas que se ubican en los alrededores del centro poblado de Monte Carmelo (mapa 9). A estas áreas se les calcularon varios indicadores morfométricos para determinar su nivel o grado de susceptibilidad a generar potenciales crecidas. Los resultados se muestran a continuación (cuadro 5):



Mapa 9

Microcuenca	Área (km ²)	Forma de Horton	Forma de Miller	Pendiente media de la cuenca (%)	Densidad de drenaje (km/km ²)	Pendiente media del cauce principal (%)
1	0,492	0,39	0,68	70,3	4,95	35,0
2	0,270	0,13	0,34	85,0	3,89	107,0
3	0,360	0,20	0,46	79,4	2,32	104,0
4	0,474	0,35	0,63	73,7	4,89	79,8
5	0,882	0,33	0,61	72,3	2,34	39,7
6	0,447	0,41	0,73	68,8	3,30	50,5
7	1,254	0,27	0,57	70,5	2,48	48,0
8	0,812	0,31	0,51	58,5	3,37	57,3
9	0,624	0,31	0,66	64,3	2,58	67,2

Parámetros morfométricos estimados según las microcuencas seleccionadas, Fuente: cálculos propios, Cuadro 5

Como se observa en el cuadro 5, las nueve áreas seleccionadas se corresponden con pequeñas microcuencas de poca superficie, todas (a excepción de la n° 7) no superan el kilómetro cuadrado de área.

Ahora bien, con base en los valores interpretativos del factor forma (Delgadillo y Moreno, s/f), según el cálculo con el indicador de Horton y Miller, la n° 2 es la única que presenta una forma muy alargada, y le siguen la 3 y 7 que son alargadas. Luego, la n° 4, 5, 8 y 9, muestran una forma ligeramente alargada, mientras las restantes (la 1 y 6) exhiben una morfología ni alargada ni ensanchada.

En términos generales, los sistemas hidrológicos con formas más ensanchadas poseen una mayor propensión a generar crecidas. Esto debido a que el recorrido del agua a través de la cuenca es mucho menor que en cuencas con formas alargadas. En otros términos, las cuencas ensanchadas cuentan con un menor tiempo de concentración del agua (caudal) y por ello poseen una característica de mayor rapidez para la concentración de los flujos de aguas superficiales, produciendo mayor violencia ante la ocurrencia de crecidas.

Entre tanto, en los sistemas hidrológicos alargados, el tiempo de viaje del agua (caudal) es mucho más prolongado, lo que contribuye a que los “picos” súbitos de crecidas se produzcan menos bruscos en caso de ocurrencia de lluvias importantes o de tormentas (Delgadillo y Moreno, s/f).

Entonces, en el caso de las microcuencas seleccionadas y desde el punto de vista de estos indicadores morfológicos, la mayoría de las mismas poseen formas muy alargadas o ligeramente alargadas, por lo que, en teoría, no poseen una propensión elevada a generar picos violentos de crecidas. Sólo la 1 y 6 podrían presentar un poco más de susceptibilidad que el resto por presentar un valor un poco superior a éstas.

Al analizar la pendiente media de las microcuencas, se tiene que todas sin excepción superan 50% de pendiente, lo que permite calificarlas como áreas con un relieve muy escarpado. En la medida entonces que los valores de este indicador sean elevados y se alejen considerablemente de 0%, en esa medida se incrementa las probabilidades de generarse crecidas. Esto debido a que la capacidad de arrastre de sedimentos y la velocidad del agua (caudal) en caso de presentarse lluvias extraordinarias (incluso a veces hasta ordinarias) se incrementa en la medida que la pendiente sea mayor.

Caso contrario ocurre en aquellas cuencas (o microcuencas) donde la pendiente no es significativa, es decir, en terrenos poco accidentados o donde la pendiente es suave o llana, donde esto contribuye a que los picos de crecidas sean menos violentos (Delgadillo y Moreno, s/f).

En ese sentido, todas las microcuencas al contar con valores que las ubican en terrenos muy escarpados, desde el punto de vista de este indicador tienen una alta propensión a generar crecidas violentas.

Si a todo lo anterior le adicionamos que la pendiente media del cauce principal también es elevada en todas las microcuencas (la cual tiende a ser inferior a la de la cuenca en general), la susceptibilidad a la ocurrencia de crecidas aumenta. Sobre todo, en las microcuencas 2 y 3 que exhiben una muy elevada pendiente en sus cauces, la que supera el 100% en ambos casos, es decir, los 45° grados de inclinación, lo que les confiere un poder de arrastre de sedimentos y de caudal muy significativo.

Según Delgadillo y Páez (2008), las cuencas que cuentan con una densidad de drenaje (km/km²) por debajo de 1, se tienden asociar a áreas con menos propensión a generar crecidas. En la medida que este valor aumente, por ejemplo, a valores superiores a 3, las probabilidades de crecidas también se incrementan.

En ese sentido, las microcuencas 3, 5, 7 y 9, cuentan con valores entre 2 y 3 km/km² de drenaje, lo que significa que poseen densidades altas. El resto (1, 2, 4, 6 y 8), exhiben densidades superiores a 3, es decir, muy altas.

En general, una densidad de drenaje alta y muy alta se asocia con “materiales impermeables a nivel subsuperficial, vegetación dispersa y relieves montañosos” (Strahler, 1964: 4-52 citado por Delgadillo y Páez, 2008), además de ello indica que una cuenca posee suficiente drenaje ante la ocurrencia de tormentas. Una cuenca bien drenada, generaría poca oportunidad de darle tiempo a la escorrentía superficial de infiltrarse y percolar a nivel subterráneo, de allí que los acuíferos de estas áreas son de bajos rendimientos o en su defecto el volumen de recarga es muy pobre (Ruiz, 2001).

Por lo observado y analizado de las microcuencas, para efectos de este trabajo se plantea que tienen rasgos que permiten calificarlas como torrentes, donde según Eisbacher y Clague (1984: 14, citados por Ayala et al., 2023), se refiere a “un curso que atraviesa terrenos montañosos de elevada pendiente, que pueden tener un régimen bien sea intermitente o perenne, el cual se caracteriza por presentar caudales esporádicos y violentos que desencadenan en flujos de detritos”. De acuerdo con su morfología, un sistema de torrente consta de tres partes bien definidas: una sección superior (cuenca o sección de captación, recepción), una segunda parte o canal de desagüe (torrente), y una tercera donde se depositan los materiales transportados y forman abanicos aluviales o de detritos.

De presentarse una crecida, o de acontecer un movimiento de masa tipo flujo de detritos/lodo en las microcuencas estudiadas, según sea el caso los posibles sectores a ser afectados serían: la n° 2 podría impactar a El Chorrerón y Belén aguas abajo, la 3 a Belén aguas abajo, la 4 a La Popa en la parte superior y Belén en la parte baja, la 5 a El Bizcocho, la 7 al sector El Playón aguas abajo, la 8 y 9 al sector La Vega y hacia el este de Monte Carmelo, mientras que la 1 al oeste de Carmelo y la 6 al sector El Bizcocho. De presentarse una crecida, o de acontecer un movimiento de masa tipo flujo de detritos/lodo en las microcuencas estudiadas, según sea el caso los posibles sectores a ser afectados serían: la n° 2 podría impactar a El Chorrerón y Belén aguas abajo, la 3 a Belén aguas abajo, la 4 a La Popa en la parte superior y Belén en la parte baja, la 5 a El Bizcocho, la 7 al sector El Playón aguas abajo, la 8 y 9 al sector La Vega y hacia el este de Monte Carmelo, mientras que la 1 al oeste de Carmelo y la 6 al sector El Bizcocho.

Eventos adversos identificados en el municipio Monte Carmelo

Según el informe técnico elaborado por Corpoandes-Gobernación del estado Trujillo (2016), en el estado Trujillo a lo largo del siglo XX y en lo que va del XXI, han acontecido innumerables eventos adversos al menos hasta 2011 y sin contar el de abril de 2023 (cuadro 6), la mayoría asociados a crecidas de ríos y quebradas y/o a movimientos de masa. Dentro de esa lista destacan varios eventos que tuvieron como escenario al municipio Monte Carmelo, llama la atención que los mismos han acontecido con un lapso de recurrencia entre 2 a 3 años, es decir, un tiempo muy corto.

Unidad fisiográfica	Municipio	Parroquia	Amenazas naturales	Sectores afectados	Infraestructura/ Actividad afectada	Historial de eventos
Montaña	Monte Carmelo	El Cenizo	Hidrológica	El Cenizo, Las Cocuizas	Viviendas, vialidad y cultivos	1999, 2001, 2002, 2009 y 2010
Montaña	Monte Carmelo	Buena Vista	Hidrológica	Buena Vista, La Catalina, Río Pocó, Vía Panamericana, San Marcos de León	Viviendas, vialidad, cultivos y ganadería	2000, 2003, 2005, 2006, 2010 y 2011
Montaña	Monte Carmelo	Santa María del Horcón	Hidrológica	Caño Negro, Casa de Tabla y La Caimana	Viviendas y vialidad	2000, 2003, 2005, 2006, 2010 y 2011
Montaña	Monte Carmelo	Monte Carmelo	Hidrológica y movimientos de masa	El Chorrerón, Zanjón La mona y El Amarillo	Viviendas, vialidad, cultivos y ganadería	1993, 1996, 1998, 2000, 2004, 2008, 2010 2011

Historial de eventos adversos ocurridos en el municipio Monte Carmelo, período 1993-2011, Fuente: tomado de Corpoandes-Gobernación del estado Trujillo (2016), Cuadro 6.

Conclusiones



Los resultados generales derivados del análisis de los indicadores del proyecto ENCOVI, indican irrefutablemente una vulnerabilidad elevada en la población del municipio Monte Carmelo y sobre todo de su centro poblado capital y de las comunidades que se localizan alrededor de este, zona donde se asienta más del 60% de la población del municipio.

Desde el punto de vista de la susceptibilidad a crecidas, si bien es cierto desde el ángulo de los indicadores de forma las microcuencas estudiadas exhiben una relativa moderada a baja propensión de generar crecidas, también es muy cierto que, al analizar los resultados de los demás parámetros, todas las microcuencas muestran valores físico-morfológicos que las hacen propensas a crecidas violentas. Esto representa una amenaza importante para los asentamientos humanos que se localizan cerca de los cauces de estos sistemas hidrológicos o en las cercanías de las desembocaduras de los mismos. Con el agravante de que, si se activan o reactivan movimientos de masa en las microcuencas sobre todo de tipo deslizamientos, y si esos materiales se desplazan y se combinan con el agua superficial, siempre va a existir una probabilidad elevada de producirse otro movimiento de masa –por cierto, bastante peligroso y destructivo- como lo son los flujos de detritos/lodo.

Por otro lado, el área de estudio se encuentra en la extensa zona de fallas de Boconó y está surcada por otras estructuras geológicas que al parecer están activas desde el punto de vista sísmico, por lo que esto debe ser tomado en cuenta como un posible detonante de movimientos de masa en el área.

La existencia de áreas con alta susceptibilidad a desencadenar movimientos de masa sobre todo hacia las laderas norte y sur del asentamiento de Monte Carmelo, y la presencia de una serie de microcuencas en su mayoría susceptibles a crecidas y que rodean al área de estudio por todos los costados, hacen de Monte Carmelo y sus alrededores un lugar con probabilidades importantes de verse afectado por la ocurrencia de esos fenómenos naturales. Todo se agrava aún más por la existencia de una población vulnerable y quizás poco resiliente para hacer frente al desencadenamiento de un desastre socionatural, tal como quedó demostrado con el evento ocurrido el pasado mes de abril de 2023.

Se hace necesario educar a la población en materia de prevención-mitigación y preparación respuesta para tratar de hacer frente, en la medida de lo posible, a la potencial ocurrencia de desastres socionaturales detonados por las amenazas estudiadas en esta investigación. De igual modo, es necesario tomar en consideración las recomendaciones esbozadas en lo subsiguiente.

Recomendaciones

Una de las principales recomendaciones que se derivan de este trabajo, es que debe llevarse a cabo un estudio específico de vulnerabilidad social en las diferentes comunidades que habitan el municipio Monte Carmelo, enfocado en la ocurrencia de las dos amenazas más frecuentes que acontecen en el mismo: las crecidas de ríos y quebradas, y los movimientos de masa. Para ello se recomienda aplicar la metodología propuesta por INGEOMIN (2005), en el Subproyecto Comunicación con Comunidades (Subcuencas Montalban -La Ceibita), enmarcado dentro del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA:GCA), iniciativa del Servicio Geológico Canadiense, adelantado en Venezuela por el Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN). Es oportuno señalar que esta metodología ha sido aplicada en diferentes ámbitos espaciales del estado Mérida y en otras entidades del país.

Dicha metodología contempla la implementación de una encuesta por muestreo para estimar los niveles de vulnerabilidad social en cuanto a una serie de variables e indicadores seleccionados, elaborando paralelamente una zonificación del área de estudio en función de las variables e indicadores evaluados.

La metodología propuesta por INGEOMIN (2005), plantea una ecuación (que es alimentada por los datos que se recaben en la encuesta) que permite determinar un valor del nivel de vulnerabilidad por sector, la cual está definida por la sumatoria de dos grandes aspectos, por un lado, las condiciones socioeconómicas, y por el otro, la sumatoria de la organización comunitaria, vivencia, percepción del riesgo y capacitación de la población.

A la final, esta metodología permite plasmar los resultados en mapas para conocer los diferentes patrones espacio-territoriales de la vulnerabilidad social ante ocurrencia de crecidas y/o movimientos de masa, siendo una herramienta fundamental para las autoridades que deben tomar diversas decisiones en materia de políticas públicas.

-Se requiere realizar un estudio más detallado de susceptibilidad a movimientos de masa en el área de estudio, sobre todo en la zona donde se emplaza la capital del municipio, Monte Carmelo, y sus alrededores. Área donde, además, se ubica la mayor parte de la población que, en un momento dado (así como ocurrió en abril de 2023), podría verse afectada de nuevo por la ocurrencia de procesos hidrogeomorfológicos de mayor magnitud.

La amenaza sísmica es otro aspecto importante a abordar, puesto que el área de estudio de la presente investigación se localiza dentro de la zona de fallas de Boconó, surcada por varias fallas geológicas observadas e inferidas como se ilustró en un apartado. De allí que se recomienda encaminar una investigación específica sobre el tema sísmico, ya que los movimientos telúricos no sólo ocasionan pérdidas humanas y materiales por su naturaleza, sino que también –como se mencionó en el informe– generan la ocurrencia de movimientos de masa, que incluso, en ocasiones, pueden llegar a obturar ríos o quebradas, y, a su vez, desencadenar como consecuencia crecidas extraordinarias de los drenajes que pueden afectar de forma significativa a la población. Adicionalmente, y siguiendo dentro de la amenaza sísmica, sería importante llevar a cabo un estudio sobre vulnerabilidad física de las viviendas y de diferentes infraestructuras existentes en Monte Carmelo y otros centros poblados, esto con miras a proponer posibles medidas correctivas sismo resistentes a las edificaciones.

En el buen sentido, aprovechando lo acontecido en abril de 2023, se deben planificar y desarrollar charlas dirigidas a las comunidades para conversar sobre las amenazas a las que está expuesta la población, las viviendas y demás infraestructuras, con miras a concientizar a la misma para que aprendan a convivir con estas. Además, dentro de unas jornadas de charlas, orientar a las comunidades en cuanto al diseño de posibles planes de evacuación ante la ocurrencia de movimientos de masa, crecidas o de acontecer ambos fenómenos en simultaneo, con asesoría de parte de los Bomberos y de personal de Protección Civil.

Instalar estaciones meteorológicas en sitios estratégicos dentro del municipio, esto permitiría contar con una buena red de instrumentación para el registro y medición del comportamiento de la precipitación y de otras variables meteorológicas de importancia (por ejemplo: temperatura, humedad relativa, radiación, entre otras). Además de ser esta data fundamental para desarrollar estudios sobre el cambio y variabilidad climática, crecidas extraordinarias, lluvias extremas, entre otros.

Referencias

1. **Aguirre, B. (2003).** Los desastres en Latinoamérica: vulnerabilidad y resistencia. Universidad de Delaware. Departamento de Sociología y Crinología.
2. **Ayala, R.; Delgadillo, A.;** Páez, G. y K. Rodríguez. (2023). Abanicos aluviales. Sitios peligrosamente seguros. Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales, Universidad de Los Andes.
3. **Cardona, O.** (1993). Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. "Elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo". En A. Maskrey. (Coord.). Los desastres no son naturales (pp. 45-65). Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina - LA RED.
4. **Corporación de Los Andes y Gobernación del Estado Trujillo.** (2016). Caracterización Físico Natural y Socioeconómica del Estado Trujillo. Base Diagnóstica para el Plan de Ordenación del Territorio.
5. **Delgadillo, A. y Páez, G.** (2008). Aspectos hidrológicos, subcuencas susceptibles a crecidas, escenarios de riesgo por crecidas. En C. Ferrer y M. Dugarte. (Eds.). Plan de desarrollo urbano del municipio Antonio Pinto Salinas bajo el enfoque de gestión de riesgo. Caracterización de la cuenca del Valle de Mocotíes. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)-Fundación para la Prevención de los Riesgos del Estado Mérida (FUNDAPRIS)
7. **Delgadillo, A. y Moreno, A.** (s.f.). Morfometría de cuencas. Material didáctico para estudiantes de la carrera de Geografía, Universidad de Los Andes. <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/damoreno/HIDRO/MORFOMETR%CDA%20ODE%20CUENCAS.pdf>
8. **Fernández, C. y Parra, C.** (2011). Estimación de la vulnerabilidad social ante amenazas por crecidas y movimientos de masa. Santa Cruz de Mora, municipio Antonio Pinto Salinas - estado Mérida [Trabajo especial de grado, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Escuela de Geografía, Universidad de Los Andes].
9. **Ferrer y M. Dugarte.** (Eds.). Plan de desarrollo urbano del municipio Antonio Pinto Salinas bajo el enfoque de gestión de riesgo. Caracterización de la cuenca del Valle de Mocotíes. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)-Fundación para la Prevención de los Riesgos del Estado Mérida (FUNDAPRIS).
10. **Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas.** (s.f.). Sección de descargas [mapas]. <http://www.funvisis.gob.ve/old/descargas.php>
11. **Instituto Nacional de Estadística. (2013a). Proyecciones de población con base al censo 2011.** http://www.ine.gob.ve/index.php?option=com_content&view=category&id=98&Itemid=51

- 12. Instituto Nacional de Geología y Minería. (2005).** Informe de avance preliminar: Proyecto Multinacional Andino, Subproyecto comunicación con comunidades Subcuencas Montalbán - La Ceibita. INGEOMIN, Equipo Técnico Social.
- 13. Observatorio Nacional de la Crisis Climática. (2023).** Informe de inspección de gestión de riesgos hidroclimáticos. Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo.
- 14. Páez, G. (2010).** Zonificación de amenazas naturales con fines de ordenamiento territorial. Caso: Parroquia Santa Cruz de Mora, municipio Antonio Pinto Salinas-estado Mérida [Tesis de maestría, Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes].
- 15. Páez G. y Boada, J. (2006).** Prioridades de conservación del recurso agua en la cuenca alta del río Chama, municipio Rangel estado Mérida [Trabajo especial de grado, Escuela de Geografía, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes].
- 16. Palme, C. y Altez R. (2002).** Los terremotos de 1673 y 1674 en los Andes venezolanos. *Interciencia*, 37(5), 220-226. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-18442002000500002&script=sci_abstrac
- 13. Ruiz, J. D. (2001).** Hidrología, evolución y visión sistemática la morfometría de cuencas como aplicación. Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Ezequiel Zamora.
- 14. Silva, G. (1999).** Análisis hidrográfico e hipsométrico de la cuenca alta y media del río Chama, estado Mérida, Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana*, 40(1), 9-42. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=205802>
- 15. Somarriba, H. y Romero De Arce, R. (2002).** Fundamentos Conceptuales de la Gestión de Riesgos. *El ABC de la Gestión de Riesgos*. Centro Humboldt.
- 16. Universidad Católica Andrés Bello.** (s.f.). Indicadores sociales INSO – ENCOVI. <https://insoencovi.ucab.edu.ve/>
- 17. Wilches-Chaux, G. (1993).** La Vulnerabilidad Global. En A. Maskrey. (Coord.). *Los desastres no son naturales* (pp. 6-10). Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina - LA RED.



MINEC