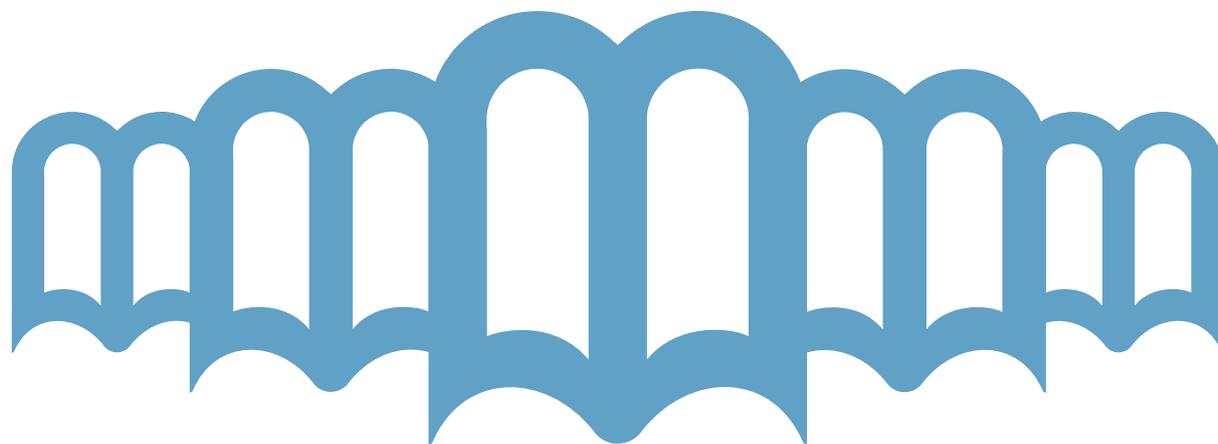


TESIS



**EVALUACIÓN DE RIESGOS POR  
INUNDACIONES DE LA COMUNIDAD  
PRADERA ALTA SECTOR 2,  
MUNICIPIO MARACAIBO**

Lizetty Díaz

## Página legal

Título de la obra: Evaluación de riesgos por inundaciones de la comunidad Pradera Alta sector 2, municipio Maracaibo, 92pp.

Editorial Digital Universitaria de Moa, año.2015 -- ISBN:

1. Autor: Lizetty Díaz
2. Institución: Instituto Superior Minero Metalúrgico " Dr. Antonio Núñez Jiménez"

Edición: Lic. Liliana Rojas Hidalgo

Corrección: Lic. Liliana Rojas Hidalgo

Digitalización. Lic. Liliana Rojas Hidalgo



Institución de los autores: ISMM " Dr. Antonio Núñez Jiménez"  
Editorial Digital Universitaria de Moa, año 2015

La Editorial Digital Universitaria de Moa publica bajo licencia Creative Commons de tipo Reconocimiento No Comercial Sin Obra Derivada, se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores, no haga uso comercial de las obras y no realice ninguna modificación de ellas.

La licencia completa puede consultarse en:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/legalcode>

Editorial Digital Universitaria

Instituto Superior Minero Metalúrgico

Ave Calixto García Íñiguez # 75, Rpto Caribe Moa 83329, Holguín Cuba

e-mail: [edum@ismm.edu.cu](mailto:edum@ismm.edu.cu)

Sitio Web: <http://www.ismm.edu.cu/edum>

**Instituto Superior Minero Metalúrgico  
"Dr. Antonio Núñez Jiménez"**

**Facultad de Geología y Minería  
Departamento de Geología**

**EVALUACION DE RIESGOS POR INUNDACIONES DE LA COMUNIDAD  
PRADERA ALTA SECTOR 2, MUNICIPIO MARACAIBO.**

Tesis para optar al título académico de Máster en Geología

**Autor: LICDA. LIZETTY DIAZ**

**Tutor: Dra. ALINA RODRIGUEZ**

**Moa, Noviembre de 2014**

## ÍNDICE

|   | PAG |
|---|-----|
| Introducción.....   | 1   |
| CAPITULO I: Marco Teorico.....  | 10  |
| 1.1. Introducción.....  | 10  |
| 1.2. Consideraciones generales sobre las inundaciones.....  | 10  |
| 1.3. Bases Legales.....   | 14  |
| 1.4. Estado del Arte sobre la Cartografía del Riesgo en Venezuela y Latinoamerica.....                                      | 15  |
| 1.5. Características Físico Geográficas y Geológicas del área de investigación.....   | 18  |
| 1.6. Conclusión.....  | 30  |
| CAPITULO II Marco Metodologico.....   | 31  |
| 2.1. Introduccción.....   | 31  |
| 2.2. Tipo de Investigación.....   | 31  |
| 2.3. Cartografía de Riesgo por Inundación.....  | 32  |
| 2.3.1. Evaluación de Amenazas.....  | 36  |
| 2.3.1.1. Metodología general para la Evaluación de Amenaza.....   | 38  |
| 2.3.1.2. Evaluación del grado de Amenaza o Peligrosidad.....  | 41  |
| 2.3.1.3. Resultados esperados de la Evaluación de Amenazas.....   | 42  |
| 2.3.2. Evaluación de Vulnerabilidad.....  | 42  |
| 2.3.3. Evaluación del Riesgo.....   | 45  |
| 2.4. Metodología utilizada en la presente Investigación.....  | 47  |
| 2.5. Conclusiones.....  | 55  |
| CAPITULO III. Analisis y Discusión de los Resultados.....   | 56  |
| 3.1. Introducción.....  | 56  |
| 3.2. Diagnostico de las áreas de Amenazas y Vulnerabilidad de la Comunidad Padrera Alta sector 2, Municipio Maracaibo.....  | 56  |
| 3.3. Caracterización de los factores Geológicos que intervienen en la ocurrencia de inundaciones en el área de estudio..... | 58  |
| 3.3.1. Suelo.....   | 59  |
| 3.3.2. Geomorfología.....   | 63  |
| 3.3.3. Hidrología.....  | 68  |
| 3.4. Evaluación de Riesgo por Inundacones.....  | 70  |
| 3.5. Conclusiones.....  | 74  |
| Conclusión.....   | 75  |
| Recomendaciones.....  | 78  |
| Referncias Bibliográficas.....  | 79  |
| Anexos.....   | 82  |

## ÍNDICE DE FIGURAS E IMAGENES

|  | PAG |
|--|-----|
| FIGURA 1. Mapa de las Formaciones del estado Zulia.....  | 20  |
| FIGURA 2. Mapa Geológico del área de estudio.....  | 29  |
| FIGURA 3. Mapa Geológico del Occidente de Venezuela.....   | 30  |
| FIGURA 4. CLASIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD.....  | 42  |
| FIGURA 5. FACTORES QUE EXPLICAN LA VULNERABILIDAD.....   | 43  |
| FIGURA 6. ELEMENTOS CONTROLABLES Y NO CONTROLABLES DEL RIESGO.....                                 | 46  |
| FIGURA 7. SONDEO E INTERPRETACIÓN DE LAS CURVAS Y CAPAS.....                                       | 62  |
| IMAGEN 1. MAPA GEOREFENCIADO DE LA COMUNIDAD PRADERA ALTA SECTOR 2.....                            | 54  |
| IMAGEN 2. CURVAS DE NIVEL.....   | 55  |
| IMAGEN 3. MAPA GEOMORFOLÓGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO.....   | 57  |
| IMAGEN 4. CURVAS DE NIVEL CON PERFIL TOPOGRÁFICO.....  | 66  |
| IMAGEN 5. DRENAJES Y CURVAS DE NIVEL.....  | 68  |
| IMAGEN 6. CROQUIS DE LA COMUNIDAD PRADERA ALTA SECTOR 2 POR MANZANA, DRENAJE Y CURVA DE NIVEL..... | 69  |
| IMAGEN 7. MAPA DE RIESGO POR INUNDACIÓN DE LA COMUNIDAD PRADERA ALTA SECTOR 2 .....                | 73  |

## ÍNDICE DE FOTOS

|  | Pag |
|--|-----|
| Foto 1. Mesa de trabajo con la comunidad pradera alta.....                           | 49  |
| Foto 2. Entrevista con la comunidad.....   | 49  |
| Foto 3. Censo socioeconómico de la comunidad pradera alta sector 2.....              | 50  |
| Foto 4. Evaluación de la infraestructuras de la comunidad pradera alta sector 2..... | 50  |
| Foto 5. Aperturas de las calicatas en las avenidas y calles de la comunidad.         | 51  |
| Foto 6. Toma de muestras de las calicatas realizadas en la comunidad.....            | 51  |
| Foto 7. Georesistivimetro marca PASI, modelo E2DIGT.....                             | 52  |
| Foto 8. Ubicación del S.E.V de la comunidad pradera alta sector 2.....               | 53  |
| Foto 9. Muestras para el análisis mineralógico.....                                  | 54  |
| Foto 10. Suelos heterogéneos no consolidados de la comunidad.....                    | 63  |
| Foto 11. Áreas planas de la zonas de estudio y socavamiento en el sitio...           | 64  |
| Foto 12. Áreas anegadizas cerca del drenaje principal.....                           | 69  |
| Foto 13. Tipos de viviendas de la comunidad pradera alta sector 2 .....              | 71  |
| Foto 14. Desechos sólidos en la calle y drenajes de la comunidad .....               | 74  |

## ÍNDICE DE TABLAS Y ANEXOS

|  | Pag |
|--|-----|
| Tabla 1. Parámetros climáticos promedio de Maracaibo.....            | 23  |
| Tabla 2. Ubicación del S.E.V y delimitación del área de estudio..... | 52  |
| Tabla 3. Profundidad del S.E.V.....                                  | 61  |
| <br>   |     |
| Anexo 1. Censo comunitario.....                                      | 83  |
| Anexo 2. Formato de inventario de riesgos naturales e inducidos..... | 85  |

## INTRODUCCIÓN

Venezuela es un país sometido a un alto número de amenazas naturales, unas del tipo geológico, otras hidrometeorológicas y las tecnológicas, tales amenazas han causado a lo largo del tiempo efectos adversos especialmente en las poblaciones concentradas en el occidente del país. Estas zonas densamente pobladas demandan atención urgente en lo relacionado a la Gestión Riesgos y Administración de Desastres, lo cual solo puede lograrse con un conocimiento exhaustivo de las causas, distribución espacial y consecuencias de los eventos adversos, así como los mecanismos de respuesta óptima que debe manifestar la población afectada en un momento determinado.

La sociedad Venezolana se encuentra distribuida a lo largo y ancho del territorio nacional en forma desigual. Definiendo espacios de ocupación con características geográficas, climatológicas, sociales y culturales que se convierten en factores determinantes que aumentan los el riesgo socio-natural y por ende afecte al país.

Esto implica un reto de modelo de desarrollo por cuanto es bien sabido que el mayor o menor grado de vulnerabilidad como elemento condicionante del riesgo es generada por el hombre como: el aumento de la ocupación irracional del territorio, el crecimiento descontrolado de la población, las carencias en dotación y calidad de viviendas e infraestructura, los procesos de degradación ambiental, falta de conocimiento individual o institucional, ausencia de especificaciones técnicas de viviendas seguras entre otras.

Con lo anterior expuesto, se sostiene que al entender la planificación territorial como un proceso de carácter integral, más allá de la mera planificación físico espacial, sus fines últimos se refieren, además, al mejoramiento de la calidad de vida de la población, considerada como el grado de bienestar de las comunidades y de la sociedad, determinado por la satisfacción de sus necesidades fundamentales, entendidas éstas, como los requerimientos de los grupos humanos y de los individuos para asegurar su existencia, permanencia y trascendencia en un espacio dado y en un momento histórico determinado.

Ahora bien, para que un fenómeno natural sea peligroso para las personas, requiere ciertas condiciones de la vida humana en su entorno, como asentamientos humanos mal ubicados, ambiente deteriorado, hacinamiento, escasez de recursos económicos, inadecuada educación, descuido de las

autoridades, desorganización, entre otros. Todos estos elementos configuran una población altamente vulnerable.

Una población que está expuesta a recurrentes amenazas de los fenómenos naturales, es una población que vive en riesgo permanente, pues supone que el cualquier momento puede ocurrir un desastre. No tener conciencia del riesgo en el que se encuentra una población es el caldo de cultivo para que ocurra un desastre, ya que al conocerse no se puede actuar sobre él para manejarlo. Contrariamente a lo que se piensa comúnmente que un desastre es un evento espectacular, y donde las poblaciones se enfrentan recurrentemente a situaciones de desastre, como los hundimientos, las inundaciones, los incendios, que afectan tanto o más que los grandes desastres (sismos), pues van aumentando la vulnerabilidad de la población, su pobreza y la desesperanza.

Resumiendo, un desastre ocurre cuando un evento o fenómeno natural se convierte en peligro (o amenaza), pues puede afectar negativamente a una comunidad, que al no contar con suficientes capacidades (económicas, educativas, de infraestructura) para enfrentar este peligro, se convierte en vulnerable; por ejemplo, es el caso de personas sin recursos que viven en sitios propensos a inundaciones.

Venezuela en los últimos años, aunado al crecimiento del índice demográfico ha llevado a ocupar de manera irracional y en condiciones muy precarias, espacios no aptos para asentamientos humanos, construyendo infraestructura de cualquier tipo en cualquier sitio, como en los márgenes cercanos de los cauces de ríos, en quebradas y canales, en los bordes de los taludes de los vertientes, en áreas anegables entre otros, sin identificar las amenazas naturales existentes en el entorno, sin las normas de construcción establecidas y con materiales no adecuados para tal fin, lo que conlleva la modificación del entorno natural y el ambiente, de tal forma que ahora se ha vuelto un riesgo socio natural.

Hoy en día, el acelerado crecimiento que han experimentado las principales ciudades en lo anteriormente descrito, indica que estamos desafiando a la naturaleza, que le estamos invadiendo su campo de acción, y es por eso, que las tragedias y catástrofes que han ocurrido en el mundo y en nuestro país, son cada vez más frecuentes, y esto es un indicativo de que debemos reconocer que

vivimos en un entorno dinámico, lleno de fenómenos naturales y que debemos, de nuevo, aprender a respetar a la naturaleza.

Lo lamentable es, que nosotros mismos somos culpables ante estas situaciones, debido a la intervención sin control alguno en los procesos de orden natural como la sobre explotación de la tierra, intervención de las cuencas, el desvío y rellenos de los cauces de los ríos, remoción de la capa superficial y modificación topográfica entre otros, que ha llevado a importantes situaciones de inestabilidades potenciales ocasionando muchas veces daños irreparables, y que influyen de esta manera a las comunidades que se ven afectadas por la acción de los procesos y riesgos de orden natural e inducidos.

Todos estos factores combinados entre sí han generado las condiciones necesarias para que se presenten los desastres, no como eventos naturales, sino como eventos sociales disparados por fenómenos naturales. Ante tales circunstancias, es necesario detenerse un poco para analizar la situación; comprender la dimensión de la evolución social en el cual se está induciendo y corregir el rumbo, es por eso necesario establecer en las comunidades la evaluación de zonas de altos riesgos como un instrumento de prioridad.

La Gestión de Riesgos juega un papel importante puesto que comprende un gran conjunto de acciones destinadas a transformar los escenarios de riesgos, identificando las potenciales amenazas y vulnerabilidades presentes en el ámbito geográfico de un proyecto, proponiendo métodos de prevención y mitigación para reducir dichos riesgos y fortaleciendo estrategias de preparación y respuesta para afrontar de la mejor manera posible los posibles impactos potenciales (Regina, 2009).

Es por ello, que la gestión de los riesgos consiste en una serie de actividades diseñadas para reducir las pérdidas de vidas humanas y la destrucción de propiedades e infraestructuras. Los resultados de este proceso continuo de manejo o gestión de riesgos pueden ser divididos en:

- Medidas para disminuir el riesgo de desastres a largo plazo (prevención), eliminando sus causas como la intensidad de los fenómenos, la exposición o el grado de vulnerabilidad.

- Medidas de preparación cuyo objeto es asegurar una respuesta apropiada en caso de necesidad, incluyendo alertas tempranas oportunas y eficaces, así como evacuación temporal de gente y bienes de zonas amenazadas.
- Medidas de respuesta cuando está sucediendo o ha sucedido un desastre (manejo o gestión de desastres, recuperación, reconstrucción).

Las medidas de prevención, incluyen la realización de estudios y análisis para identificar, evaluar y cuantificar el nivel de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, así como las acciones para mitigar (reducir) los efectos de los peligros observados. Los estudios y análisis de identificación y evaluación de amenazas y vulnerabilidades están englobados en el denominado análisis de riesgos. El análisis de riesgos tiene como objetivo servir como base para la elaboración de los planes de reducción de desastres, y más allá de los planes de desarrollo municipal.

Debido a la problemática del incremento acelerado de la comunidad en espacios inundables donde se construyen infraestructuras de cualquier tipo, sin identificar las amenazas naturales del entorno y sin las normas establecidas llevan a un riesgo socio natural a una comunidad que no tiene conciencia de ocupar espacios sin tomar en cuenta la peligrosidad que se pueda presentar, en donde los sectores más frágiles de la sociedad ante los desastres naturales son los más pobres, que suelen ocupar los ambientes más propensos, con poblaciones muy numerosas, el crecimiento urbano desordenado, el aumento de la población y de la pobreza, incrementa la vulnerabilidad de las personas a los fenómenos naturales. Es decir, que en muchos países, estados, municipios y comunidades vulnerables a estos fenómenos, no poseen la capacidad de planificar una estrategia de prevención de los riesgos.

El desequilibrio que ello provoca en cualquier ecosistema puede ser causa suficiente para que todo empeore en las regiones. Esta información no suele divulgarse porque en general cuestiona decisiones políticas o particulares que perjudican a toda la comunidad, lo cual lleva a la degradación ambiental provocada por la actividad humana la cual contribuye en gran medida a acelerar los fenómenos peligrosos e incrementar los riesgos, especialmente aquellos relacionados a la inestabilidad de terrenos, inundaciones y procesos torrenciales, ya que la deforestación, el manejo de las cuencas sin planificación, el uso

intensivo de los suelos, las prácticas agrícolas inadecuadas, la ocupación de las llanuras de inundación de los ríos, entre otros, incrementan la intensidad y la probabilidad de los fenómenos, o la vulnerabilidad, según el caso.

La Unesco, dispone de programas para examinar los riesgos y las soluciones posibles para atenuar los efectos de los desastres naturales, dichos programas tratan sobre la sensibilización de las comunidades mediante la educación, la formación, la comunicación y la información. Su meta es edificar una cultura a los desastres naturales en todas las comunidades del mundo.

La medición de los niveles de evaluación de riesgos supone un procedimiento con una metodología participativa de valoración multisectorial que exige la identificación, reflexión análisis y planteamiento de acciones tendentes a reducir las condiciones de riesgo a través de la inclusión transversal de la variable riesgo en todos y cada uno de los ámbitos sectoriales de desarrollo.

Estos permitirán identificar las áreas susceptibles a inundaciones, debido a que en las actividades iniciales (diagnóstico) que son de gran importancia debido a que nos proporciona una visión general de la situación del área de trabajo, en el cual se estima la probabilidad de la ocurrencia del fenómeno presente en ella, y lograr minimizar las amenazas del terreno. Por esta razón, se han desarrollado estudios del riesgo y de la Geología tanto local como regional. Así mismo se han desarrollado metodologías para la evaluación de la amenaza y riesgo de este tipo de eventos. Entre estos estudios se encuentran determinaciones de umbrales de lluvia detonantes a nivel nacional y local que faciliten este tipo de investigación.

Para el estudio de ésta, hay que realizar una revisión de diversos aportes y tendencias, en esencia la transdisciplinaria y multidimensional, donde este proyecto pretende proporcionar al investigador obtener datos primarios y secundarios, ya que estos se obtienen directamente de la realidad presente a través de la observación del fenómeno u objeto; y también los obtenidos por segundas personas e instituciones, debido a que información dada por personas que han vivido en esas comunidades desde que ocuparon esos espacios. En este sentido, esta investigación se encuentra concebida con la idea de propiciar a las comunidades un entendimiento conceptual de los desastres como producto de procesos sociales y naturales que se conjugan para generarlos. Se presenta una metodología para entender los riesgos socio natural y sus tres componentes:

amenaza o peligrosidad, vulnerabilidad y las deficiencias en las medidas de preparación, prevención y reducción.

Para el caso específicos, existen lugares como en la ciudad de Maracaibo con vulnerabilidad y de fuerte presión por la ocupación de su territorio, debido a que cuentan con espacios para el desarrollo urbano adecuado y en los sitios donde se encuentran los centros poblados están en constantes peligro porque las construcciones en su mayoría se encuentran en zonas de riesgos. De allí la necesidad de contribuir a fin de crear conciencia al respecto e introduciendo medidas correctivas y estableciendo responsabilidades para tratar de minimizar las vulnerabilidades y así reducir el riesgo.

Durante los últimos 25 años la Ciudad de Maracaibo ha presentado un crecimiento demográfico gigantesco hacia el noroeste de esta ciudad. Esto trae como consecuencia la poca o no existente planificación del ordenamiento político territorial, debido principal a esta causa. Sin duda alguna, esta situación afecta significativamente a las comunidades de Pradera Alta, Hato Cardón y Villa Luna asentadas al noroeste de la ciudad de Maracaibo, en la parroquia Francisco Eugenio Bustamante.

De igual manera, se proporcionará información importante para ser utilizada en el ordenamiento territorial del sector, tal como la zonificación del uso y potencial del suelo, sobre la base de su nivel o susceptibilidad a las amenazas, así como el nivel de degradación, a través de la elaboración de los mapas de riesgo de fenómenos y geomorfológicos correspondiente a la comunidad del Barrio Pradera Alta sector 2, Parroquia Francisco Eugenio Bustamante, Municipio Maracaibo, estado Zulia. También es importante mencionar que los suelos inestables son la amenaza permanente en la parroquia puesto que la constitución geológica principalmente en zonas areno- limo - arcillosas, asociados con las precipitaciones de gran intensidad, es la principal causa de los movimientos de materiales inestables.

Cabe destacar, que hace aproximadamente 20 años un grupo de habitantes respondiendo a la necesidad de poseer viviendas propias, decidieron establecerse en estos terrenos en los cuales existían un hato y un jagüey. El jagüey ya ha sido relleno con escombros., sobre él se han construido algunas

viviendas satisfaciendo así la necesidad de algunas personas de tener techo propio.

La Parroquia Francisco Eugenio Bustamante, se encuentra en el Municipio Maracaibo del estado Zulia, localizado geográficamente en el extremo noroeste del Lago de Maracaibo del Estado Zulia, donde el Barrio Pradera Alta tiene como vía principal la Circunvalación 3, entrando por la avenida principal del Barrio 19 de Abril con una extensión aproximada de superficie de 25 hectáreas divididas en 23 manzanas

El sector de Pradera Alta no se escapa a esta realidad hoy en día, ya que el uso irracional de los suelos, magnificados por la intervención inadecuada de las personas, ha llevado a importantes situaciones de inestabilidades tanto actuales como potenciales, y es como se menciona anteriormente, la intervención del hombre en los procesos de orden natural como el desvío y rellenos de los cauces de los ríos, quebradas y canales, remoción de la capa superficial y modificación topográfica ha ocasionado muchas veces daños irreparables, y que influyen de esta manera a la comunidad que se ven afectados por la acción de los procesos riesgosos de orden natural e inducido.

Hace 20 años las tierras de la comunidad de Pradera Alta formaban parte de granjas abandonadas por sus dueños, según los testimonios de los habitantes de dicha comunidad. Esta razón motivo a un grupo de personas a tomar las tierras con el propósito de construir sus viviendas, ya que carecían de estas. Sin embargo, hasta los momentos en la comunidad no han sido consolidados los servicios públicos básicos, solo cuentan con la prestación del servicio de electricidad, y la disponibilidad del agua potable es a través de tomas de tuberías clandestinas. Actualmente ningún organismo público local, regional o nacional ha dado respuesta a sus necesidades.

Por otra parte, aproximadamente desde hace 8 años como consecuencia del desnivel topográfico, la perforación de pozos sépticos y, la toma clandestina de agua potable han generado probablemente la inestabilidad del terreno, y la apertura de un sistema de canales que sirven como aliviadero de la planta C de Hidrolago. Aunado a esta problemática la comunidad se encuentra clasificada según Protección Civil como zona potencial de amenaza y riesgo.

Esta denominación se debe posiblemente a que durante el ciclo de invierno (período de precipitaciones) se producen las inundaciones en el sector, debido a que las viviendas se encuentran por debajo del nivel topográfico de las calles, las cuales representan en muchos casos hilos de escorrentía superficial de aguas producto de la caída de fuertes precipitaciones. Esto trae como consecuencia la imposibilidad del mejoramiento de la calidad de vida (“buen vivir”) de los habitantes del sector. Por otro lado, bajo estas condiciones no es posible la consolidación y prestaciones de los servicios públicos en el Barrio Pradera Alta y los sectores aledaños.

Es importante, saber que cada componente se analizan en forma detallada y se determinan los factores que inciden en ellos, para así representarlos en un mapa de riesgo por inundaciones, el cual indica el grado o nivel de peligro de los diferentes fenómenos naturales, así como su evolución a través del tiempo. En él se puede incluir una propuesta de zonificación territorial, considerándolo para la identificación, tipificación y caracterización de las amenazas presentes en la comunidad. Todo esto conlleva a plantearse los siguientes objetivos de investigación:

**Objetivo general:**

Evaluar los riesgos por inundaciones de la comunidad Pradera Alta sector 2, Municipio Maracaibo.

**Objetivos específicos**

- Diagnosticar las áreas de amenazas y vulnerabilidad de la comunidad Pradera Alta sector 2, Municipio Maracaibo
- Caracterizar los fenómenos presentes en la zona de estudio para mitigar los riesgos de la comunidad Pradera Alta sector 2, municipio Maracaibo
- Diseñar mapas de riesgos de inundaciones y geomorfológico correspondiente a la comunidad del Barrio Pradera Alta sector 2, Municipio Maracaibo

Es por todo lo anteriormente expuesto, que esta investigación permita el desarrollo de evaluar la amenaza de crecidas en donde si se conocen los factores condicionantes como la geomorfología, hidrología y el uso de suelo, es posible obtener los planos de inundaciones en la comunidad, entonces se puede

prevenir y minimizar los riesgos, en donde las variables a estudiar son los riesgos por inundaciones en la sociedad, esto es debido a que estos espacios inundables, pueden permitir realizar una evaluación de riesgo en la colectividad para minimizar estos, donde la determinación del riesgo con fines de evaluar es tarea laboriosa y complicada por la interrelación de los factores, y los procesos que generan las pérdidas

Esta investigación se centra en un estudio de tipo descriptiva, exploratoria de campo, que difiere de los demás estudios en términos del propósito, objetivos y métodos de recolección de datos a utilizar. En la actualidad los avances en computación y la concepción de nuevos software, permiten realizar la evaluación de riesgos, determinar la susceptibilidad y la vulnerabilidad del terreno de manera precisa y confiable. En la actualidad los Sistemas de Información Geográfica (SIG), realizan el análisis de la susceptibilidad de inundaciones de estos, así como la elaboración de mapas de peligrosidad de manera sistemática, rápida y eficiente, conociendo los datos y realizando los mapas del área.

# **CAPÍTULO I – MARCO TEORICO**

## **1.1 Introducción**

## **1.2 Consideraciones generales sobre las inundaciones**

## **1.3. Bases legales**

## **1.4 Estado del arte sobre la cartografía del riesgo en Venezuela y Latinoamérica**

## **1.5. Características físico geográficas y geológicas del área de investigación**

## **1.6. Conclusión**

### **1.1 Introducción**

El presente capítulo constituye la base conceptual del tópico de estudio y nos acerca, desde un punto de vista teórico, a lo que posteriormente será el objeto de nuestra investigación aplicada. Aquí se precisa los conceptos de inundación, riesgo, amenaza y vulnerabilidad, que luego traslada al escenario de la problemática asociada a las inundaciones y su evaluación, y como éstos se vinculan con la normativa legal que regula la gestión de este riesgo.

### **1.2 Consideraciones generales sobre las inundaciones**

Las inundaciones constituyen eventos recurrentes en los ríos y se presentan como consecuencia de lluvias fuertes o continuas que superan la capacidad de transporte de los ríos y la capacidad de absorción del suelo. Debido a esto el nivel del agua supera el nivel de banca llena y se produce la inundación de las tierras adyacentes. Estos eventos ocurren de forma aleatoria en función de los procesos climáticos locales y regionales. Estadísticamente, los ríos igualan o exceden el nivel medio de inundación cada 2.33 años (Leopold y otros, 1984).

Las inundaciones pueden ocurrir debido al comportamiento natural de los ríos o a alteraciones producidas por el hombre. Las condiciones naturales corresponden a las características climáticas y físicas propiciadas por la cuenca en su estado natural, como son: el relieve, el tipo de precipitación, la cobertura vegetal y la capacidad de drenaje. Entre las alteraciones provocadas por la acción del hombre se tienen: la impermeabilización de los suelos al urbanizar, la deforestación, la alteración de los cursos y la canalización de los ríos, la construcción de obras hidráulicas, entre otras.

Una cuenca en estado natural posee mayor interceptación vegetal, mayores áreas permeables, menor escurrimiento superficial del suelo y un drenaje más lento en relación con las características que presenta una vez es intervenida. Por esta razón las inundaciones se producen con menor frecuencia en una cuenca no intervenida

Los problemas resultantes de los desbordamientos de las corrientes de agua dependen del grado de ocupación de la planicie de inundación y de la frecuencia con la cual ocurren las inundaciones. La población de mayor poder adquisitivo tiende a habitar las localidades seguras, mientras que la población más pobre ocupa las áreas de alto riesgo de inundación, provocando problemas sociales que se repiten durante cada creciente. Cuando la frecuencia de las inundaciones es baja la población subvalora el riesgo y ocupa las zonas inundables.

Esta situación genera consecuencias catastróficas cuando se presentan nuevas inundaciones. No obstante la predicción de las inundaciones y sus efectos resulta ser una tarea bastante compleja, por cuanto el pronóstico del comportamiento hidrológico de largo plazo es difícil debido, por una parte, a la aleatoriedad de los fenómenos meteorológicos y, por otra, al gran número de parámetros y variables involucradas en los procesos hidrológicos (lluvia – escorrentía).

Existen medidas para el control y el manejo de las inundaciones, las que pueden ser de tipo estructural y no estructural. Las medidas estructurales son aquellas que modifican el sistema fluvial evitando los daños generados por las crecientes, en tanto que las medidas no estructurales son aquellas en que la magnitud de los daños se reduce como consecuencia de una mejor convivencia de la población con las crecientes. Las medidas estructurales son todas aquellas obras de ingeniería (diques, presas, canales de desviación, etc.) en las cuales se interviene el sistema fluvial natural afectando los procesos hidrodinámicos y morfológicos en él. Estas intervenciones pueden originar efectos adversos que requerirán para su manejo y control la construcción de nuevas obras.

Las medidas estructurales no pueden ser proyectadas para dar una protección total, ya que esto exigiría una protección contra la mayor creciente posible, lo cual físico y económicamente no es factible. Es decir, las medidas estructurales no permiten controlar o evitar por completo las inundaciones, solamente tienden a minimizar los impactos originados por éstas (Tucci y otros, 2003). Una medida

estructural puede crear una falsa sensación de seguridad, generando una mayor ocupación de áreas inundables, lo cual podría ocasionar daños significativos cuando se presenten inundaciones superiores al evento de diseño.

En consecuencia, el control y el manejo más eficaz de las inundaciones se obtienen al establecer estrategias que combinen las medidas estructurales y no estructurales, permitiendo a la población minimizar las pérdidas y lograr una convivencia armónica con el río. Es decir, las medidas no estructurales complementan con gran efectividad las actuaciones estructurales por encima de su umbral de protección. El costo de protección de un área inundable a través de medidas estructurales, en general, es superior al de las medidas no estructurales. Por esta razón, las medidas no estructurales en conjunto con las estructurales pueden disminuir significativamente los daños con un costo menor

Los mapas de riesgos de inundación constituyen una medida no estructural para el control de inundaciones. Estos mapas son modelos que permiten la evaluación y predicción de las consecuencias de un evento de precipitaciones extraordinarias, es decir, permite identificar, clasificar y valorar las áreas potencialmente inundables del territorio. La condición de riesgo se presenta únicamente cuando ocurre un evento natural en un área ocupada por actividades humanas que deben soportar las consecuencias de dicho evento. En consecuencia, el riesgo puede dividirse en tres componentes estrechamente interrelacionados: la amenaza, la vulnerabilidad y la exposición.

La amenaza o peligro se define como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural con una cierta magnitud, generalmente de carácter sorpresivo y de evolución rápida que afecta a un componente o a la totalidad del sistema territorial expuesto. En consecuencia, las inundaciones constituyen las amenazas, que son el resultado de la combinación de la tipología, las características de los eventos lluviosos y el conjunto de factores físicos del área afectada. Desde esta perspectiva, la diferencia fundamental entre la amenaza y el riesgo es que la primera se refiere a la probabilidad de que se manifieste un evento natural, mientras que el segundo está relacionado con la probabilidad de que se den ciertas consecuencias (Fournier, 1985).

La vulnerabilidad se refiere a la predisposición o susceptibilidad de los componentes antrópicos del sistema territorial para ser dañados total

(destrucción) o parcialmente (deterioro) debido al impacto de la amenaza. Representa la medida de probabilidad de daño o pérdida de un componente o sistema territorial expuesto a la acción de la amenaza. La vulnerabilidad depende de dos condiciones: la ubicación del componente respecto a la zona de impacto de la amenaza (exposición) y las características y el estado de conservación del mismo. Por tanto, la vulnerabilidad es esencialmente una condición humana (Lavell, 1994).

La exposición o elementos en riesgos se refieren a la distribución espacial de la población, actividades económicas, bienes materiales, obras de ingeniería, etc., sobre las que puede impactar la amenaza. En consecuencia, el riesgo de las inundaciones depende de la ocurrencia y magnitud de la amenaza natural y de la vulnerabilidad de un elemento o sistema territorial expuestos a ella.

En el caso de las inundaciones, la manifestación del desastre se presenta cuando el impacto de los desbordamientos supera los mecanismos de defensa adoptados por la sociedad, generando perjuicios económicos, sociales, físicos, entre otros. Así, para que un evento de desbordamiento se convierta en desastre es necesario que sus consecuencias tengan un impacto en una estructura humana vulnerable. Por esta razón, no todos los eventos de precipitaciones fuertes o constantes pueden ser considerados como amenazas, por cuanto su peligrosidad depende del grado de vulnerabilidad de los elementos expuestos al riesgo

Para la evaluación del riesgo de inundaciones es necesario determinar, en primer término, los mapas de amenazas (mapa de inundación) y de vulnerabilidad, para posteriormente integrarlos obteniendo el mapa de riesgos. La realización de una cartografía de riesgo es un paso previo ineludible a la puesta en práctica de cualquier tipo de medida no estructural y, por tanto, esencial para poder llevar a cabo una gestión eficaz de las zonas inundables (CEDEX y Otros, 2002).

A partir de los criterios para la clasificación del riesgo se han desarrollado varias metodologías para la elaboración de los mapas de riesgo debido a inundaciones. Estas metodologías generalmente se basan en la determinación de un valor límite para la profundidad del agua, la velocidad del flujo o una combinación de estos dos parámetros.

### **1.3. Bases legales**

La presente investigación está fundamentada jurídica y legalmente por leyes, reglamentos y ordenanzas entre otros, que de acuerdo a la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1.999), y en armonía con los acuerdos internacionales, garantizan el compromiso nacional con la protección del medio ambiente.

Nuestro país cuenta con una amplia legislación en relación a este tópico, como la Ley Orgánica de Ordenación Urbanística. (Gaceta Oficial N° 33.868, 16-12-1987 Este instrumento jurídico tiene por objeto la ordenación del desarrollo urbanístico en el territorio nacional con el fin de procurar el crecimiento armónico de los centros poblados, establece, entre otros aspectos, las competencias que en dicha materia corresponden a los Poderes Nacional y Municipal, como autoridades urbanísticas y la planificación urbanística.

Dentro de la planificación urbanística, se encuentran los planes de ordenación urbanística (POU) y los planes de desarrollo urbano local (PDUL), en los cuales se establecen, en los primeros, los lineamientos para la ordenación urbanística en el ámbito local y, en los segundos, los usos del espacio dentro de las áreas urbanas. Adicionalmente, se establece la posibilidad de dictar planes especiales cuyo objetivo fundamental es la ordenación, creación, defensa o mejoramiento de algún sector particular de la ciudad, en especial las áreas de conservación histórica, monumental, arquitectónica o cualquier otra que amerite un tratamiento por separado, dentro del plan de desarrollo urbano local.

Así mismo, la Ley Orgánica del Ambiente (Gaceta Oficial N° 5.833 del 22 de diciembre de 2.006), el mismo establece las disposiciones y los principios rectores para la gestión del ambiente, en el marco del desarrollo sustentable como derecho y deber fundamental del Estado y de la sociedad, para contribuir a la seguridad y al logro del máximo bienestar de la población y al sostenimiento del planeta, en interés de la humanidad. De igual forma, establece las normas que desarrollan las garantías y derechos constitucionales a un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado.

De igual manera, la Ley de Gestión Integral de Riesgos Socio-naturales y Tecnológicos (Gaceta Oficial N° 39.095 del 9 de enero de 2.009), la cual tiene por objeto conformar y regular la gestión integral de riesgos socio-naturales y

tecnológicos, estableciendo los principios rectores y lineamientos que orientan la política nacional hacia la armónica ejecución de las competencias concurrentes del Poder Público Nacional, Estatal y Municipal en materia de gestión integral de riesgos. Todos ellos tienen el fin de mejorar la gestión en el ámbito territorial y la conservación de ecosistemas.

#### **1.4 Estado del arte sobre la cartografía del riesgo en Venezuela y Latinoamérica**

Con la finalidad de cumplir con el principal objetivo de esta investigación, es necesario abordar un estado del arte, haciendo referencia a experiencias previas en investigaciones, para sustentar varias premisas fundamentales: el status de las investigaciones referidas a la cartografía del riesgo dentro del contexto venezolano y latinoamericano, hacia dónde se inclinan, su importancia, su demanda social, el apoyo institucional y la necesaria proyección de estas investigaciones.

En los últimos años, la frecuencia y diversidad de amenazas naturales, la magnitud de los daños, además, las pérdidas materiales y humanas asociadas con éstas han generado una reflexión y un debate sobre los factores ajenos a los eventos físicos en sí, que podrían ayudar a explicar los niveles de destrucción e impacto que afectan la economía y sociedad. Una explicación en torno a esta reflexión es la llamada vulnerabilidad social o humana, ante lo cual se hace necesaria la gestión en la reducción del riesgo (Lavell, 2000).

En el año 2001, en el Departamento de Ciencias de la Tierra de la UPEL, Instituto Pedagógico de Caracas, se desarrolló la línea de investigación denominada “Gestión y Educación para la Mitigación y Reducción del Riesgo y el Desastre”, coordinada por Méndez Williams, Pacheco Henry y Ruiz Simón. En esta materia, el departamento ha tenido varios enfoques para el estudio de la gestión de riesgo, debido principalmente a partir del fenómeno de lluvias extraordinarias, ocurrido en el estado Vargas en diciembre de 1999, conocido como “la tragedia de Vargas”, uno de los de mayor magnitud en Venezuela por la gran cantidad de personas afectadas; al mismo tiempo, comenzaron a realizar una serie de investigaciones con estudiantes de pregrado, que tenían como eje el estudio de riesgo por deslizamientos, orientadas hacia el aspecto educativo.

Actualmente, la UPEL cuenta con otras líneas de investigación relacionadas, en la Sede de Maracay se encuentra una bajo la coordinación del profesor José Sierra denominada “Educación en Gestión de Riesgo” y dos más en Caracas, una coordinada por Méndez Williams, Henry Pacheco y Simón Ruíz, llamada “Investigación, Educación y Gestión de Riesgos y Desastres”; y otra por Scarlet Cartaya sobre “Estudio en geografía de los riesgos naturales y antrópicos, ecogeografía y conservación de recursos naturales”.

Por otro lado, cabe destacar la importancia que tienen estos estudios, no sólo en el contexto nacional, sino latinoamericano y mundial; de acuerdo al seminario sobre “Reducción de Riesgos ante la Ocurrencia de Desastres Naturales en América Latina y el Caribe” realizado en México en el año 2006 [s.n] se precisa que “Desde finales de la década de los años ochenta, la preocupación por la ocurrencia de desastres provocados por la combinación de fenómenos naturales y las acciones realizadas por el hombre (...) se han convertido en un tema de interés nacional...”. Este interés se incrementa en la década de los noventa, donde crece considerablemente el número de investigaciones, discusiones y propuestas, enfocadas en esta temática, generando una tendencia dentro de las ciencias tanto geográficas como afines.

En el año 2002, desde la óptica de la Comisión Europea y desde lo que se considera la propia realidad, América Latina “Es la más urbanizada de las regiones en desarrollo” y también “Se encuentra entre las regiones de alto riesgo en cuanto a fenómenos naturales” (p. 4), es una región de gran diversidad geográfica y, a menudo, sufre problemas derivados de fenómenos climáticos o geomorfológicos que se convierten en amenazas latentes. Es bien conocido que, en la gran mayoría de los casos, los altos niveles de urbanismo se convierten en un factor que interviene de forma negativa en la naturaleza, considerándose al agente antrópico también como una variable desencadenante de este problema, generando la aceleración de procesos “naturales” que se convierten en amenazas de riesgo.

Por otro lado, dentro de muchas otras instituciones importantes se puede mencionar el caso de Banco Interamericano de Desarrollo, institución financiera multilateral para el desarrollo económico y social de América Latina y el Caribe, el cual fijó especial interés en el tema de la Gestión de Riesgo de Desastres en el

año 2007; con el fin de superar el desafío del aumento de los riesgos y las pérdidas atribuibles a los desastres naturales, se destacan dentro de sus estrategias, la prioridad a las medidas para reducir la vulnerabilidad en su apoyo a los países de la región, incluso destacan textualmente en dichas estrategias lo siguiente; “Información sobre el riesgo para facilitar las decisiones: evaluar los métodos vigentes de determinación de los riesgos, establecer indicadores de la vulnerabilidad y del progreso en su reducción, y promover una amplia difusión de información sobre riesgos.” Es decir, que a nivel internacional existe un respaldo importante, sólo queda de parte de los investigadores, en especial los del área de la Geografía, dirigir en mayor medida sus enfoques en ese sentido, por lo que es pertinente reiterar la idea de que esto sería una gran oportunidad para proyectar a esta disciplina en un marco social e institucional bien interesante en Latinoamérica.

Por otro lado, también se puede contar con la metodología del Instituto Colombiano de Ingeniería y Minería (IGEOMINAS), propuesta en el año 2001, mediante Castro *et. al.* (2006), en su obra titulada: “Evaluación de riesgos por fenómenos de remoción en masa: Guía metodológica”, la cual ha sido puesta en práctica por varios investigadores, dentro de los cuales destaca el trabajo de Cartaya, Méndez y Pacheco en el año 2006: “Modelo de zonificación de la susceptibilidad a los procesos de remoción en masa a través de un Sistema de Información Geográfica” aplicado a la microcuenca de la quebrada Curucutí, Estado Vargas, Venezuela.

Además, la propuesta de Hervas, *et. al.* (2002), que ha sido validada por Zavala y Fidel, en una ponencia presentada en el XIII Congreso Peruano de Geología, llamada “Susceptibilidad a los movimientos en masa en la cuenca de la quebrada Hulanga. Pataz, La Libertad” en el año 2006. Finalmente, se pueden mencionar otras tantas que han sido puestas en práctica de forma particular, tal es el caso de Ramírez (2005) en su artículo denominado “Zonificación geomorfológica utilizando el concepto de estabilidad relativa aplicado a la microcuenca Los Tapiales, río Mucujún, El Vallecito, estado Mérida – Venezuela”; Ferrer y Laffaille (2005) “Zonificación física para la reducción de vulnerabilidad de barrios en los andes venezolanos”; Roa José Gregorio (2006) “Estimación de áreas susceptibles a deslizamientos mediante datos e imágenes satelitales: cuenca del río Mocotíes, estado Mérida-Venezuela”; y otros promocionados en años anteriores por la

UNESCO, tales como “Desarrollo de una metodología para la identificación de amenazas y riesgos a deslizamientos en la cuenca del río San Juan, República Dominicana” y “Análisis de riesgo por inundaciones y deslizamientos de tierra en al microcuenca del Arenal de Montserrat” El Salvador” en los años 2000 y 2003 respectivamente, entre otros.

Esto es sólo una muestra de lo que ha sido el desarrollo de las investigaciones en Gestión de Riesgo en América Latina y su representación cartográfica, queda como consideración que este tipo de investigaciones, deben ser ubicadas dentro de un marco en el cual se defina al riesgo como un problema no resuelto aún en los albores del siglo XXI, y que éstos no sólo están ligados con la naturaleza, sino más bien enmarcados en una relación hombre-naturaleza, por un lado la organización y estructura de la sociedad está implicada como causante del problema, por el otro es la más afectada. La sociedad moderna sumergida dentro del modelo económico capitalista se articula con un sistema moral que legitima la producción de riesgos. La relación poder-saber comprometida en las políticas sobre riesgos, parece haber sido desplazada por la politización de éstos, lo cual conlleva a pensar en torno a la correspondencia de este vínculo, cuya eficacia implica la comprensión del desastre como constructor social, suponiendo una profunda acción reflexiva en todos los espacios.

### **1.5. Características físico geográficas y geológicas del área de investigación**

La mayor parte del territorio del Estado Zulia se conformó, con grandes aportes de sedimentos marinos, durante los períodos terciarios y cuaternarios. Su configuración resulta del levantamiento del sistema de rocas precámbricas que componen las montañas de Mérida y la Sierra de Perija, conjuntamente con el movimiento que produjo el hundimiento de la fosa del Lago de Maracaibo en el cuaternario. Este proceso, alimentado por grandes presiones y calentamiento de la materia orgánica de las capas rocosas, generó los importantes depósitos de petróleo que se encuentran en la zona.

#### **Hidrología**

La mayor expresión hidrográfica del Estado Zulia es el Lago de Maracaibo el cual cuenta con 12.870 Km<sup>2</sup>, y unos 550 Km<sup>2</sup>, de costa. El Lago de Maracaibo es el núcleo colector de todos los ríos de la zona. Los ríos provienen de tres divisorias de aguas; los de la Costa Occidental se originan de la Sierra de Perija. Las sub-

cuencas más importantes son la de los ríos Guasare-Socuy-Cachirí, la del río Santa Ana y la del río Catatumbo. Alguno de estos ríos forma lagunas y pantanos en el suroeste. Hacia la Península de la Guajira, la red hídrica es muy escuálida. Al sur del Estado, a través de las llanuras aluviales, desembocan los ríos que nacen en la Cordillera Andina, los cuales aportan una considerable carga sedimentaria que enriquece los suelos. Entre ellos se encuentran el Chama, Capazón, Torondoy y Motatán. En la Costa Oriental y desde la Sierra de Ciruma corren ríos que constituyen la reserva hidráulica del sector. Ciudades como Cabimas, Lagunillas y Ciudad Ojeda, dependen de ellos como fuentes de suministro de agua; entre los más importantes cabe destacar el río Pueblo Viejo, río Machango y río Misoa.

### **Suelos**

El Estado Zulia cuenta con suelos de una gran variedad que producen grandes contrastes en el paisaje. En la zona norte, la Sierra de Perija, la Costa del Golfo de Venezuela hasta Castilletes y el norte de la Costa Oriental del Lago, encontramos suelos jóvenes sobre los cuales la sequía, la alta evaporación y el viento han producido una fuerte erosión y, en ciertas zonas, un carácter desértico. En el sur del Lago y en los márgenes de los ríos de la planicie Occidental encontramos suelos pantanosos con fuerte acumulación de materia orgánica, pero de uso agrícola muy escaso. Tanto en la planicie Oriental como en la Occidental, en zonas en las que se alternan las lluvias y la sequía, encontramos suelos de textura arcillosa y de estructura granular, y en ciertas áreas menores encontramos suelos cuyo alto grado de oxidación les confiere colores rojos y amarillos

Posee suelos de textura media, con predominio de arcilla y agrietados durante la estación seca. A su vez presentan escaso desarrollo sometidos a una remoción natural de las formaciones superficiales; son delgados y susceptibles a los problemas de erosión por la deforestación del área. El relieve es poco accidentado a ondulado presentando una topografía plana.

Esta puede ser valorada a partir de varias propiedades como: composición mineralógica o tipo de material (roca o formación superficial), textura, estructura, grado de meteorización y grado de fracturamiento. Para este alcance del modelo el factor litología se evaluará a partir de la caracterización mineralógica.

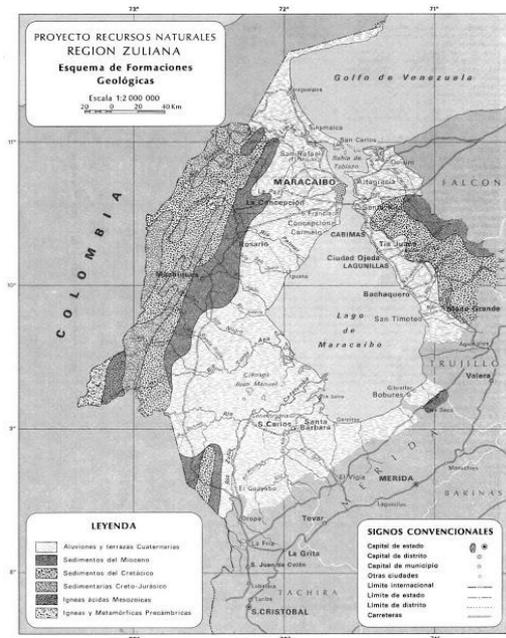


Figura 1. Mapa de las formaciones del Estado Zulia. Fuente: Proyecto de Recursos Minerales (2010)

## Geomorfología

El origen del relieve de la Región Zuliana es consecuencia de unos largos procesos geológicos; la orogenia del levantamiento y el plegamiento de los dos bloques montañosos del sistema andino; la formación de la depresión estructural y topográfica del lago, y el constante rellenamiento anterior y actual del graben que forma la cuenca sedimentaria del Lago de Maracaibo; son los principales acontecimientos que cubren cronológicamente el esquema general de la tectogénesis y de la morfogénesis en el desarrollo evolutivo de las unidades de relieve que caracterizan actualmente las formas del paisaje físico-territorial de la región.

La unidad físico-natural del medio regional, muy variado en su composición geomorfológica es también el resultado de una serie de factores ambientales; fuertemente interrelacionados entre sí; el clima y los cambios climáticos influyen en los procesos erosivos y en las formas en que se depositan los materiales acarreados, el clima y sus efectos en la generación y desarrollo de los suelos; el clima y los suelos son soportes a su vez para la existencia de las plantas y los animales. Esto en conjunto da origen a una cadena de complejos procesos, los cuales son factores muy activos en la modelación del relieve.

Efectivamente no existe uniformidad en las formas del relieve regional, con una fisonomía de los elementos territoriales varían de un lugar a otro, y las significaciones de su situación y la naturaleza de sus composiciones son

diferentes aun cuando internamente hay amplitudes territoriales que presentan espacios geomorfológicos relativamente homogéneos.

A pesar de las diferencias locales, en cierto modo es imposible desconocer las proporciones, las analogías que presentan los conjuntos espaciales que configuran la estructura físico-natural del territorio regional; zonas montañosas y zonas bajas gradualmente enlazadas componen una gran superficie de continuidad en la que más de la mitad de los terrenos son planos, una quinta parte son terrenos escarpados y el resto, superficies transicionales.

En esta continuidad diferentes paisajes y ambientes naturales se presentan estrechamente articulados en el conjunto fisiográfico regional, el cual es particularmente diferenciable según las delimitaciones espaciales en cada unidad del relieve regional.

### **Relieve**

En el Estado Zulia se pueden diferenciar cuatro grandes paisajes topográficos. En la parte Occidental, en la frontera con la República de Colombia, se encuentra la Sierra de Perija, cuya divisoria de aguas sirve de límite con Colombia. La sierra se divide en tres secciones: la Serranía de Motilones (continuación de los Andes Colombianos); al sur la Serranía de Valledupar tiene las mayores alturas, entre ellas el pico de Tetari (3.360 m); la tercera sección es la de Montes de Oca, al norte. En la Costa Oriental encontramos la Sierra del Empalado o de Ciruma, reserva hidráulica de la zona Oriental. El relieve premontano está formado por elevaciones menores de 2.000 m. Gran parte del material de estas áreas premontanas forma llanuras suaves en las zonas bajas. El piedemonte es una zona de transición entre las montañas y las tierras planas, que se encuentran por debajo de los 400 m de altura. Dispone de un gran drenaje a través de numerosas quebradas; en la costa oriental se aprecia el mismo patrón. Las áreas aluviales están constituidas por material sedimentario que proviene de las montañas que rodean al lago, sobre todo de los Andes. Ello ha dado lugar a las extensas planicies aluviales que rodean el sur del lago, como a las ciénagas y pantanos del suroeste.

## **Clima**

El clima del Estado Zulia está dominado por las altas temperaturas durante todo el año. Cerca del 80 % del territorio tiene un régimen térmico elevado, mientras que el 20 % restante está sujeto a variaciones derivadas de las diferencias de altitud. En el norte el clima es semi-árido. El balance hídrico es negativo, con una evaporación que supera ampliamente a la precipitación. El período de lluvias se extiende de abril a noviembre y regularmente no se superan los 800 mm anuales. La temperatura media anual es de 27,8°C. Este es el clima de la ciudad de Maracaibo. Sobre las riberas del lago domina el clima de sabana, caracterizado por temperaturas que pueden superar los 35°C. La sequía, normalmente, abarca desde noviembre hasta abril. La Sierra de Perija cuenta con un clima tropical lluvioso con una corta estación seca de 2 a 3 meses, durante la cual la precipitación desciende de los 60 mm. El clima tropical lluvioso de selva representa las mayores precipitaciones en el Estado. Las lluvias alcanzan valores extraordinarios que en ocasiones bordean los 3.500 y 4.000 mm.

De igual modo, predomina un clima cálido seco, se caracteriza por ser árido y semiárido, presentando elevadas temperaturas durante todo el año, fuerte evaporación y escasas precipitaciones. La temperatura promedio oscila entre 35° y 38° C; las lluvias oscilan entre 200 y 600 mm. En la zona meridional, la precipitación media anual se mantiene por encima de los 700 mm, ocurridas en precipitaciones cortas y violentas, que originan fuertes escorrentías con poca infiltración y retención de agua en los suelos.

Por otra parte, la evaporación promedio anual supera los 1.800 mm, debido a la fuerte insolación diurna (entre 10 y 11 horas aproximadamente) y a la escasa nubosidad. Aun cuando la lluvia es escasa, hay un período de mayor sequía que va desde diciembre a abril. Las características climáticas que presenta la zona se deben en buena medida a la situación geográfica y a su topografía abierta, plana y poco accidentada que le expone a la acción de las brisas marinas, permanentes en el Golfo de Venezuela, cuyo efecto desecante se incrementa por la altas temperatura y la baja humedad del aire.

Tabla 1 Parámetros climáticos promedio de Maracaibo

| Temperatura                          | ene        | feb        | mar        | abr         | may         | jun         | jul         | ago         | sep         | oct          | nov         | dic         | Total         |
|--------------------------------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|---------------|
| Temperatura<br>Diaria máxima °C (°F) | 31<br>(89) | 31<br>(89) | 32<br>(90) | 32<br>(90)  | 31<br>(89)  | 32<br>(91)  | 32<br>(91)  | 33<br>(92)  | 32<br>(90)  | 31<br>(88)   | 31<br>(89)  | 31<br>(88)  | 32<br>(90)    |
| Temperatura<br>diaria mínima °C (°F) | 23<br>(74) | 23<br>(75) | 25<br>(77) | 25<br>(78)  | 25<br>(78)  | 25<br>(78)  | 26<br>(79)  | 25<br>(78)  | 24<br>(78)  | 24<br>(76)   | 24<br>(76)  | 23<br>(75)  | 25<br>(77)    |
| Precipitación<br>total mm (pulg)     | 5<br>(0.2) | 5<br>(0.2) | 5<br>(0.2) | 30<br>(1,5) | 60<br>(2,6) | 50<br>(2,2) | 20<br>(1,0) | 50<br>(2,1) | 70<br>(3,0) | 110<br>(4,7) | 50<br>(2,2) | 20<br>(0,8) | 510<br>(20,3) |

Fuente: [www.monografias.com](http://www.monografias.com) 2010

De acuerdo con Urbani (2000), Urbani y Otros (2000) la Geología es una de las principales variables ambientales que intervienen en la estabilidad de las laderas, vertientes o taludes, e inundaciones, para ello se consideran los siguientes indicadores.

### **Estratigrafía regional y local**

La descripción estratigráfica regional está sustentada por las unidades litoestratigráficas que se encuentran en las periferias del municipio Maracaibo y que suprayacen a las formaciones del Eoceno, las cuales se describen a continuación:

#### **Formación Icotea (Oligoceno)**

Una activa y prolongada erosión del Eoceno superior eliminó una espesa sección eocena y continuó sobre grandes extensiones en la zona noreste de la cuenca de Maracaibo. Como representante del Oligoceno se encuentra en la cuenca la Formación Icotea, la cual es discordante tanto sobre el Eoceno truncado, como por debajo de la arena de Santa Bárbara de la formación La Rosa. La localidad tipo de la formación Icotea fue designada por Haas y Hubman (1937), en el sinclinal de Icotea, a lo largo de la costa oriental del lago en el estado Zulia.

Litológicamente consiste de limolitas y arcillitas duras, macizas, típicamente de color blanco a gris claro, pero localmente abigarradas en verde claro, amarillo o rojo parduzco, ocasionalmente carbonáceas. En el lado oeste del Lago de

Maracaibo contiene además de capas de areniscas verdes o grises, y pasa gradualmente a la parte basal del Grupo El Fausto.

Algunos autores atribuyen a la formación Icotea un origen eólico con sedimentación subsiguiente en pantanos y lagunas, el espesor de dicha unidad es mayor en las áreas deprimidas siendo más delgado o ausente en las zonas elevadas de la superficie erosional pre-miocena. Se conoce un máximo de 180 m en el Sinclinal de Icotea en el Distrito Urdaneta.

#### Formación La Rosa (Mioceno Temprano)

El comienzo de la sedimentación miocena en la Cuenca de Maracaibo se caracteriza por una transgresión marina de considerable extensión territorial dentro de los límites del Lago, pero de duración relativamente corta. La base de la transgresión de la formación La Rosa está representada por un Intervalo arenoso conocido como Miembro Santa Bárbara. Por encima se encuentra el Miembro Lutitas de La Rosa, que marcan la extensión máxima de la transgresión (Zambrano et.al. 1972). La localidad tipo está en el Campo de La Rosa en el lado este del Lago de Maracaibo, área de Cabimas, y su nombre fue introducido formalmente por Hedberg y Sass (1937).

En la sección tipo, la litología consiste en su mayor parte de lutitas arcillosas, verdosas, más o menos fosilíferas, con una cantidad subordinada de capas de areniscas e intercalación de areniscas y lutitas. En el lado oeste del lago la formación consiste casi completamente de lutitas arcillosas, verdosas y fosilíferas, con una pequeña cantidad de areniscas. Considerada en conjunto, la formación La Rosa es de ambiente marino oscilante y de poca profundidad. El espesor de dicha unidad en el área tipo es de 180 – 250 m, y alcanza su espesor máximo en el Sinclinal de Icotea, situado a 4 km. al norte del Campo Cabimas. En el Alto del Pueblo Viejo está ausente probablemente por no haberse sedimentado. Los espesores variables de esta formación reflejan su sedimentación sobre una superficie erosionada irregular. A la sedimentación de la formación La Rosa siguió la de los clásticos no marinos del Miembro Lagunillas Inferior identificado principalmente en el margen oriental de la cuenca.

### Formación Lagunillas (Mioceno Medio)

Sobre la formación La Rosa en forma transicional y localmente interdigitada se sedimentó la formación Lagunillas, de la Cuenca de Maracaibo. La formación Lagunillas es una unidad del subsuelo del lago de Maracaibo, cuya área tipo es el Campo petrolífero Lagunillas. Sutton (1946) consideró que la formación es el resultado de sedimentación en ambientes de cambios rápidos de aguas salobres a marinas y de nuevo a aguas dulces. Se compone principalmente de una intercalación de lutitas, arcillitas, arenas, areniscas mal consolidadas y algunos lignitos. Esta formación se depositó de manera concordante y transicional sobre la formación La Rosa infrayacente, y lateralmente pasa a formaciones de ambiente más continental.

Sutton (1946), dividió la formación Lagunillas en tres miembros: la parte inferior fue denominada Miembro Lagunillas Inferior, el cual contiene arenas petrolíferas importantes intercaladas con arcillas y lutitas carbonosas abigarradas, cuya base se coloca donde aparecen las primeras faunas marinas de la formación La Rosa, y el tope se coloca en la base de las lutitas del miembro Laguna suprayacente. El miembro Laguna contiene lutitas grises fosilíferas y lutitas arenosas que representan una breve incursión de aguas marinas normales. La mitad superior se denomina Miembro Bachaquero y se compone de intercalaciones de arcillas, lutitas arenosas y areniscas pobremente consolidadas. El ambiente de Bachaquero es marino en la base pasando en forma transicional a un ambiente más continental en el tope. El porcentaje de areniscas aumenta hacia el tope y son localmente petrolíferas en las áreas de Lagunillas y Bachaquero. El espesor de la formación Lagunillas es variable. En forma general se hace mayor en dirección oeste; en los campos de Tía Juana y Urdaneta presenta 450 y 900 m respectivamente. Algunas de las fallas del eoceno orientadas norte-sur continuaron activas durante el mioceno y obviamente tuvieron efecto notable en la migración y acumulación de hidrocarburo.

### Formación Isnotú (Mioceno Medio a Tardío)

La formación Isnotú constituye la unidad intermedia del Grupo Guayabo, (formaciones Palmar, Isnotú y Betijoque), se reconoce en la parte suroccidental y suroriental de la Cuenca de Maracaibo. La secuencia del ambiente sedimentario

continental exhibe gran variedad lateral y a veces es imposible separar definitivamente las unidades componentes.

La formación Isnotú fue definida por Sutton (1946) con localidad tipo en las cercanías del pueblo Isnotú en el Estado Trujillo. Esta unidad se caracteriza por la intercalación de arcillas y areniscas, con cantidades subordinadas de arcillas laminares, carbón y conglomerados. Las arcillas, que constituyen cerca del 65 % de la formación, son macizas, localmente arenosas y de color gris claro, algunas son carbonosas y contienen restos de plantas. Las areniscas se presentan en capas de 2 a 3 m, de color gris claro a blancas, de grano fino a finalmente conglomeráticas, localmente micáceas y con rizaduras; dentro de las areniscas es común encontrar pelotillas de arcilla blanca. Carece de fósiles marinos, pero contiene restos de plantas. Su edad se deduce por correlaciones laterales. Salvador (1961) indicó que el ambiente de sedimentación es fluvial, y Florillo (1976) opina que dicha formación es el resultado de la sedimentación de abanicos aluviales y ríos trenzados, controlada por variaciones climáticas y por movimientos tectónicos de levantamiento andino. La formación se extiende a lo largo de la parte occidental del estado Zulia, entre la Sierra de Perijá y el Lago de Maracaibo, desde la región de Colon al sur hasta la de Páez. Durante el Mioceno, inició el lento hundimiento de la cuenca de Lago de Maracaibo que se rellenó gradualmente de sedimentos.

#### Formación La Villa (Mioceno Medio - Tardío)

Consiste principalmente de arcillitas rojizas, grisáceas, gris verdoso, moteadas, areniscas de grano fino a medio, mal escogida, localmente conglomeráticas de color gris a amarillo claro, regularmente moteadas en rojo púrpura. Ocasionalmente, se encuentran lutitas carbonáceas y vetas de lignito. Hacia el tope se encuentran vetas de conglomerado laterítico. La formación La Villa yace concordantemente y transicionalmente sobre la formación los Ranchos. En el tope, aparece en discordancia angular local, bajo la formación El Milagro. El léxico estratigráfico de Venezuela (1997) menciona que no contiene fósiles, salvo formas retrabajadas del eoceno y cretácico.

#### Formación Onia. Informal (Plioceno - Pleistoceno)

Hedberg y Sass (1937) aplicaron el término "Capas de Onia" a sedimentos jóvenes de carácter no marino en las partes sur y central de la Cuenca del Lago

de Maracaibo. El nombre proviene del Río Onia, tributario del Río Escalante en el estado Mérida. Manger (1938) describió una sección en el pozo La Rita, a 2 km. De la población de La Rita, en la Costa Oriental del Lago, que Young (1956) recomendó como sección tipo. En el citado pozo se encuentran areniscas y limolitas gris verdoso de grano Grueso a fino, arcillosas, micáceas y friables, con un conjunto detrítico de minerales pesados metamórficos característicos de las “Capas de Onia”. Las limolitas contienen localmente capas calcáreas delgadas de color amarillo. Young (1960) halló restos de peces y escasos gasterópodos en la formación Onia. El espesor de la formación varía normalmente entre 1220 y 95 m. El contacto inferior en la parte occidental del Lago es concordante y transicional con la formación La Villa. Existen dudas sobre su correlación a través de la Cuenca de Maracaibo.

#### Formación El Milagro (Plioceno-Pleistoceno)

Está expuesta en afloramientos sobre el Arco de Maracaibo, con localidad tipo en el barrio El Milagro en la ciudad de Maracaibo, donde se puede estudiar en los acantilados occidentales de la avenida de su nombre a lo largo de la costa del Lago; la unidad se conoce también en la Costa Oriental del Lago de Maracaibo del estado Zulia. Litológicamente está constituida de facies arenosas con notables niveles de ferrolita y lechos arcillosos o ferruginosos con madera silicificada. Un marcado paleosuelo ferruginoso separa las facies arenosas de facies arcillosas de colores verdosos. El ambiente de sedimentación de la unidad es fluvio-deltaico y lacustre marginal (Kerez y San Juan, 1964), ubicado a una distancia considerable de la fuente de sedimentos (Sutton, 1946). El espesor de la formación El Milagro sobre el centro del Arco de Maracaibo varía de 0 a 35 m; aumenta rápidamente hacia el sur alcanzando unos 150 m en el pozo Regional -1, unos 10 km, al suroeste de Maracaibo (Graf, 1969). En el subsuelo del Lago el espesor se desconoce.

La formación El Milagro de edad Pleistoceno aflora en el sector con un espesor aproximado de 7,32 m. Esta unidad consiste de paleosuelo lateríticos bien cementados, que aparecen interestratificados de base a tope. Suprayace en contacto cóncavo con areniscas de grano medio de color morado que presentan internamente nódulos y tallos silicificados. Esta litofacie yace bajo arenisca gris claro meteorizada superficialmente. Infrayacente a ella se localizan litofacies

arcillo-arenosa de color gris que gradan lateralmente a una arenisca de granos medio, micácea, con estratificación y laminación cruzada. Hacia la base se observa una arcilla rosada que contiene nódulos ferruginosos indicativos de intervalos de no sedimentación, además de un horizonte de yeso que evidencia la presencia de condiciones litorales. En cuanto al contenido paleontológico la unidad localmente es estéril, observándose solamente restos de tallos silicificados.

Graf (1969), correlaciona la formación El Milagro en su parte superior con la formación Zazárida además de las formaciones Carvajal y Necesidad en la Serranía de Trujillo.

En los sectores Primero de Mayo y El Milagro la unidad exhibe estructuras diagenéticas (nódulo) que varían de tamaño en el estudio lateral de campo; son indicativas de procesos de precipitaciones en la cuenca. Lateralmente hay cambio de salinidad y acuñamiento. De acuerdo a estos elementos geológicos la unidad designada El Milagro presenta un ambiente de formación fluvial a lacustre marginal. De acuerdo a Graf (1969), los sedimentos se depositaron en un amplio plano costero y de poco relieve y estuvieron expuestos a la meteorización y anegamiento durante el cuaternario.

La unidad formacional del área se caracterizan por presentar litologías variadas como areniscas, arcillitas, entre otras, que cuando las mismas quedan descubiertas de vegetación tienden a meteorizarse rápidamente, lo que favorece la erosión en estos sitios descubiertos y los procesos de escorrentía transporta el material desagregado a áreas de menor pendiente. La unidad formacional distribuida en el área es El Milagro es de edad Pleistoceno, posiblemente extendiéndose al Plioceno, y se caracterizan por presentar litologías variadas como areniscas y arcillitas, entre otras, ya que cuando las mismas quedan descubiertas de vegetación tienden a meteorizarse rápidamente, lo que favorece la erosión en estos sitios descubiertos y los procesos de escorrentía transporta el material desagregado a áreas de menor pendiente.

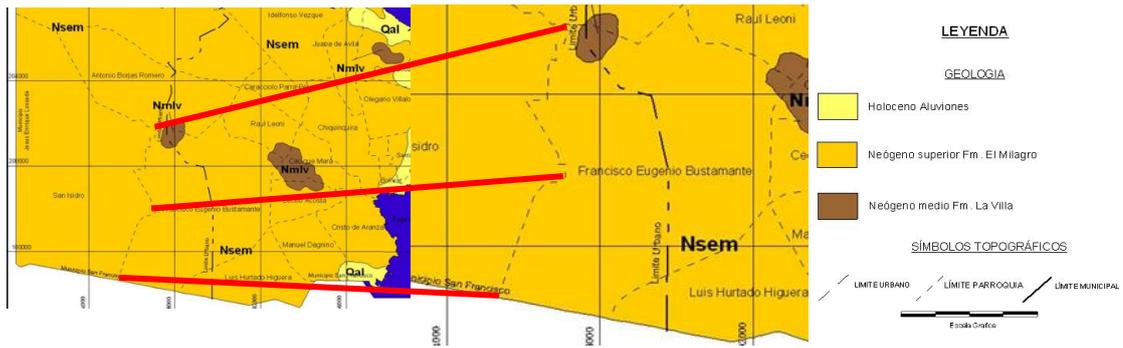


Figura 2. Mapa Geológico del área de estudio. Fuente: Nava y Salas (2008), modificado por Díaz L (2014)

### Patrón tecto-estructural Local.

La cuenca del Lago de Maracaibo está enmarcada por tres alineamientos orogénicos mayores: la Sierra de Perijá al oeste, Los Andes de Mérida al sureste y la Serranía de Trujillo al este, el marco se completa con el sistema de la falla de Oca en el norte que aparentemente esta con la Cuenca del Golfo de Venezuela, aún no completamente definida y otras fallas como la del Tigre, Ancòn-Iturre entre otras, que definen el patrón tecto-estructural de la región, de los cuales están expresado en una serie de estructura morfo tectónica, la cual una de la más conocida como el Anticlinorio de Cojoro, y una serie de fallas que incide sobre la ciudad. De acuerdo a Funvisis, el área de investigación se encuentra en la Zona sísmica 3, forma espectral S3.

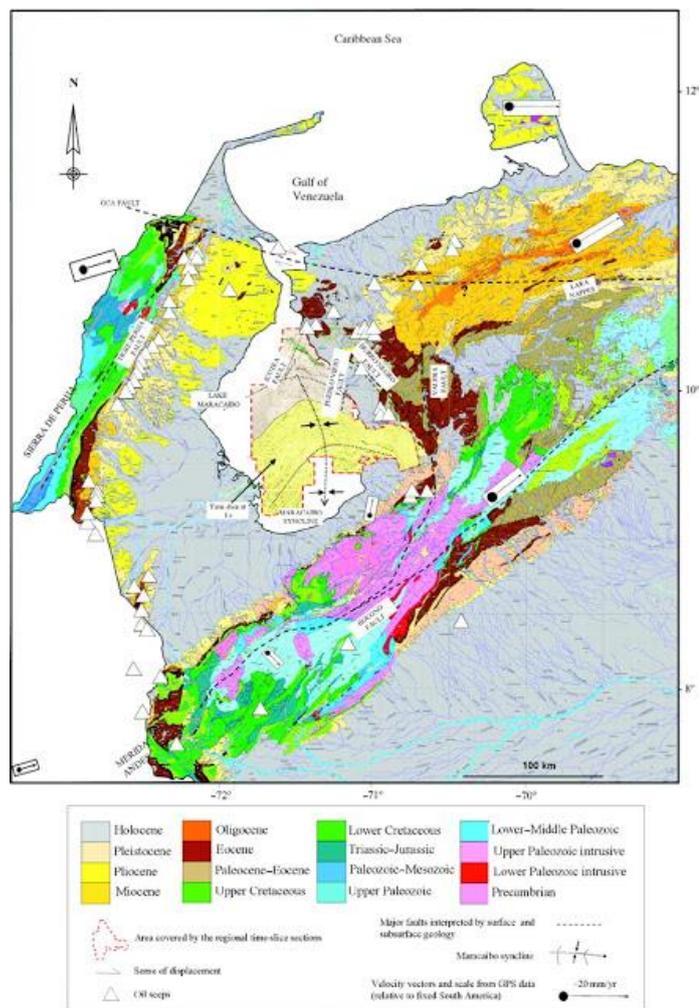


Figura 3. Mapa Geológico del Occidente de Venezuela. Fuente: Léxico Estratigráfico de Venezuela (1998)

Dentro del trabajo de investigación, no se representa ninguna estructura geológica significativa.

### 1.6. Conclusión

En conclusión, desde el punto de vista geológico, los terrenos estudiados corresponden a la formación Milagro, la cual tiene, lateralmente, muchas variaciones litológicas, caracterizadas por presentar litologías variadas como areniscas, arcillitas, entre otras, que cuando las mismas quedan descubiertas de vegetación tienden a meteorizarse rápidamente, lo que favorece la erosión en estos sitios descubiertos y los procesos de escorrentía transporta el material desagregado a áreas de menor pendiente. Este factor causa inundaciones en áreas topográficamente deprimidas del sector 2 de Pradera Alta durante los periodos de lluvia.

## **CAPÍTULO II MARCO METODOLOGICO**

### **2.1 Introducción**

### **2.2 Tipo de Investigación**

### **2.3 Cartografía de riesgo por inundación**

#### **2.3.1 Evaluación de amenazas**

##### **2.3.1.1 Metodología general para la evaluación de amenazas**

##### **2.3.1.2. Evaluación del grado de amenaza o peligrosidad**

##### **2.3.1.3 Resultados esperados de la evaluación de amenazas**

#### **2.3.2 Evaluación de vulnerabilidad**

#### **2.3.3 Evaluación del riesgo**

### **2.4 Metodología utilizada en la presente investigación**

### **2.5 Conclusiones**

### **2.1 Introducción**

En el proceso de evaluación del riesgo por inundaciones de la comunidad Pradera Alta, sector 2, Municipio Maracaibo se han utilizado diferentes métodos de investigación y una metodología de trabajo que son explicadas en el presente capítulo.

### **2.2 Tipo de Investigación**

Esta investigación se centra en un estudio de tipo descriptiva, exploratoria de campo, que difiere de los demás estudios en términos del propósito, objetivos y métodos de recolección de datos a utilizar. Los estudios de tipo descriptivos consisten fundamentalmente en la descripción de un fenómeno o situación mediante su análisis bajo circunstancias temporo espaciales determinadas, analizándose las características de la realidad o escenario que se estudia. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis.

También se puede decir que el trabajo de campo implica la relación directa del investigador con las fuentes de información no documentales. Ezequiel Ander - Egg (1977: 37-40) identifica dos tipos de contacto que caracterizan la investigación de campo: 1) global, que implica una aproximación integral al

fenómeno a estudiar, identificando las características naturales, económicas, residenciales y humanas del objeto de estudio; y, 2) individual, que implica la aproximación y relacionamiento con las personalidades más importantes del grupo (identifica los líderes de los distintos niveles como los más importantes proveedores de información).

La investigación que se presenta es un diseño no experimental, ya que no se realiza manipulación alguna sobre la variable objeto a estudio. Es decir, en esta investigación bajo ningún medio se hará variar intencionalmente la variable. En el presente trabajo lo que se hace es observar un fenómeno tal y como se da en su contexto natural, para después analizarlo. Para efectos de esta investigación por la consecución de los datos e información relativos a la variable, se considera además como una investigación de campo, que consiste en determinar directamente sobre el terreno los hechos que evidencian la situación indagada.

### **2.3 Cartografía de riesgo por inundación**

Los mapas de riesgo de inundación constituyen una importante herramienta de apoyo que puede ser utilizada para el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Optimización de los planos de ordenamiento territorial de los municipios, de acuerdo con los riesgos de inundación. Los mapas permiten identificar las zonas con mayor riesgo de inundación. En estas zonas deben establecerse fuertes restricciones de uso del suelo.
- Implementación y optimización de los sistemas de alerta y emergencia ante la ocurrencia de inundaciones. La predicción de la profundidad que alcanzaría la columna de agua en la planicie de inundación permite evaluar el impacto generado por una creciente determinada y establecer prioridades en las actividades a implementar antes y durante los desbordamientos.
- Diseño de obras de protección. Dado que los mapas indican las zonas potencialmente inundables y el nivel que alcanzaría el agua al presentarse eventos extremos, contribuyen a identificar las zonas que deben protegerse y a realizar el pre dimensionamiento los diques de protección.
- Los mapas que indican los niveles de riesgo aquí elaborados constituyen un primer y valioso paso para el control y manejo de las inundaciones originadas por

las crecientes del cauce mediante la implementación de actuaciones no estructurales.

•La cartografía de riesgo generada constituye una herramienta muy útil para el análisis del riesgo asociado a inundaciones y resulta indispensable para la cuantificación del mismo. Esta cuantificación representa el paso inicial para la evaluación del riesgo.

Obtener datos hidrológicos directamente de los ríos o cursos de agua es un esfuerzo valioso pero que consume tiempo. Si tales datos dinámicos han sido obtenidos durante muchos años de aforos regulares, se pueden usar modelos para calcular la frecuencia estadística de los eventos de inundación, determinando así su probabilidad. Sin embargo, tales evaluaciones son difíciles sin aforos de por lo menos veinte años.

En muchos países, los datos de aforos son insuficientes o no existentes. Como resultado, las evaluaciones del peligro de inundaciones, basadas en mediciones directas, pueden no ser posibles porque no hay una base para determinar los niveles específicos de inundación y los intervalos de recurrencia para determinados eventos. Se pueden realizar evaluaciones del peligro en base a datos de percepción remota, informes de daños y observaciones de campo cuando los datos cuantitativos son escasos. Tales evaluaciones presentan información graficada que define las áreas inundables que probablemente serán afectadas por una inundación de un intervalo específico (Riggs, 1985), se analizan las técnicas de cartografía del peligro de inundaciones, la aplicación de datos de satélite y los métodos, tanto tradicionales como recientes, para compilar y analizar la información necesaria.

Existen particularidades de la superficie del terreno relacionadas con inundaciones, donde la planificación para el desarrollo regional debe tomar en cuenta las siguientes características de superficie, relacionadas con las inundaciones:

- Topografía o pendiente del terreno, especialmente su horizontalidad;
- Geomorfología, tipo y calidad de suelos, especialmente material de base de depósitos fluviales no consolidados; e
- Hidrología y la extensión de las inundaciones recurrentes.

Estas características comúnmente son consideradas en las actividades de evaluación de recursos naturales (OEA, 1984). Las preguntas a las que el estudio de planificación debe responder son; "¿Cuan peligrosa es el área de estudio en relación con inundaciones recurrentes"? y "¿Cuál es la vulnerabilidad de las actividades de desarrollo existentes y propuestas?". Uno de los primeros pasos de un estudio de planificación es recopilar toda la información disponible relacionada con estas características y recomendar la instalación de equipos de aforo y estaciones hidrometeorológicas en regiones propuestas para el desarrollo, si es que no están ya disponibles.

Existen técnicas dinámicas convencionales para el análisis de la frecuencia de inundaciones se han desarrollado durante el último medio siglo para evaluar cuantitativamente el peligro de las inundaciones. Estas técnicas tradicionales dan como resultado datos dinámicos históricos que, cuando están disponibles, se usan para cartografía de precisión de las llanuras de inundación. Además del registro de crecidas máximas durante un período de años (análisis de frecuencias), se requiere un estudio detallado (cortes transversales, pendientes y mapas de curvas de nivel) junto con estimados de asperezas hidráulicas, antes que se pueda determinar la extensión de inundaciones durante un intervalo de recurrencia esperado. En la cartografía tradicional de llanuras de inundación, los datos requeridos y los mapas incluyen lo siguiente:

- El mapa base (topográfico) seleccionado, con el sistema de aguas subterráneas
- Datos hidrológicos.
- Mapas de suelos, fisiografía, geología, hidrología, uso de tierras, vegetación, densidad poblacional, infraestructura y asentamientos.

Este método dinámico requiere de dilatados estudios de campo, a largo plazo, con una red de estaciones de aforo que puedan proporcionar los datos necesarios para evaluaciones precisas de riesgo. Rara vez está disponible información tan completa de muchos años para sistemas de ríos en países menos desarrollados. Para obtener información hidrológica, debe contactarse a instituciones hidrometeorológicas del gobierno, a fin de conseguir los datos y mapas disponibles. Los mapas de suelos y mapas geológicos frecuentemente demarcan las llanuras de inundación. Los mapas topográficos a escalas adecuadas para el proyecto generalmente están disponibles en el país. Lo que está más fácilmente

disponible es la información derivada de técnicas estáticas, que son capaces de proporcionar información sobre evaluación del peligro de inundaciones.

Otra técnica es la de percepción remota para áreas mayores tales como los principales valles de ríos, los fondos y el tiempo disponibles frecuentemente son limitados. Por lo tanto, usualmente no es posible llevar a cabo la recolección, costosa y detallada, de datos hidrológicos, su análisis y actividades cartográficas durante un estudio de planificación (OEA, 1969 y 1984). La tecnología de percepción remota, especialmente la tecnología espacial, proporciona ahora una alternativa económica y factible para complementar las fuentes tradicionales de datos hidrológicos. Estas técnicas estáticas proporcionan vistas del área que pueden ser analizadas respecto a ciertas características relacionadas con inundaciones y pueden ser comparadas con imágenes de fecha anterior o posterior, para determinar cambios en el área de estudio.

Los métodos de percepción remota requieren de una plataforma tal como un satélite (p.e., Landsat) o una aeronave, además de un sensor, como el MSS, instalado en la plataforma. Las imágenes de satélites se pueden adquirir en formato digital (CCT) o analógico (película). Los datos digitales pueden no ser una alternativa debido a su costo y al requerimiento de equipos de cómputo y programas sofisticados. Por lo tanto, el propósito del método aquí presentado es proporcionar una técnica que hace uso de datos originales o de películas para la cartografía de llanuras de inundación y evaluación del peligro de llanuras inundables. También se discute a continuación el concepto de preprocesar CCTs, dado que es factible adquirir productos de películas digitalmente mejoradas para estas aplicaciones.

Los mapas de inundaciones y peligros de inundación han sido preparados por muchos hidrólogos en todo el mundo con datos de aeronaves y satélites, principalmente las bandas visibles e infrarrojo (Deutsch, 1974). Unos pocos hidrólogos han utilizado los datos de infrarrojo térmico para cartografía de áreas inundadas (Wiesner et al., 1974, y Berg et al., 1981).

Los datos de satélite pueden ser utilizados para encontrar indicadores de llanuras de inundación y son más fáciles de usar que las imágenes de aeronaves para demarcar llanuras de inundación (Soller et al., 1978). La información de la fotografía aérea realizada por computadora, o una combinación de ésta con

imágenes de satélite, también ha sido utilizada. A su vez, se han usado las fotografías aéreas digitalizadas, en color infrarrojo, para clasificar la vegetación que se correlaciona con las llanuras de inundación. (Harker y Rouse, 1977). Los datos digitales Landsat han sido combinados con datos digitales de elevación para desarrollar relaciones etapa-área de áreas inundables (Struve, 1979). Una referencia integral sobre técnicas de percepción remota relacionadas con el curso de las aguas es Satellite Hydrology (Deutsch, Satellite Hydrology (Deutsch, 1981). que contiene más de 100 artículos sobre el tema.

Existen diversos métodos para el análisis de riesgos debidos a amenazas naturales; sin embargo todos plantean una metodología de evaluación que distingue Amenazas y Vulnerabilidades. Entre los métodos que se utilizan están los métodos de análisis cualitativos y cuantitativos. Los métodos cuantitativos pueden aportar, cuando son aplicables, un grado de objetividad superior. Sin embargo, la escasez de datos prohíbe generalmente su aplicación consecuente. Además, para permitir una eficiente evaluación de riesgo, es generalmente más importante identificar correctamente las causas profundas (o factores) que causan el riesgo y que influyen sobre su dinámica (es decir sobre su crecimiento o su reducción), tanto del lado de las amenazas como del lado de las vulnerabilidades, que disponer de datos "exactos" sobre los riesgos en sí. En esta investigación se plantea por consiguiente una metodología de trabajo basada en análisis cualitativos.

La aplicación de métodos cualitativos para el análisis de riesgos implica el conocimiento preciso de las amenazas, de los elementos en riesgo y de sus vulnerabilidades, pero expresados de forma cualitativa (basados en la experiencia y observaciones de campo). Las probabilidades de los eventos peligrosos son estimaciones realizadas partiendo de la experiencia de los especialistas, las vulnerabilidades y el riesgo son determinados también de forma relativa.

### **2.3.1 Evaluación de amenazas**

La amenaza es un agente agresor externo socio ambiental potencialmente destructivo con cierta magnitud dentro de un cierto lapso de tiempo y en una cierta área. Fenómeno social que puede causar heridos, muertes y daños graves.

Como se mencionó anteriormente, aquellos fenómenos que de llegar a presentarse en un espacio y tiempo determinado pueden causar pérdidas y daños

en comunidades o en sistemas que no se encuentren adaptados o preparados para absorber sin traumatismos sus efectos, a estos se les conoce con el nombre de “amenazas”.

Si dichos eventos se llegaran a presentar en una zona en donde no existe presencia del hombre o de sus actividades son sencillamente expresiones de la naturaleza. Por ejemplo, una zona poblada que se encuentra asentada cerca del área de influencia de un río y que a lo largo de su historia ha registrado inundaciones de diferente magnitud, con toda seguridad en años posteriores va a resultar afectada nuevamente por una inundación, la amenaza en este caso es la probabilidad de que el río aumente su cauce y ocasione daños sobre su área de influencia.

Las amenazas se clasifican en tres tipos:

**Amenazas naturales:** Son propias de la dinámica de la naturaleza y en su ocurrencia no hay responsabilidad del ser humano y tampoco está en capacidad práctica de evitar que se produzcan. Según su origen, se clasifican en amenazas geológicas (sismos, erupciones volcánicas, tsunamis, deslizamientos) e hidrometeorológico (Huracanes, tormentas tropicales, tornados). En términos generales, las amenazas naturales son imposibles de evitar o prevenir, teniendo en cuenta que son expresiones propias de la dinámica de la naturaleza.

**Amenazas socio naturales:** Existen amenazas aparentemente naturales como inundaciones, sequías o deslizamientos, que en algunos casos son provocadas por la deforestación, el manejo inapropiado de los suelos, la desecación de zonas inundables y pantanosas o la construcción de obras de infraestructura sin precauciones ambientales. Podrían definirse como la reacción de la naturaleza a la acción humana inadecuada sobre los ecosistemas.

Las amenazas socio natural como las inundaciones o los deslizamientos, debido al manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas o al conflicto en el uso del suelo, se pueden prevenir si actuamos sobre las actividades humanas que las causan (por ejemplo: deforestación u ocupación humana de suelos con vocación protectora).

**Amenazas antrópicas:** Atribuibles a la acción humana sobre el medio ambiente y sobre el entorno físico y social de una comunidad. Ponen en grave peligro la

integridad física y la calidad de vida de las personas, por ejemplo: incendios estructurales, contaminación, manejo inadecuado de materiales peligrosos, derrames de sustancias químicas, uso de materiales nocivos para el medio ambiente, entre otros.

Frente a las diferentes amenazas que pueden afectar una comunidad determinada y que en muchos casos no se pueden evitar, se tienen que desarrollar acciones que apunten a bajar o eliminar la vulnerabilidad para disminuir el nivel de riesgo existente en una zona determinada, de ahí la importancia de diligenciar muy objetivamente la matriz de vulnerabilidad y plantear acciones para disminuirla (razón por la cual esto debe hacerse anualmente).

Continuando con el ejemplo anterior de la comunidad asentada cerca al cauce del río, los factores de vulnerabilidad pueden ser físicos, como el estado y calidad de las construcciones, no hay muros de contención; sociales, como la poca organización y preparación de las comunidades, organizacionales los limitados recursos con los que cuentan los organismos o instancias de gestión dedicadas a la prevención y mitigación de riesgos; políticos, como la disposición de normas y mecanismos para la regulación del uso del territorio y la destinación de recursos para la reducción del riesgo.

Hasta este momento tenemos la amenaza y la vulnerabilidad claramente definidas y cuando en una zona determinada confluye una o varias amenazas y estas se cruzan con los factores de vulnerabilidad de la comunidad o grupo social que habita en dicha zona, se generan entonces las condiciones de riesgo, las que pueden variar en la medida que alguno de los factores ya sea de la amenaza o de la vulnerabilidad cambian; de ahí la importancia de reconocer los ingredientes del riesgo (amenaza y vulnerabilidad) y establecer la posibilidad de actuar sobre ellos en forma anticipada, a fin de manejar las condiciones de riesgo existentes, de ser posible evitando la ocurrencia de desastres

### **2.3.1.1 Metodología general para la evaluación de amenazas**

El principal objetivo de una evaluación de amenazas (o de peligros) es predecir o pronosticar el comportamiento de los fenómenos naturales potencialmente dañinos o, en su defecto, tener una idea de la probabilidad de ocurrencia de dichos fenómenos para diferentes magnitudes. De esto modo, se logra una

apreciación del riesgo que se correría en las zonas de influencia de las amenazas, si se utilizaría estas zonas para ciertos usos que implican niveles de vulnerabilidad alta (en particular el uso habitacional).

La metodología de evaluación de amenazas inicia desde la presentación de una oferta técnica a la municipalidad interesada, y la elaboración de un plan de trabajo preliminar. Conlleva etapas de trabajo de campo para las observaciones y mediciones, y otras de oficina para el procesamiento de la información y la elaboración de mapas e informes. Esta metodología plantea trabajar con la base topográfica existente en el país a escala 1:50 000 para trasladar todas las observaciones y análisis de fenómenos peligrosos a planos o mapas hasta un nivel de detalle permitido a esta escala (mapas indicativos de amenaza). Una vez concluido el acuerdo con la municipalidad y comunidad, la secuencia de acciones más común y efectiva es la siguiente:

- Definición de necesidades con las autoridades municipales en coordinación con la población y las instituciones locales y establecimiento del plan de trabajo.
- Recopilación de información general y de antecedentes, utilizando técnicas participativas con la población (talleres) y otras fuentes.
- Análisis de fotos aéreas y mapas topográficos
- Elaboración de un diagnóstico y evaluación preliminar de campo
- Levantamientos semi-detallados de campo
- Elaboración de mapas y documentos de apoyo (encuestas, bases de datos...)
- Elaboración de una propuesta de zonificación territorial (incluyendo elementos de uso de suelos y potencial de uso, así como el nivel de degradación ambiental)
- Elaboración de Informe

En lo referente a la información a recopilar, es importante definir el tipo de información requerida y desestimar datos secundarios o exceso de datos socioeconómicos, cuyas fuentes pueden ser mencionadas sin mayor detalle. Es importante identificar fuentes documentales para recabar testimonios personales sobre desastres pasados, signos indicadores de terreno, toponimia. La información obtenida debe ser evaluada antes de ser utilizada, con el fin de verificar su calidad, actualidad y confiabilidad utilizando para esto análisis

comparativos, deductivos y correlaciones. En el caso de la información socioeconómica, debe cuidarse que ésta no sea muy antigua o con grandes diferencias temporales.

La identificación de las zonas de interés especial se realizará partiendo de entrevistas a las autoridades municipales y a la población, con los cuales se puede realizar talleres participativos, con el fin de obtener la información directamente de los afectados e informar a la gente sobre la naturaleza del trabajo, para romper la desconfianza y, una vez que el trabajo ha sido realizado, para informarles sobre las medidas que se pueden tomar (eventualidad de que pueda instalarse algún sistema de observación y alerta, brindar consejos prácticos para el manejo del suelo, el manejo del agua, las construcciones.). La técnica del auto-mapeo se puede utilizar en este contexto.

Se debe tener mucho cuidado para no adelantar opiniones sobre el peligro, sobre todo cuando éste parece elevado, para evitar una difusión distorsionada de la información. Estos aspectos son de gran importancia, ya que las metodologías participativas permiten involucrar a la población en las tareas de prevención y contribuyen a despertar o generar una conciencia de riesgo y prevención.

Previo al trabajo de campo, se deben analizar los mapas topográficos y las fotos aéreas de la zona, con el objetivo de identificar áreas susceptibles a inestabilidades de terrenos, a inundaciones y procesos torrenciales. Estas actividades iniciales son de gran importancia ya que proporcionan una visión general previa de la situación del área de trabajo, lo que permite ahorrar esfuerzos y dinero al enfocar el trabajo de campo en zonas preseleccionadas, en cuya selección es importante incluir a representantes de la municipalidad.

Durante el trabajo de campo se debe observar el área en detalle con el objetivo de encontrar evidencias que permitan definir límites, tipología de los fenómenos y grado de actividad en las zonas afectadas, lo cual proporcionará elementos para la evaluación del grado o nivel de peligrosidad del fenómeno, así como estimar la probabilidad relativa de ocurrencia del evento o eventos bajo estudio. El énfasis estará en las zonas de interés especial previamente identificadas, pero el recorrido debe cubrir toda la zona de estudio.

### **2.3.1.2. Evaluación del grado de amenaza o peligrosidad**

Las clases de peligrosidad que se representan en un mapa de amenaza deben permitir apreciar el riesgo que se correría en un punto del espacio si se le daría a éste un uso común. Son de especial interés las amenazas que ponen en peligro la vida humana y - aunque en menor grado - las que ponen en peligro los bienes de la comunidad (por ej. las infraestructuras importantes) y de los particulares (viviendas, animales, herramientas, mobiliario.). Debido a la concentración de vidas humanas y de bienes que implica, el principal uso del espacio que puede significar riesgos elevados es el de vivienda en asentamientos humanos (pueblos, barrios, urbanizaciones). Por consiguiente, las clases de peligrosidad deberán sobre todo permitir una apreciación del riesgo que correrían, en un lugar del mapa, las vidas humanas (al exterior y al interior de casas o edificios comunes), así como los bienes en las edificaciones

Las siguientes pautas pueden servir de referencia para establecer clases de amenaza o de peligrosidad, aunque cada tipo de amenaza pueda tener sus particularidades:

#### **Rojo:** Peligro alto

- Las personas están en peligro tanto al exterior como al interior de las viviendas o edificios
- Existe un alto peligro de destrucción repentina de viviendas y edificios.
- Los eventos se manifiestan con una intensidad relativamente débil, pero con una probabilidad de ocurrencia elevada, y las personas, en este caso, están sobre todo amenazadas al exterior de las viviendas y edificios.

La zona marcada en rojo corresponde esencialmente a una zona de prohibición.

#### **Anaranjado:** Peligro medio

- Las personas están en peligro al exterior de las viviendas o edificios, pero no o casi no al interior.
- Las viviendas y edificios pueden sufrir daños, pero no destrucción repentina, siempre y cuando su modo de construcción haya sido adaptado a las condiciones del lugar.

La zona anaranjada es esencialmente una zona de reglamentación, donde daños severos pueden reducirse con medidas de precaución apropiadas.

**Amarillo:** Peligro bajo

- El peligro para las personas es débil o inexistente.
- Las viviendas y edificios pueden sufrir daños leves, pero puede haber daños fuertes al interior de los mismos.

La zona amarilla es esencialmente una zona de sensibilización.

**Blanco:** ningún peligro conocido, o peligro despreciable según el estado de los conocimientos actuales

**2.3.1.3 Resultados esperados de la evaluación de amenazas**

Como resultado de la evaluación de amenazas (o peligros) se generan dos tipos de mapas; sin embargo, su elaboración está en función de la disponibilidad de documentos e información básica. El producto de la evaluación de amenazas deberá hacer uso de los materiales disponibles. Los mapas topográficos a escala 1: 5000 son inevitables, porque son los únicos que cubren prácticamente todo. Según la realidad nacional los mapas factibles de realizar son: Mapas de inventario de fenómenos y Mapas indicativos de amenazas o peligros

**2.3.2 Evaluación de vulnerabilidad**

La vulnerabilidad es el grado de pérdida de un elemento dado o conjunto de elementos de riesgos, como resultado de la presencia de un peligro ambiental y/o fenómeno natural de magnitud determinada

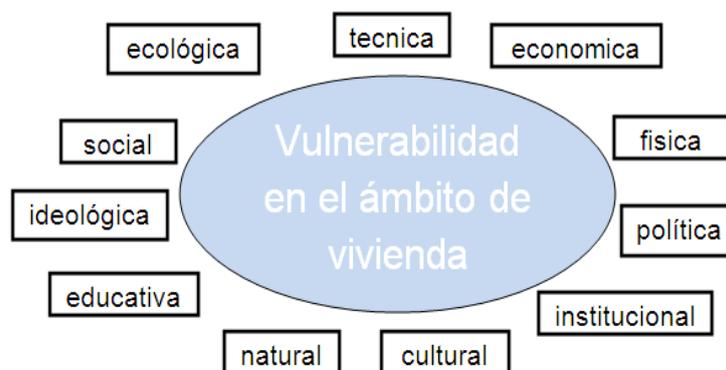


Figura 4 Clasificación de la Vulnerabilidad. Fuente: Ministerio De Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia (2005)

También se puede decir, que la vulnerabilidad, tiene directa relación con las condiciones de debilidad o fragilidad de los elementos físicos o sociales de una comunidad, que pueden resultar afectados, dañados o destruidos al desencadenarse un fenómeno natural o antrópico, considerado amenazante para dicha comunidad y se podrían mencionar los siguientes:

- Factores económicos: la pobreza es quizás la principal causa de vulnerabilidad, pero también lo es la utilización inadecuada de los recursos económicos disponibles.
- Factores físicos: relacionados con la ubicación de las poblaciones y sus infraestructuras, el nivel de exposición a los fenómenos potencialmente peligrosos y la calidad de las estructuras y su capacidad de resistencia frente al impacto del evento peligroso.
- Factores sociales: se refieren a la capacidad que tiene o no una comunidad para organizarse y la forma en que se estructura para enfrentar el riesgo.
- Factores políticos: se refiere al nivel de autonomía que posee una comunidad para tomar decisiones sobre los problemas que la afectan, así como la capacidad de negociación de la comunidad frente a los actores políticos exógenos

Por lo expuesto, podemos afirmar que un fenómeno natural se convierte en peligro cuando hay una población vulnerable expuesta a este fenómeno.

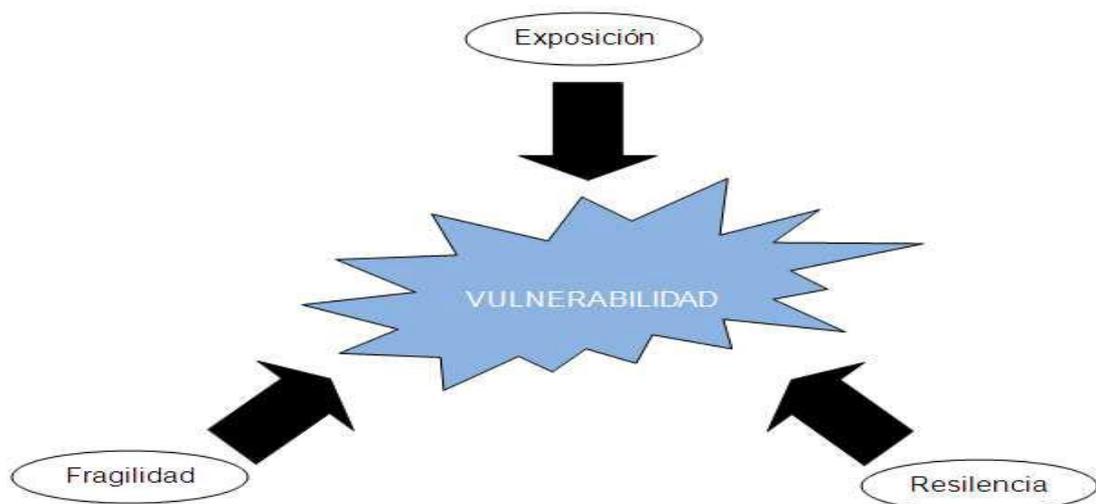


Figura 5. Factores que explican la vulnerabilidad. Fuente: Díaz L (2013)

La vulnerabilidad constituye un sistema dinámico, que surge como consecuencia de la interacción de una serie de factores y características (externas e internas) que convergen en una comunidad o área particular. A esta interacción de factores se le conoce como vulnerabilidad global. Esta vulnerabilidad global puede dividirse en varias vulnerabilidades o factores de vulnerabilidad, todos ellos relacionados entre sí: vulnerabilidad física; factores de vulnerabilidad económicos, sociales y ambientales. (Wilches-Chaux, 1993)

La vulnerabilidad física se refiere a la localización de asentamientos humanos en zonas de amenaza, como por ejemplo en las llanuras de inundación de los ríos, al borde de los cauces. La vulnerabilidad estructural se refiere a la falta de implementación de códigos de construcción y a las deficiencias estructurales de la mayor parte de las viviendas, lo que conlleva a no absorber los efectos de los fenómenos naturales; la vulnerabilidad natural se refiere a aquella que es inherente e intrínseca a todo ser vivo, tan solo por el hecho de serlo.

Los factores de vulnerabilidad económica y social se expresan en los altos niveles de desempleo, insuficiencia de ingresos, poco acceso a la salud, educación y recreación de la mayor parte de la población; además en la debilidad de las instituciones y en la falta organización y compromiso político, al interior de la comunidad o sociedad. Se ha demostrado que los sectores más pobres son los más vulnerables frente a las amenazas naturales.

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 frente a una determinada amenaza o peligro. La vulnerabilidad puede ser definida por tres niveles: baja, media y alta; también puede ser expresada como un porcentaje de elementos que pueden sufrir daño o destrucción (pérdida) sobre un total, aunque es difícil establecer una referencia de carácter absoluto. Los porcentajes pueden ser establecidos en función de las características del área, del tipo de fenómeno, de la densidad y frecuencia de ocupación humana, densidad de construcciones.

Debido a la escala de trabajo (1:2 500), no es posible realizar verdaderos mapas de vulnerabilidad, ya que estos corresponden a una fase de estudios detallados y no es del todo viable, para áreas grandes como son las de los municipios. Por ello, se recomienda introducir la variable de vulnerabilidad dentro de los mapas de

inventario o de amenaza a través de indicaciones que evidencien los elementos o grupos de elementos más vulnerables en zonas de mayor peligro. Por cuestiones de legibilidad, lo mejor es marcar la vulnerabilidad como parte de los sitios críticos, con un signo y un número que remita a una ficha.

### **2.3.3 Evaluación del riesgo**

El riesgo se define como la probabilidad de resultar afectados (daños y pérdidas) en caso de presentarse un fenómeno peligroso, en relación con la capacidad de resistencia y recuperación de los diferentes actores sociales frente a dicho fenómeno.

Los riesgos se constituyen, también, como el resultado de las prácticas ambientales de la población que generan consecuencias no controladas, ni buscadas por ellos. En las dinámicas de desarrollo de los barrios se construyen peligros, los cuales van debilitando las capacidades de las personas y sus familias, construyéndose de esta manera los riesgos

De igual manera, el riesgo es el grado esperado de pérdida de los elementos en riesgo debido a la presencia de peligros. Puede ser expresado en términos de pérdidas, personas heridas, daños materiales e interrupción de actividad económica. Podemos sintetizar lo expuesto en la siguiente fórmula:

$$\text{RIESGO} = \text{PELIGRO} \times \text{VULNERABILIDAD} \times \text{VALOR DE LAS PERDIDAS}$$

Está muy difundida la idea según la cual los desastres, en buena media, son culpa de la gente expuesta a la vulnerabilidad, riesgo y peligro. Es decir, se tiende a desconocer que estas poblaciones están expuestas a la vulnerabilidad por múltiples razones, como veremos más adelante, reduciendo la explicación a que por “ignorancia” o desidia, la gente no se cuida.

Pero además, hay la inclinación por asumir que esta gente, dada su “inconciencia”, no está en la capacidad de hacer nada frente a una amenaza de desastre. Por el contrario, el imaginario común, estas personas aparecen como poco colaboradoras; sin capacidad de actuar autónomamente; como un estorbo en las medidas de prevención y emergencia. En el fondo prevalece la idea de ver a estas poblaciones como víctimas de las circunstancias. Es decir, son culpables y víctimas a la vez.

Puede que muchos de estos supuestos sean parte de la realidad; pero es una versión parcial, muchas veces motivada por una visión pesimista de las capacidades de las poblaciones pobres para hacer frente a las adversidades. Se tiende así a descalificar las ideas, intereses, prácticas y aspiraciones de estas poblaciones, bajo el supuesto que su condición de pobreza material las condena a la inacción y a la recurrencia de conductas riesgosas.

Tal vez, la base del problema de esta versión pesimista de las capacidades para enfrentar la adversidad que supone la vulnerabilidad y el riesgo ante los desastres, está en que, por lo general, quienes se “hacen cargo” de esta problemática, se auto califican como profesionales técnicos, expertos en desastres, portadores de la solución. Desde esta postura, los “otros”, los afectados, “no saben”, por eso están en esa situación de vulnerabilidad y peligro permanente.

Ante esto, afirmamos que hacer frente al riesgo, la vulnerabilidad y el peligro ante a los desastres, no es cuestión sólo de “especialistas”, o en el mejor de los casos, de que la población participe ocasionalmente como “mano de obra”. Se trata más bien de impulsar la participación ciudadana; es decir, de reconocer, social y políticamente, de que todas las personas, especialmente las más vulnerables, tienen derecho a construir su bienestar, su calidad de vida, y sobre todo a aumentar sus capacidades de controlar los riesgos

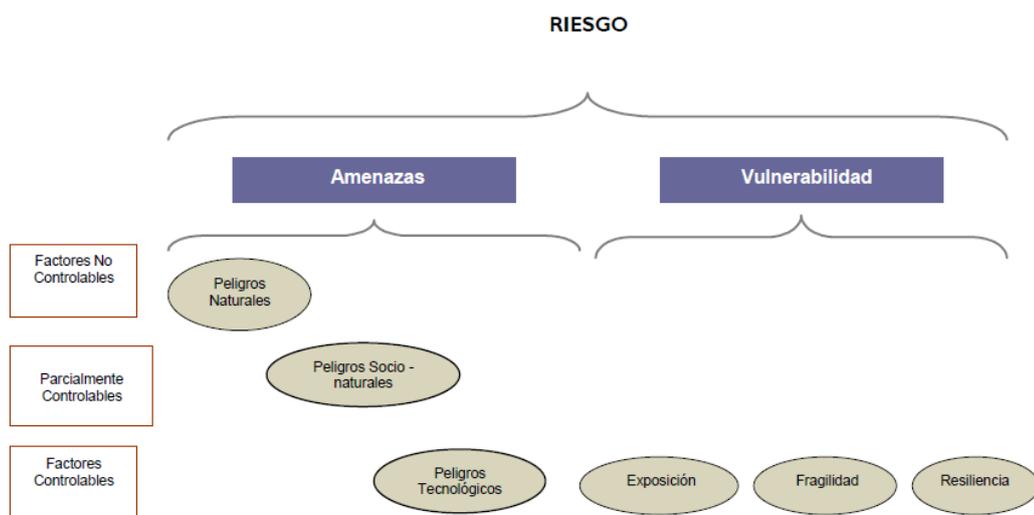


Figura. 6 Elementos controlables y no controlables del riesgo. Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas (2005)

Para realizar análisis de riesgos, las evaluaciones de amenazas y vulnerabilidades son el primer paso. Las evaluaciones de riesgo pueden elaborarse a partir de una apreciación relativa del nivel de amenaza, de las indicaciones relativas a la vulnerabilidad global, y de la frecuencia de los fenómenos, mostrando una zonificación donde se indique el grado o nivel de amenaza y se le correlacione con el nivel de concentración de población y de inversiones o infraestructura.

Con los recursos existentes y la escala de trabajo, no puede realizarse un mapa de riesgo propiamente dicho, pero sí pueden elaborarse mapas indicativos de amenazas con calificaciones de riesgo relativo. En particular, se puede llamar la atención sobre la existencia de lugares de alto riesgo mediante la representación de sitios críticos.

La evaluación de riesgos comprende un análisis de probabilidades que ocurra un desastre conocido con determinada intensidad en cada zona evaluada y las pérdidas tanto físicas como funcionales que se espera que resulten de cada elemento en peligro (análisis de vulnerabilidad) en cada zona evaluada causado por el impacto de los desastres. Así mismo es presentada a través del mapa de riesgo, que es la presentación de los resultados de la valoración de riesgos en forma de mapa, el cual muestra los niveles de las pérdidas que pueden anticiparse en un área específica durante un periodo de tiempo determinado, como resultado del riesgo de desastre.

Esta es un proceso de determinar la naturaleza y la dimensión de las pérdidas debido a los desastres en un área territorial y tiempo determinados. La evaluación de riesgos comprende un análisis de probabilidades que ocurra un desastre conocido con determinada intensidad en cada zona evaluada y las pérdidas tanto físicas como funcionales que se espera que resulten de cada elemento en peligro (análisis de vulnerabilidad) en cada zona evaluada causado por el impacto de los desastres.

#### **2.4. Metodología utilizada en la presente investigación**

A continuación se describe, cada una de las actividades, las cuales engloban la utilización de métodos y técnicas, que conllevarán a la ejecución de esta investigación, y que permita cumplir con los objetivos establecidos; para tal efecto,

el mismo va a ser dividido en las siguientes fases o etapas, entre las cuales se tiene:

### **Fase I.- Revisiones bibliográficas y de antecedentes**

En esta primera fase y de gran importancia, permite conocer todos los estudios previos de interés que pudieran existir sobre el área, así como toda la documentación cartográfica disponible. Su importancia radica especialmente en que la naturaleza y calidad de la información y documentación existente puede ser determinante en la metodología a aplicar en el estudio y de la necesidad y/o intensidad de este.

Se inicia con una revisión bibliográfica y de antecedentes, en esta oportunidad se tuvo la necesidad de realizar la búsqueda y recopilación de información, como estudios anteriores de la temática, así mismo la compilación de la hoja catastral Maracaibo Norte a escala 1:25.000, por parte del Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar, imágenes satelitales suministrada por la Sasplanet versión 13, Global Mapper versión 15.2, los raster y Arcgis 10.1 todo esto con la finalidad de analizar e interpretar la información obtenida y de esta manera elaborar fichas de información técnica y bases de datos.

Una vez cumplido lo anterior expuesto, se visitó a la comunidad como complemento a la fase I de la investigación, y se establecen contactos con sus habitantes a través de dos mesas de trabajo realizados los días martes 14 de junio, jueves 30 de junio y viernes 15 de julio del año 2.012, en la cancha de Usos Múltiples del sector Dos del barrio Pradera Alta, casa comunal del sector cuatro del barrio 19 de Abril, para conocer el Diagnostico de la comunidad y la vinculación con los actores involucrados, e identificar las principales necesidades o problemas de los afectados ( Foto 1).



Foto 1. Mesas de trabajo con la comunidad de Pradera Alta  
Fuente Díaz L (2012)

Dentro de este mismo contexto, se aplicaron varios conversatorios (Dialogo participativo), con entrevistas no estructuradas a personas de la comunidad del barrio Pradera Alta sector 2 con la idea de levantar la información histórica acerca de los eventos ocurridos en el área o sus alrededores. Finalmente se realizó una asamblea participativa para informar a la comunidad en general y establecer estrategias para el apoyo técnico-logístico e integración de esta con instituciones gubernamentales para la ejecución de la indagación pertinente. (Foto 2).



Foto 2. Entrevista con la comunidad  
Fuente: Díaz L (2012)

## **Fase II.- Diagnostico de la localidad de interés geológica**

Una vez cumplido la fase anterior, se hizo un recorrido por la comunidad para observar sus necesidades y problemas existentes a través de la información

directa del escenario, para su evaluación previa, a través de un diagnóstico y levantamiento preliminar de campo. Así mismo se realizó un censo socio-económico (Anexo 1) y se evaluó la infraestructura correspondiente al área de estudio con la inspección visual de las construcciones existentes, con entrevista no estructurada y lista de cotejo, tomas de fotografías y coordenadas geográficas, entre otros (Foto 3, 4). De igual manera se realizó un formato de inventario de riesgos naturales. (Anexo 2), donde se utilizaron criterios sobre la Geología Geomorfología, Hidrología, Suelo y Vegetación para el área de inundaciones y crecidas.



Foto 3. Censo Socio-económico Pradera Alta sector 2  
Fuente; Díaz L (2012)



Foto 4. Evaluacion de las Infraestructuras de la comunidad Pradera Alta sector 2  
Fuente: Diaz L (2012)

Posteriormente se realizó un método de levantamiento geológico-geotécnico para evaluar las condiciones de los terrenos, se desarrolló la apertura de seis (06) calicatas (Foto 5) cumpliendo con la normativas exigidas por la Sociedad de

Geotecnista de Venezuela (S.G.V.) en las avenidas 76D, 77 y 81, así como las calles 99J, 99G y 99N respectivamente, en las cuales se hicieron tomas de muestras de suelos (Foto 6) y una interpretación descriptiva de las unidades litológicas.



Foto 5 .Apertura de la Calicatas en las avenidas y calles de la comunidad  
Fuente: Díaz L (2012)



Foto 6 Toma de muestra de las calicatas realizadas en la comunidad  
Fuente: Díaz L (2012)

Además, se realizó un sondeo eléctrico vertical (S.E.V.) en la avenida 77 con calle 99K de la comunidad Pradera Alta sector 2, aplicando el “Método Schlumberger” para la prospección y exploración del subsuelo, utilizando para las mediciones un georesistímetro marca PASI, modelo E2 DIGIT, el estudio geoelectrico tuvo la finalidad de detectar la presencia de lentes acuíferas, su profundidad y espesor de los niveles de suelos (Foto 7)



Foto 7 Georesistivímetro marca PASI, modelo E2 DIGIT  
Fuente: Díaz L (2013)

La elección del sitio fue decidida en función del lugar de mayor interés para las investigaciones geológicas que se están desarrollando en el área y de las condiciones logísticas de accesibilidad. Por estas razones y por los objetivos que se quieren alcanzar en este trabajo, se decidió ubicar el sondeo en la zona (Foto 8); más detalles de las ubicaciones de los S.E.V. se pueden obtener en la tabla 2.

Tabla 2. Ubicación del S.E.V. y delimitación del área de estudio.

| <b>SONDEO</b>                                 | <b>UBICACIÓN O REFERENCIA</b>   | <b>Coordenadas UTM del centro de simetría</b> | <b>Coordenadas Geográficas del centro de simetría</b> |
|---|---|---|---|
| <b>Pradera Alta</b><br>Cota 47 m.<br>(s.n.m.) | A lo largo de la Avenida 77 esquina calle 99 k-2<br>(ver fig.1A y 1B y foto 1). | N: 1.175.673<br>E: 0.206.207                  | N: 10.62397922574543<br>E: -71.68506292246357         |

Fuente: Malandrino G (2012)



Foto 8. Ubicación de S.E.V en la comunidad Pradera Alta sector 2. Fuente Díaz L (2012)

Los resultados se han obtenido utilizando el programa de computación S.E.V. 2.0 de la Compañía Italiana “NUOVA INDACO” y distribuido por la Compañía PASI GEOSOFT de Turín, Italia. El manejo del programa consiste en sobre imponer a las datas de campo medidas e idóneamente corregidas, una curva matemática que posee el programa de interpretación con el fin de determinar la secuencia electroestratigráfica indicada en la misma figura, para posteriormente definir los litotipos (tipos de materiales) y condiciones probables en que se encuentra el subsuelo.

### **Fase III.- Ensayos de laboratorios:**

En esta fase se aplicó los ensayos de laboratorio de la muestras de suelos tomadas en la etapa anterior, estos se rigen por las metodologías de ejecución, control y criterios de calidad establecidos en las Normas COVENIN, A.S.T.M. y A.A.S.H.T.O, y los lineamientos establecidos por el Colegio de Ingenieros de Venezuela (C.I.V.) y la Sociedad de Geotecnista de Venezuela (S.G.V.), y los mismos permitió dar a conocer las características físicas y mecánicas del suelo, así como la composición de los elementos en las capas de profundidad colectadas. Dentro de los ensayos aplicados solo se realizó la descripción e identificación de suelos y la humedad relativa (Procedimiento visual y manual), tomando como referencia el manual de ensayos de suelos del Laboratorio Fundalanavial y Geotecnia c.a. (Foto 9)



Foto 9. Muestra para el análisis mineralógico  
Fuente: Díaz L (2012)

#### Fase IV.- Procesamiento de la información:

En esta fase, se procesa e interpreta la información de las etapas anteriores, que permitió delimitar lo más preciso posible el fenómeno de inundación, que afectan la zona de estudio, así como el grado o nivel de amenazas y vulnerabilidad de los diferentes fenómenos identificados y su evolución a través del tiempo. Las mismas se digitalizaron, para bajar los mapas georeferenciados y de alta resolución se utilizó Sasplanet versión 13 (Imagen 1), para bajar la data de las curvas de nivel (Imagen 2) y los raster (perfil) se utilizó Global Mapper versión 15.2, y utilizando el programa ArGIS, versión 10.1 para las imágenes y los SHP (shapelife) con los cuales se diseñaron los mapas.

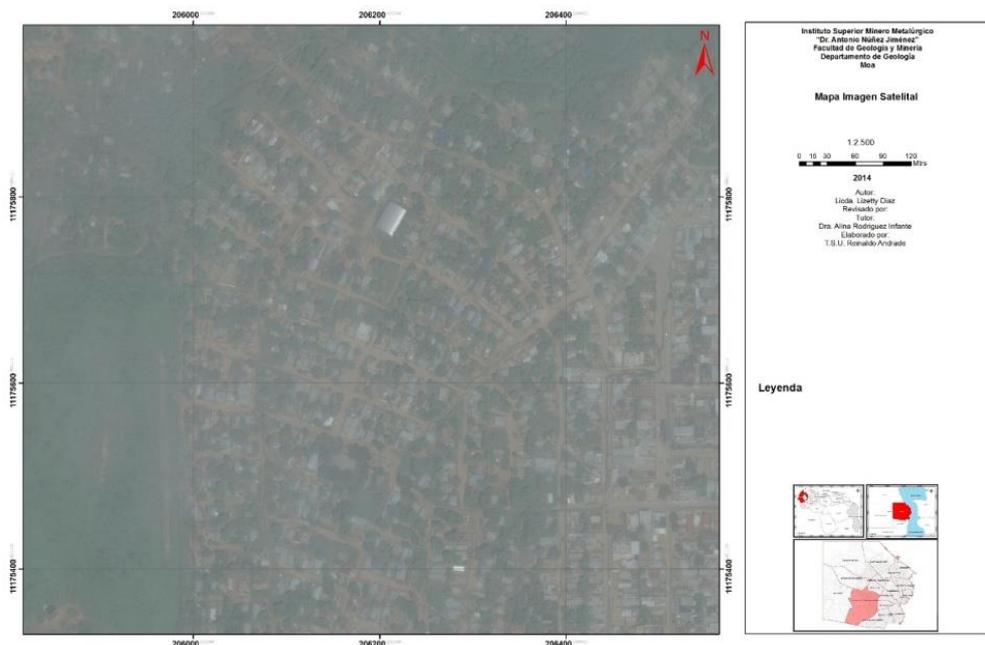


Imagen 1. Mapa georeferenciado de la Comunidad Pradera Alta sector 2  
Fuente: Andrade R, Díaz L (2014)

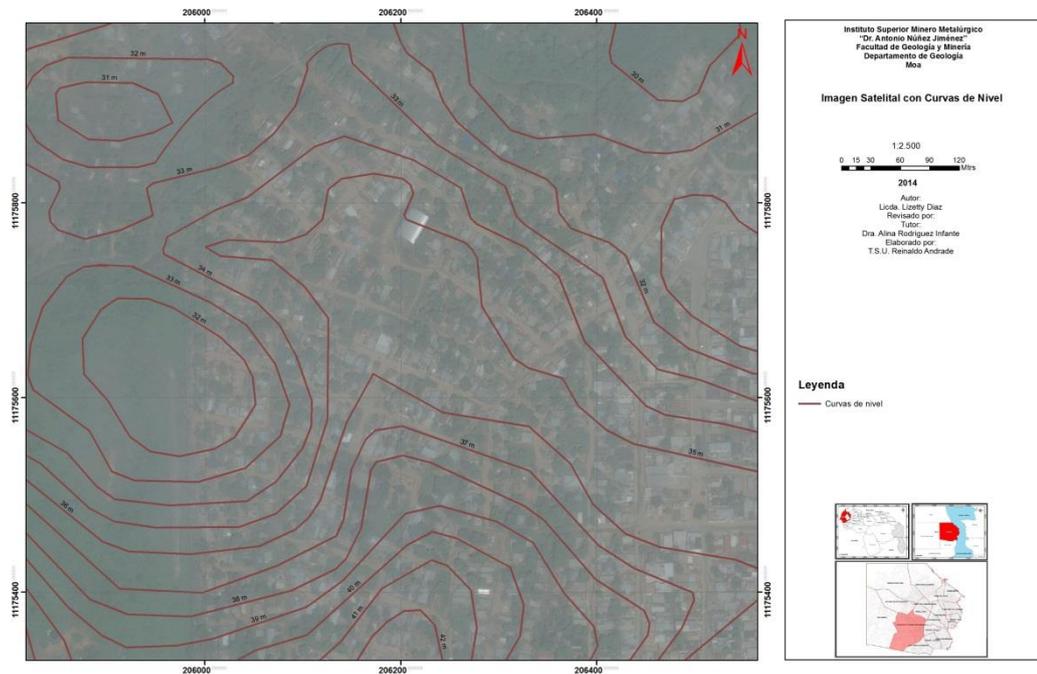


Imagen 2. Curvas de Niveles.  
Fuente: Andrade R, Díaz L (2014)

## 2.5 Conclusiones

En este capítulo se llega a la conclusión que con toda la información recabada y determinar una metodología adecuada para el procesamiento del análisis de los resultados, se obtuvo que importante la recopilación de la información y de los mapas existentes para realizar un estudio a detalle. De igual manera fue necesario el uso de un sondeo eléctrico vertical para saber cómo se encuentran los niveles de capa en subsuelo y la elaboración de las calicatas para determinar la composición mineralógica de la zona de estudio y por ultimo cuales fueron los programas utilizados para diseñar los mapas correspondientes.

## **CAPÍTULO III – ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS**

### **3.1 Introducción**

### **3.2 Diagnostico de las áreas de amenazas y vulnerabilidad de la comunidad Pradera Alta sector 2, Municipio Maracaibo**

### **3.3 Caracterización de los factores geológicos que intervienen en la ocurrencia de inundaciones en el área de estudio**

#### **3.3.1 Suelos**

#### **3.3.2 Geomorfología**

#### **3.3.3 Hidrología**

### **3.4 Evaluación de riesgo por inundaciones**

### **3.5 Conclusiones**

### **3.1 Introducción**

En este capítulo se presentan los resultados en la evaluación de riesgo por inundación obtenidos mediante el análisis cualitativo de la información obtenida durante el levantamiento sistemático y observaciones directas en las áreas correspondientes a la comunidad Pradera Alta sector 2, Parroquia Francisco Eugenio Bustamante, Municipio Maracaibo, Estado Zulia.

### **3.2 Diagnóstico de las áreas de amenazas y vulnerabilidad de la comunidad Pradera Alta sector 2, Municipio Maracaibo**

La comunidad Pradera sector 2 de la comunidad Pradera Alta, se encuentra compuesto por 23 manzanas, en donde se determinaran los sectores que se encuentran en amenaza o peligrosidad por inundacion. (Imagen 3).

Esta investigación se basó en un análisis cualitativo, a través de un levantamiento sistemático y observaciones directas en las áreas correspondiente a la comunidad del Barrio Pradera Alta, sector 2, Parroquia Francisco Eugenio Bustamante Municipio Maracaibo, Estado Zulia; basados en indicios y evidencias que permitió definir límites, tipología de los fenómenos y grado de actividad en las zonas afectadas, lo cual proporcionará elementos para la evaluación del grado o nivel de amenazas y vulnerabilidad, así como los factores que afectan el área, dando como resultado que el principal problema que afecta a la comunidad, es que la misma se encuentran en áreas anegadiza o inundaciones reteniendo altos niveles de humedad como consecuencia al proceso de flujo de escorrentía superficial que debilita a los mismo observándose en las cotas más bajas del sector.

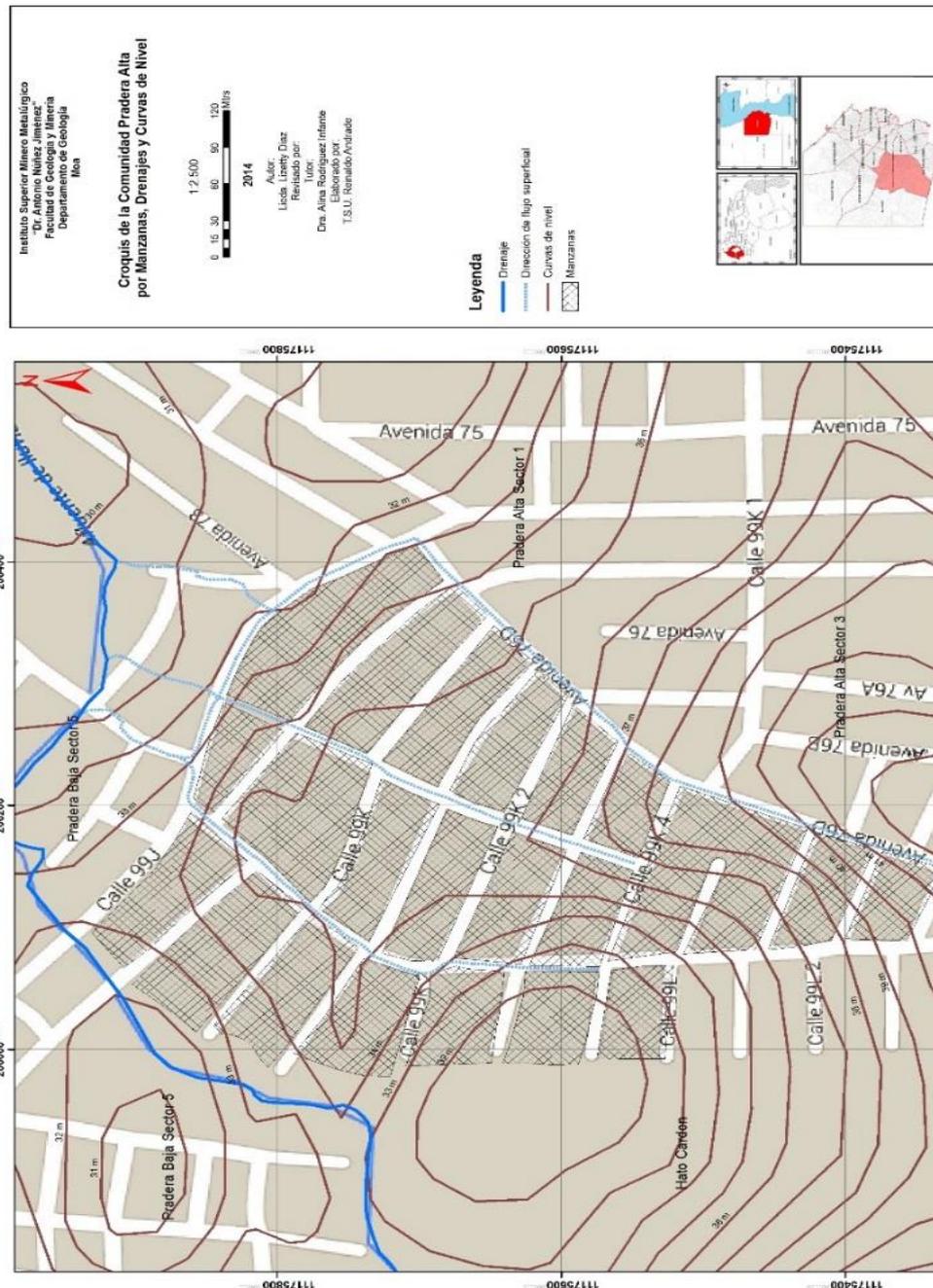


Imagen 3. Croquis de la Comunidad Pradera Alta sector 2 por Manzanas, Drenaje y Curvas de Nivel. Fuente: Andrade R, Díaz L (2014)

Es por ello, que al realizarse el diagnóstico a través de técnicas y herramientas aplicadas en la ejecución de la investigación, se engloban en las actividades que conllevaron a la aplicación del análisis cualitativo, por medio de un levantamiento sistemático y observaciones directas, encuestas y entrevistas (Mesas de trabajos) en las áreas correspondiente a amenazas y vulnerabilidad de la comunidad, en estas mesas de trabajo se notificaba a la colectividad de acuerdo a la supervisión desarrollada cual era el área más afectada a inundaciones, por lo que, de acuerdo a los resultados obtenidos se plantearán

soluciones a la comunidad, a instituciones públicas y privadas encargadas de planificar, dirigir y ejecutar, todas las actividades relacionadas con la planificación y conservación del catastro en el ámbito territorial de los municipios, para estudios de gestión y ordenamiento ambiental y del territorio, y sobre los diseños y construcción de obras ingenieriles, a fines de mejorar la gestión en el ámbito territorial.

Así mismo, de la evaluación realizada a la zona de estudio, se determinó que:

- Las manzanas que se encuentran cercanas al drenaje principal, están afectadas por la anegación de los suelos (áreas con suelos reteniendo altos niveles de humedad) y cotas de máxima inundación marcadas en algunas viviendas.
- Según algunas personas del Barrio Pradera Alta, sector 2, hay sectores donde el nivel freático se encuentra menos de un metro, y esto debido al elevado grado de saturación de los suelos.
- Se observa en algunas calles y avenidas erosión menor a moderada y desarrollos de algunos surcos.
- Los suelos en algunos sectores presentan un grado elevado de descomposición, ya que se observa presencia de materia orgánica de olor fétido, como consecuencia a la concentración de las aguas residuales.
- Vegetación en deterioro físico y existencia de áreas con abundancia relativa de agua.
- Escombros y basura (desechos y residuos sólidos) en calles y avenidas y en el drenaje principal, esto es por inconsciencias de las personas que habitan en la comunidad y por la ausencia de un sistema de recolección continuo en el sector.
- Viviendas y otras construcciones con fracturas en sus bases, pisos y paredes.
- Ausencia de un acueducto para aguas residuales, entre otras

### **3.3 Caracterización de los factores geológicos que intervienen en la ocurrencia de inundaciones en el área de estudio**

Los métodos de investigación aplicados han permitido la caracterización de todas las variables geológicas que intervienen en la ocurrencia de las inundaciones en el área estudiada. A continuación serán analizadas cada una de ella.

### **3.3.1 Suelos**

La caracterización de los suelos se realizó a través de las calicatas y el sondeo eléctrico vertical (SEV).

Los resultados obtenidos en las muestras tomadas y analizadas en laboratorio para obtener las propiedades físico-mecánicas de los suelos presentan las siguientes características:

#### Calicata 1

Comunidad Pradera Alta sector 2

Horizonte 1. Espesor 14 cm

Arena de grano medio a fino de color rojo oscuro, muy húmedo con bajo índice de plasticidad, sin presencia de raíces o humus

Horizonte 2. Espesor 70 cm

Arena de grano fino, arcillo-limosa de color rojo de media a alta plasticidad, húmeda, sin presencia de raíces

#### Calicata 2

Comunidad Pradera Alta sector 2

Horizonte 1. Espesor 13 cm

Arena de grano muy fino de color rojo oscuro con baja plasticidad, sin contenido de arcilla, un poco húmeda, sin presencia de materia orgánica

Horizonte 2. Espesor 78 cm

Arena fina limosa de color beige claro, semihúmeda, compactada, con un índice de plasticidad baja.

#### Calicata 3

Comunidad Pradera Alta sector 2

Horizonte 1. Espesor 20 cm

Arena de grano fino a muy fino, de color beige, semihúmeda, con baja plasticidad. Sin presencia de raíces

Horizonte 2. Espesor 90 cm

Arena de grano medio a fino, de color beige, con un índice de plasticidad medio, escasa humedad

Es importante resaltar que en la zona donde se presenta el mayor riesgo, no se tomó muestras de suelo al noroeste del área de estudio debido a que hay muchos desechos sólidos y el suelo está muy alterado por la descomposición biológica del mismo.

Los resultados obtenidos con la aplicación del SEV se muestran en la tabla 3, y en la figura 7.

Según los métodos aplicados la primera capa, que tiene espesor y profundidad de 1,1 m está constituida de arena con mediana resistividad, indicando que se encuentra seco y sin arcillas. Debajo de esta capa, y con un espesor de 15,9 m se encuentra una capa completamente arcillosa la cual tiene una resistividad extrema de 1,4 ohm x m. Sigue una tercera capa de alternancia de arenas acuíferas con capas intercaladas de arcilla con un espesor total de 16,4 m y hasta la profundidad de 33,4 m. La cuarta capa está constituida probablemente por una arena bien compactada debido al alto valor de resistividad aparente interpretado (336,9 ohm x m).

Hay que recordar que, desde el punto de vista geológico, los terrenos estudiados corresponden a la formación El Milagro, la cual tiene lateralmente muchas variaciones litológicas. La capa superficial es fácilmente saturable ya que tiene poco más de un metro de espesor y profundidad, alcanzando esta la capa arcillosa impermeable que no permite su drenaje. Este factor causa inundaciones en áreas topográficamente deprimidas del sector 2 de Pradera Alta durante los periodos de lluvia. El acuífero que se encuentra debajo de la capa arcillosa no interfiere localmente con la problemática de la comunidad, la cual se ve afectada únicamente por la falta del drenaje superficial y por la topografía donde las comunidades se encuentran ubicadas. La descarga de fluidos, como por ejemplo las aguas negras en el subsuelo a través de pozos sépticos, ubicados en áreas topográficamente más altas, razón suficiente para crear una escorrentía internamente en la capa superficial y manifestarse permanentemente en las zonas topográficamente más bajas. Como solución al problema se puede sugerir la realización de una red de cloacas canalizadas hacia el sector La Chamarreta con dirección paralela al sistema natural de drenaje superficial que se observa en el territorio (disposición del canal natural).

Tabla 3. Profundidades del S.E.V

| <b>Sondeo Eléctrico Vertical: Pradera Alta</b>                       |          |          |        |                                |           |        |           |
|--|----------|----------|--------|--------------------------------|-----------|--------|-----------|
| <b>Contratante</b> : Consejo Comunal Pradera Alta Sector 2           |          |          |        | <b>Fecha</b> : 09-06-2012      |           |        |           |
| <b>Ubicación</b> : Barrio Pradera Alta - Avenida 77 con calle 99 k-2 |          |          |        | <b>Orientación</b> : Norte-Sur |           |        |           |
| <b>Operador</b> : I.U.T de Maracaibo Ing. Giuseppe Malandrino        |          |          |        | <b>Cota s.n.m.</b> :           |           |        |           |
| Medición   | AB/2 (m) | MN/2 (m) | I (mA) | V (mV)                         | P.s. (mV) | K      | r (Ohm*m) |
| 1  | 1,00     | 0,25     | 11,5   | 307,6                          | 0,0       | 5,8    | 157,5     |
| 2  | 1,50     | 0,25     | 16,5   | 107,9                          | 0,0       | 13,7   | 89,8      |
| 3  | 2,00     | 0,25     | 15,1   | 39,7                           | 0,0       | 24,7   | 65,0      |
| 4  | 3,00     | 0,25     | 15,0   | 10,2                           | 0,0       | 56,1   | 38,1      |
| 5  | 3,00     | 0,75     | 12,9   | 28,2                           | 0,0       | 17,6   | 38,6      |
| 6  | 4,00     | 0,75     | 15,9   | 13,5                           | 0,0       | 32,3   | 27,4      |
| 7  | 5,00     | 0,75     | 14,9   | 6,1                            | 0,0       | 51,1   | 20,9      |
| 8  | 7,00     | 0,75     | 12,3   | 2,0                            | 0,0       | 101,4  | 16,4      |
| 9  | 8,00     | 0,75     | 14,4   | 1,5                            | 0,0       | 132,8  | 13,8      |
| 10   | 10,00    | 0,75     | 13,9   | 0,7                            | 0,0       | 208,2  | 10,4      |
| 11   | 10,00    | 2,50     | 10,7   | 1,9                            | 0,0       | 58,9   | 10,4      |
| 12   | 12,00    | 2,50     | 11,3   | 1,2                            | 0,0       | 86,5   | 9,1       |
| 13   | 15,00    | 2,50     | 21,6   | 1,2                            | 0,0       | 137,4  | 7,6       |
| 14   | 20,00    | 2,50     | 26,1   | 0,7                            | 0,0       | 247,4  | 6,6       |
| 15   | 25,00    | 2,50     | 18,6   | 0,3                            | 0,0       | 388,7  | 6,2       |
| 16   | 30,00    | 2,50     | 28,0   | 0,3                            | 0,0       | 561,5  | 6,0       |
| 17   | 30,00    | 7,50     | 21,0   | 0,7                            | 0,0       | 176,7  | 5,8       |
| 18   | 40,00    | 7,50     | 22,0   | 0,4                            | 0,0       | 323,3  | 5,8       |
| 19   | 50,00    | 7,50     | 30,0   | 0,4                            | 0,0       | 511,8  | 6,8       |
| 20   | 60,00    | 7,50     | 31,9   | 0,3                            | 0,0       | 742,2  | 6,9       |
| 21   | 70,00    | 7,50     | 37,7   | 0,3                            | 0,0       | 1014,4 | 8,0       |
| 22   | 80,00    | 7,50     | 102,3  | 0,7                            | 0,0       | 1328,6 | 9,0       |
| 23   | 100,00   | 7,50     | 160,5  | 0,8                            | 0,0       | 2082,6 | 10,3      |

Fuente: Malandrino G (2012)

**Sondeo Eléctrico Vertical: Pradera Alta**  
**Secuencia Electroestratigráfica Interpretada**

| Capa n. | Profond. (m) | Espesor (m) | Resistiv. (Ohm·m) | Litotipo Probable                                  |
|---------|--------------|-------------|-------------------|--|
| 1       | 1,1          | 1,1         | 150,6             | Arena superficial                                  |
| 2       | 17,0         | 15,9        | 1,4               | Arcilla  |
| 3       | 33,4         | 16,4        | 56,7              | Alternancia de Arena acuífera con capas de arcilla |
| 4       | Indefinida   | Indefinido  | 336,9             | Arena bien compactada                              |

**Interpretación de la Curva Teórica y Capas (línea quebrada)**

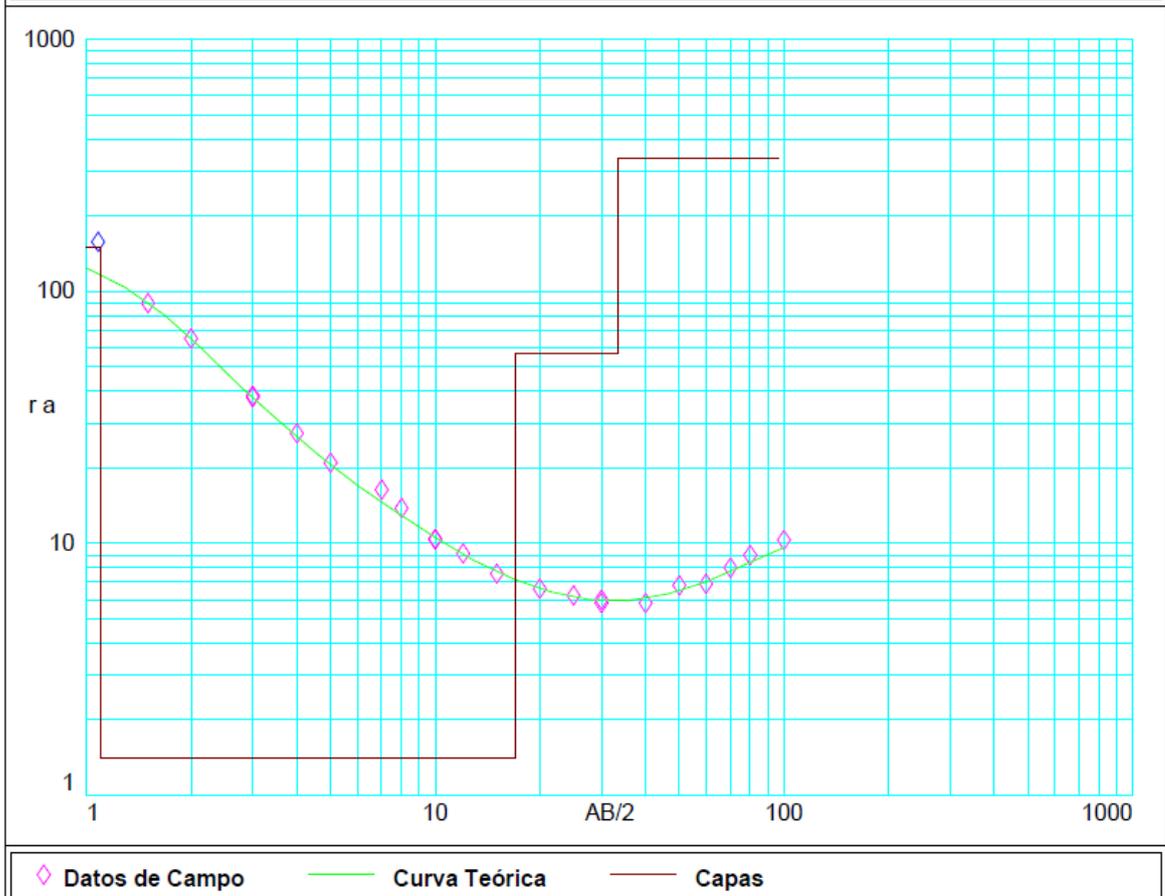


Figura 7. Sondeo e Interpretación de la Curva y capas. Fuente: Malandrino G (2012)

Los suelos de la comunidad están compuestos por depósitos heterogéneos no consolidados ya que estos se encuentran mezclados con material de arrastre que trae consigo el agua superficial, depositándolo sobre el suelo in situ desarrollado sobre la formación El Milagro, dependiendo al periodo de precipitaciones, estos materiales son transportados a las áreas planas de la comunidad, las cuales son erosionables por los flujos torrenciales y superficiales. (Foto 10)



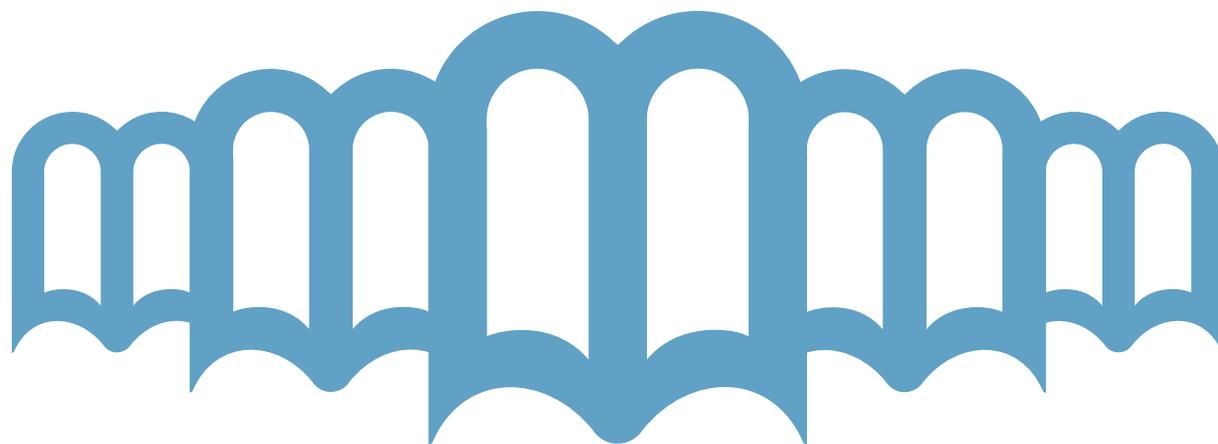
Foto 10. Suelo heterogéneo no consolidado. Fuente: Diaz L (2012)

El suelo de la comunidad Pradera Alta sector 2 posee un suelo de textura media, con predominio de arcilla y agrietados durante la estación seca. A su vez presentan un escaso desarrollo, al estar sometidos a la remoción natural de los horizontes superficiales, los cuales son delgados y susceptibles a los problemas de erosión por la deforestación del área.

### **3.3.2 Geomorfología**

El relieve es poco accidentado a ondulado presentando pendientes bajas orientadas al noroeste, encontrándose las mayores inclinaciones del terreno hacia el sureste. Las áreas más aplanadas se encuentran ubicadas a lo largo del drenaje natural que limita al noreste de la comunidad, observándose llanuras de inundación, áreas anegadizas, erosión moderada y surcos, socavamiento y pequeños deslizamientos menores cerca del drenaje. (Foto 11).

TESIS



**EVALUACIÓN DE RIESGOS POR  
INUNDACIONES DE LA COMUNIDAD  
PRADERA ALTA SECTOR 2,  
MUNICIPIO MARACAIBO**

Lizetty Díaz



Foto 11. Áreas planas de la zona de estudio y socavamiento en el sitio

Fuente: Díaz L (2012)

Los aspectos geomorfológicos del área de estudio, describen las formas, así como los procesos erosivos que en la actualidad modifican el relieve, considerando su magnitud e intensidad. Al final de esta caracterización, se presenta una matriz donde se evalúan cada una de los rasgos geomorfológicos identificados y las actuales acciones erosivas que las afectan. En esta sección se proporciona una visión aproximada de los tipos de acciones erosivas identificando sus magnitudes e intensidades. Estas acciones están vinculadas a factores litológicos, hidrológicos y climáticos inherentes a la morfología del área, identificándose algunos procesos tales como: socavamiento o erosión moderada, llanuras de inundaciones, escurrimiento difuso o superficial, surcos, pequeños deslizamientos menores y áreas anegadizas estos representándose en el mapa geomorfológico

Este mapa geomorfológico de la comunidad Pradera Alta sector 2, presenta algunos rasgos característicos como: llanuras de inundación, las cuales se desarrollan en las partes más baja o menos inclinada del área (noroeste),

cubiertas por sedimentos arrastrados por el drenaje y que generalmente se encuentran inundadas o se inundan en periodos de lluvias, este tipo de terreno con esta característica se extiende prácticamente por toda la superficie de la zona de estudio, la cual es el área más crítica. También se pueden observar áreas anegadizas las que se ubican a la margen de cauce principal y hacia al noroeste de la comunidad Pradera Alta sector 2, estas planicies anegadizas son áreas, donde se encuentran las cotas más bajas y en que la cubierta de vegetación natural es poca debido al elevado nivel freático evitando el crecimiento de árboles.

Otro rasgo o proceso geomorfológico observado es el socavamiento o erosión moderada, donde estas acciones erosivas que realizan las corrientes de las vías de agua, en donde sus efectos más notorios es durante las crecientes en los periodos de precipitaciones en el área y que estos se manifiestan en los cauces principales que son más vulnerables a la acción de las corrientes sobrecargadas de sedimentos finos y gruesos durante las épocas de inundación. La erosión del drenaje de la comunidad se produce a lo largo de todo el borde de este, mientras que los socavamientos propiamente dichos, son más activos en los sectores cóncavos del cauce, ambas acciones producen el ensanchamiento de este, estos se encuentran a lo largo del curso del drenaje del sector estudiado.

De igual manera, los surcos son uno de los procesos erosivos que se producen en la comunidad Pradera Alta sector 2 debido a que cuando las aguas de precipitación excavan en el suelo los canales de drenaje más o menos definidos de dimensiones variadas, desarrollándose estas sobre todo en zonas que han perdido su cobertura vegetal, esta se encuentra en las orillas del drenaje principal de la comunidad. Así mismo, se encuentran los escurrimientos superficiales en donde la acción erosiva del agua proveniente de las lluvias en su descenso por las laderas del drenaje principal y por algunas calles y avenidas de la comunidad se presenta de manera difusa, debido a que cuando la lluvia cae e inicia un lento descenso por la superficie se forman estas aguas superficiales, todo esto porque el terreno tiene poca pendiente, es permeable y con poca vegetación, este escurrimiento se encuentra compuesto por algunos hilos de agua que discurren cruzándose constantemente sin provocar cambios erosivos, estos drenajes intermitente se encuentran ubicados hacia el nor-noroeste y sureste de la comunidad Pradera Alta sector 2. (Imagen 4)

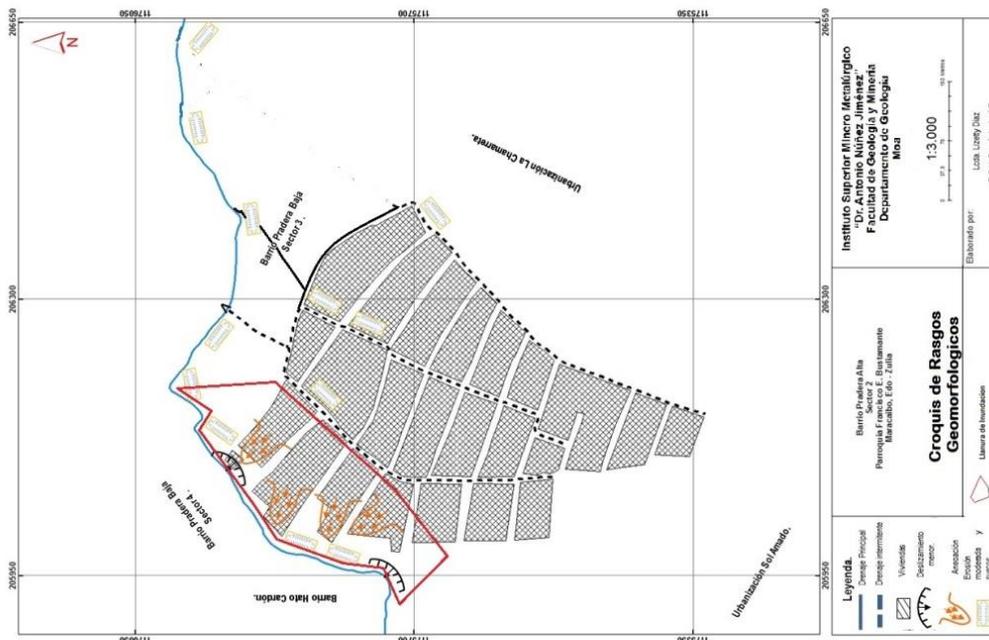


Imagen 4. Mapa Geomorfológico de la zona de estudio  
Fuente: Boscan J, Díaz L (2012)

De igual modo, predomina un clima cálido seco, se caracteriza por ser árido y semiárido, presentando elevadas temperaturas durante todo el año, fuerte evaporación y escasas precipitaciones. La temperatura promedio oscila entre 35° y 38° C; las lluvias oscilan entre 200 y 600 mm anual.

Todo esto conlleva a que el uso irracional de los suelos, magnificados por la intervención inadecuada de las personas, ha llevado a importantes situaciones de inestabilidades, y la intervención del hombre en los procesos de orden natural

como el desvío y rellenos de los cauces de los ríos, quebradas y canales, la remoción de la capa superficial y modificación topográfica ha ocasionado muchas veces daños irreparables, y que influyen de esta manera a la comunidad que se ven afectados por la acción de los procesos riesgosos de orden natural e inducido. Pradera Alta formaba parte de granjas o hatos abandonados por sus dueños, en estas existían jagüey y estos fueron rellenos con escombros, sobre el cual se han hechos construcciones, esto según los testimonios de los habitantes de dicha comunidad. Esta razón motivo a un grupo de personas a tomar las tierras con el propósito de construir sus viviendas, ya que carecían de estas. Sin embargo, hasta los momentos en la comunidad no han sido consolidados los servicios públicos básicos, solo cuentan con la prestación del servicio de electricidad, y la disponibilidad del agua potable es a través de tomas de tuberías clandestinas.

Por otra parte, aproximadamente desde hace 10 años como consecuencia del desnivel topográfico, la perforación de pozos sépticos y, la toma clandestina de agua potable han generado probablemente las áreas de inundaciones, y además de la apertura de un sistema de canales que sirven como aliviadero de la planta C de Hidrolago, ha generado que este sector es una zona de amenaza y riesgo.

Es importante resaltar que hace aproximadamente unos ochos años atrás se viene presentando problemas de anegación, situación que se agrava en la estación de clima húmedo (Periodo de pluviosidad) aunado esto a la falta de un acueducto para la disposición y tratamiento de las aguas residuales del barrio Pradera Alta y de sectores adyacentes a este, como el Barrio Hato Cardón, Las Trinitarias y Pradera Baja los cuales ayudan acelerar este proceso, ya que descargan las aguas de uso domestico sin control alguno al suelo. También se puede decir, que las fuertes precipitaciones acaecidas a finales del año 2.011, provocaron que los canales de drenajes que atraviesan en el sector antes mencionados arrastraran un caudal de agua por encima de su capacidad, lo cual causó las inundaciones correspondientes a este sector.

En la comunidad de Pradera Alta sector 2, se presentan los distintos rasgos geomorfológicos, resultado de una serie de factores fuertemente interrelacionados entre sí, que hacen que en este se dé el proceso de inundación, entre ellos tenemos el suelo, clima, hidrología, entre otras, que hacen que causen

anegaciones en el área de estudio. Esto es debido a que los factores activos de la zona modelen el relieve observándose a través del perfil topográfico. (Imagen 5)

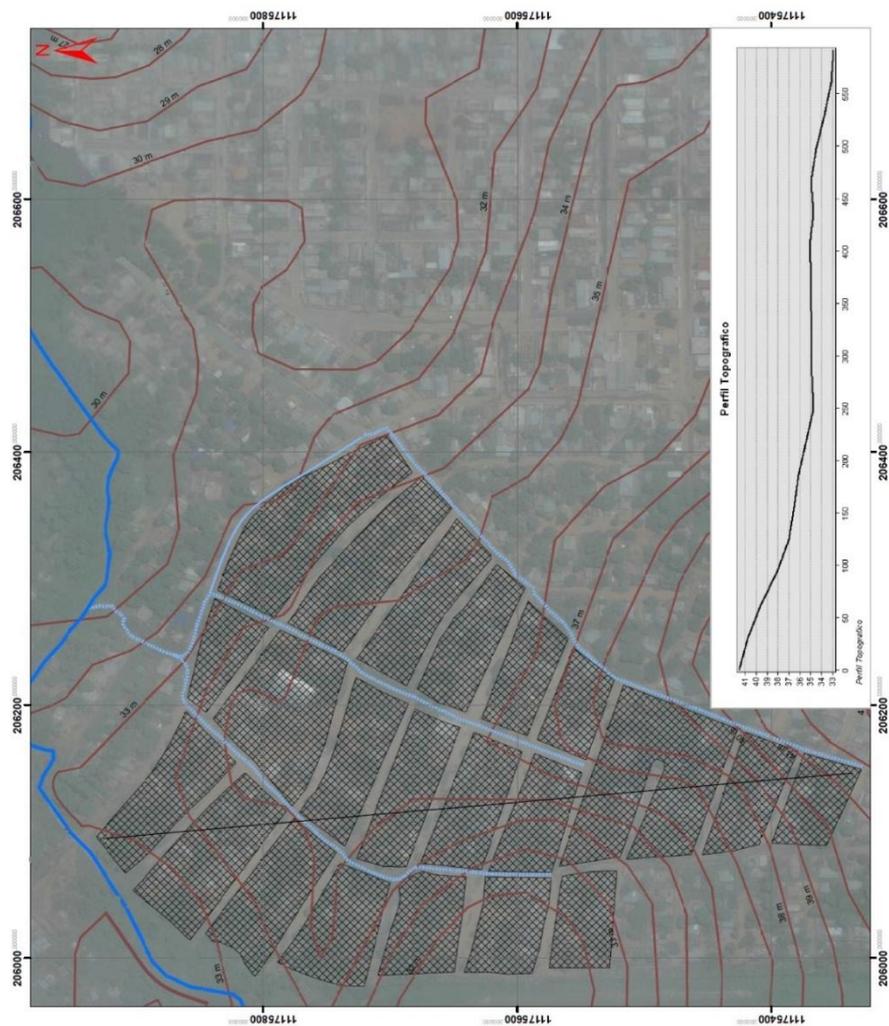


Imagen 5. Curvas de Nivel con Perfil Topográfico. Fuente Andrade, Díaz L (2014)

### 3.3.3 Hidrología

En general el patrón de drenaje del área de estudio está estrechamente ligado a la estructura del área, la forma de drenaje localizada se caracterizan por ser permanente y de tipo meandriforme de forma subparalelo con tendencia a ramificarse con otros drenajes intermitentes o hilos de agua que pueden considerarse como drenajes debido a que en periodo de precipitaciones algunas avenidas o calles son cursos de aguas de escorrentías Posee un escurrimiento difuso, ya que el material de las laderas se encuentran mal consolidado, lo que provoca la formación de pequeñas cárcavas y surcos, mientras que en las zonas planas o de menor cota este escurrimiento se concentra, debido a que existen

viviendas que obstruyen el paso de las aguas superficiales en las áreas. (Imagen 6).

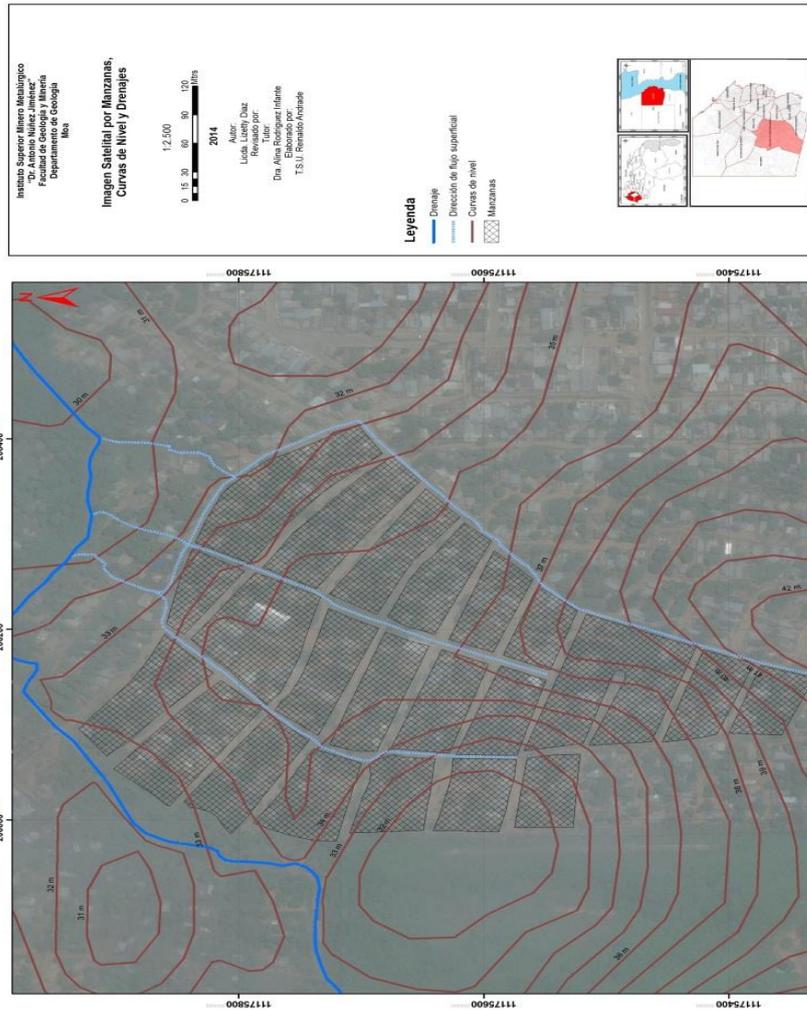


Imagen 6. Drenajes y Curvas de Nivel. Fuente: Andrade R, Díaz L (2014)  
 Los drenajes naturales se ven afectados por la obstrucción de los mismos, siendo el causante los escombros y basura que son arrojadas sin control sanitario obstaculizando la misma dando como resultado áreas anegadizas (áreas con suelos reteniendo altos niveles de humedad) y cotas de máxima inundación marcadas en algunas viviendas. (Foto 12)



Foto 12. Áreas anegadizas cerca del drenaje principal  
 Fuente: Díaz L (2012)

### **3.4 Evaluación de riesgo por inundaciones**

Continuando en este orden de ideas, es importante resaltar que también se puede decir, que para el estudio de riesgo, se debe tomar en cuenta la vulnerabilidad, la cual tiene directa relación con las condiciones de debilidad o fragilidad de los elementos físicos o sociales de la comunidad, que pueden resultar afectados, dañados o destruidos al desencadenarse un fenómeno natural o antrópico, considerado amenazante para dicha comunidad, donde existen factores de vulnerabilidad relacionados entre sí: vulnerabilidad física; vulnerabilidad económicos, sociales y ambientales. Es por eso, que la vulnerabilidad de nuestra comunidad ante determinados amenazas naturales, tiene causas de orden económico, social y ambiental, lo cual es un proceso que se construye progresivamente a lo largo de los años y se va acumulando y además ampliando hacia peligros tecnológicos, biológicos y potenciales conflictos sociales.

En la presente investigación se consideró la vulnerabilidad física como la localización de asentamientos humanos en zonas de amenaza, como por ejemplo en las llanuras de inundación de los ríos y áreas de anegación, al borde de los cauces, y una vulnerabilidad estructural que se refiere a la falta de implementación de códigos de construcción y a las deficiencias estructurales de la mayor parte de las viviendas, debido a que las edificaciones de acuerdo a su tipología constructiva y materiales de construcción se tiene que alrededor del sesenta por ciento (60 %), comprende a ranchos y construcciones rudimentarias (Artesanales) con paredes de bloques y techo de zinc, un veinticinco por ciento (25 %) con paredes de bloque, mechones y techo de zinc, y el quince por ciento (15 %) restante con paredes de bloque, columnas, vigas y techo de zinc o platabanda.

En cuanto a la vulnerabilidad social y económica, el barrio Pradera Alta, sector 2, está conformado por cuatrocientos cincuenta (450) familias, distribuidas en veintisietes (23) manzanas con una población de un mil trescientos cincuentas (1.350), de acuerdo al censo socio-económico del Consejo Comunal, estas se expresan en los altos niveles de desempleo, insuficiencia de ingresos, poco acceso a la salud, educación y recreación de la mayor parte de la población, se ha demostrado que los sectores más pobres son los más vulnerables frente a las amenazas naturales, donde los habitantes de este sector tienen unos ingresos

familiares promedios mensuales menores al sueldo mínimo actual (4.270,51 bolívares fuertes (BsF) y con respecto al grupo familiar, en el que el sesenta y cinco por ciento (65 %) de las viviendas tienen más de 5 habitantes, y un setenta por ciento (70 %) posee más de 15 años de residencia en el sector.

De acuerdo a lo anterior, la mayoría de las personas son descendientes colombos-venezolanos y de etnia Wayuu, y su actividad económica es de tercer nivel, algunos sin empleos, pero la mayoría de las personas de la comunidad se abastece de alimentos en mercados cercanos al sector como por ejemplo en las adyacencias de la Circunvalación Tres, por la urbanización San Rafael y Las Chamarretas. Es importante señalar, que las actividades cotidianas de las personas que habitan en comunidad, contribuyen a acelerar los procesos de orden natural e inducidos y por ende las amenazas y vulnerabilidades ante los mismos, como la descarga de las aguas sin control alguno al suelo, la obstrucciones al escurrimiento del drenaje principal, colmatado por desechos y residuos sólidos entre otros. (Foto 13)

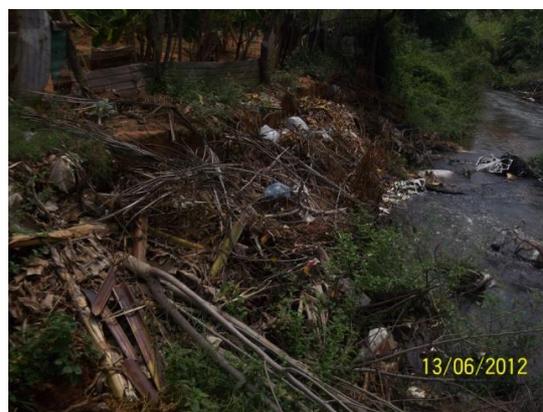


Foto 13. Desechos sólidos en las calles y drenaje de la comunidad Pradera Alta sector 2

. Fuente Díaz L (2012)

Es por ello, que se pudo definir los niveles a amenazas del tipo inundación y la vulnerabilidad del área de estudio, asignándoles valores a cada parámetro geológico, geomorfológico y de pendiente, de acuerdo a su grado de influencia sobre posible amenaza que represente permitiendo caracterizar los fenómenos e identificación y valoración de elementos expuestos.

Definidos los límites, tipología de los fenómenos y de haber determinado las áreas que tienen un comportamiento crítico, se procedió a definir los niveles de riesgo a

inundaciones, sobre la susceptibilidad y posible amenaza que represente, de esta manera se obtuvo los siguientes niveles:

- **Riesgo bajo:** Incluye aquellos sectores alejados de las márgenes del drenaje, a más de 50 metros de distancia del cauce principal y con una diferencia altitudinal entre 5 y 10 con respecto al mismo, donde los procesos hidrológicos influyen con menor afectación e intensidad. El peligro para las personas es débil o inexistente, las viviendas pueden sufrir daños leves, pero puede haber daños fuertes al interior de los mismos. La zona de bajo riesgo se encuentra hacia Sureste del sector 2 de la Comunidad Pradera Alta, representada con el color amarillo que es una zona denominada de sensibilización, de acuerdo a la Ley Orgánica de Riesgos Socio naturales y Tecnológicos

- **Riesgo medio:** Áreas con distancias de entre 25 y 50 metros del drenaje, con diferencias altitudinales con respecto al cauce que varían entre 3 y 5 metros. Las personas están en peligro al exterior de las viviendas, pero no o casi no al interior, estas pueden sufrir daños, pero no destrucción repentina, siempre y cuando su modo de construcción haya sido adaptado a las condiciones del lugar, donde daños severos pueden reducirse con medidas de precaución apropiadas. Esta zona se encuentra ubicada hacia el norte de la comunidad, representada con el color anaranjado, conocida como zona denominada reglamentación, de acuerdo a la Ley Orgánica de Riesgos Socio naturales y Tecnológicos

- **Riesgo alto:** Sectores cercanos al drenaje, y que presentan restricciones asociadas a sitios críticos de desborde del mismo, y que son zonas de impacto directo, asociadas a distancias menores a 25 metros de este, con cotas muy cercanas a las de su cauce (entre 0 y 3 metros de diferencia altitudinal). Los eventos se manifiestan con una intensidad relativamente débil, pero con una probabilidad de ocurrencia elevada, y las personas, en este caso, están sobre todo amenazadas al exterior de las viviendas. Esta zona se encuentra ubicada hacia Noroeste del área de estudio, representada con el color rojo y es una zona denominada prohibición. de acuerdo a la Ley Orgánica de Riesgos Socio naturales y Tecnológicos. En esta área la construcción de las viviendas no es favorable, ya que están cercanas al drenaje principal y pueden inundarse en periodos de precipitaciones y sequía. (Imagen 7).

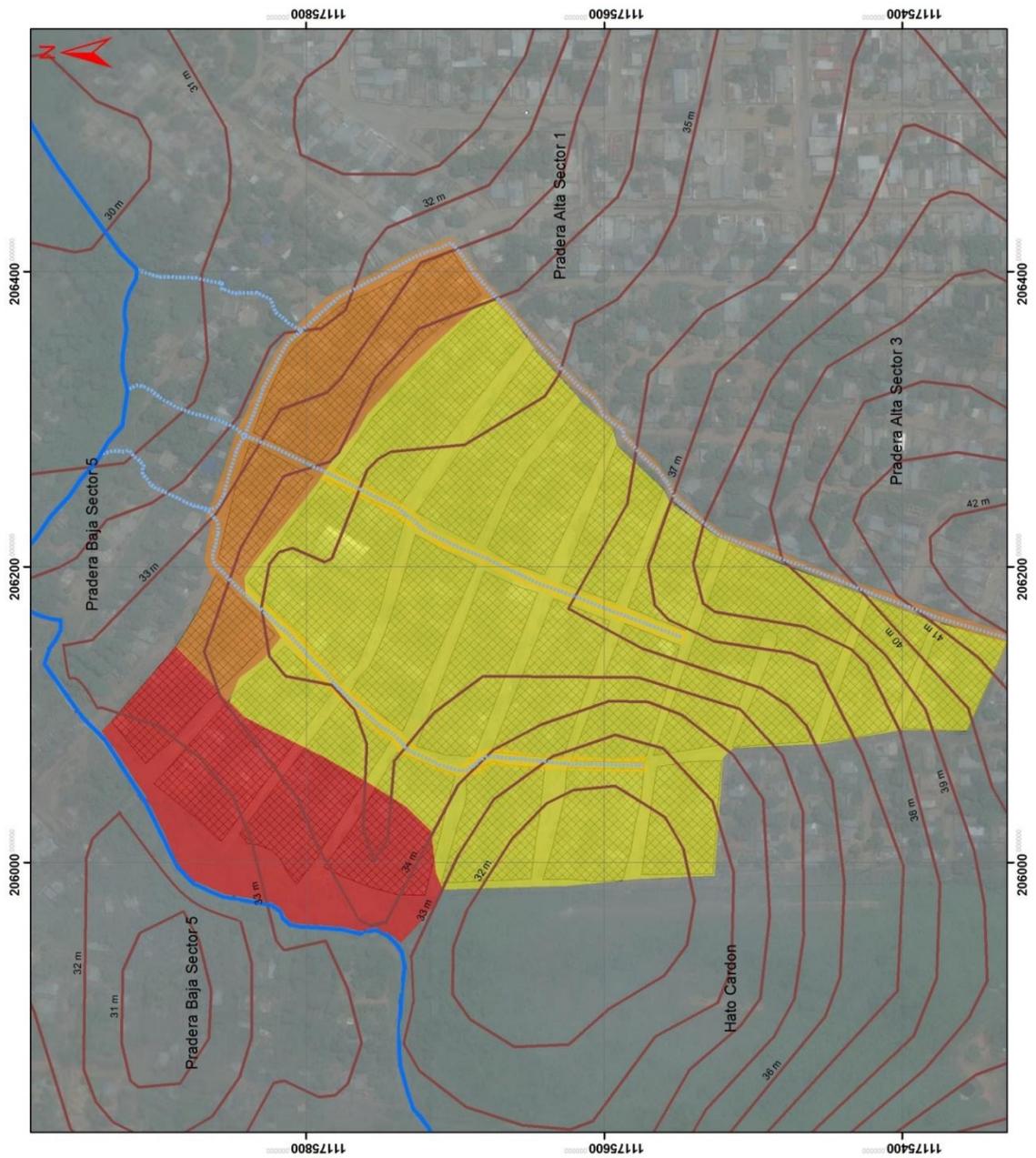
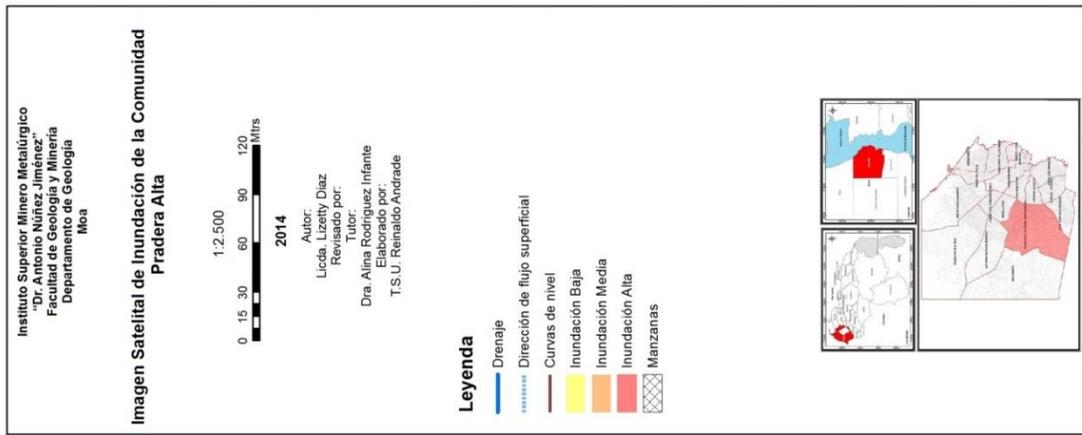


Imagen 7. Mapa de Riesgo por Inundación de la Comunidad Pradera Alta sector 2  
 Fuente: Andrade R, Díaz L (2014)

Otro aspecto que se tomó en cuenta fue como algunas viviendas están levantadas con material de relleno mal compactado observándose la alteración y descomposición de los mismos. Igualmente las viviendas están construidas de forma inadecuada e insegura (Foto 14)



Foto 14 Tipos de vivienda de la comunidad Pradera Alta sector 2

Fuente: Díaz L (2012)

### 3.5 Conclusiones

En este capítulo pertinente a los resultados de la investigación realizadas, teniendo como objetivo principal el de evaluar los riesgos por inundación de la comunidad Pradera Alta sector 2, tomando en cuenta las características de los fenómenos que intervinieron en ella, como el suelo, la geomorfología, la hidrología, entre otros, los cuales son las amenazas pertenecientes a esta investigación y de igual manera se realizó un estudio de las vulnerabilidades existentes en la zona y así identificar las zonas de riesgos.

Se diagnosticaron tres áreas de riesgo: un riesgo bajo identificado con el color amarillo donde la infraestructura sufre daños leves, sobre todo en el interior de la vivienda, un riesgo medio identificado con el color anaranjado, y en el cual las personas están en peligro en el exterior de la vivienda pero no en el interior de estas, y un riesgo alto identificado con el color rojo, donde la probabilidad de ocurrencia de daño es elevada y las personas se encuentran en peligro en el exterior como en el interior de la vivienda, esta área se encuentra ubicada al noroeste de la comunidad Pradera Alta sector 2. Todo esto, definidos por los límites, la tipología de los fenómenos y la determinación de las áreas que tienen un comportamiento crítico, definiendo así los niveles de riesgo por inundación del área estudiada.

## CONCLUSIONES

Es preciso destacar que la comunidad Pradera Alta sector 2, se encuentra en constante amenazas socio-naturales lo que tiende a generar o intensificar el factor riesgo. Es por ello que surge como política los planes de ordenamiento de territorio como salida o medida para orientar los proyectos geográficos de construcciones de vivienda a futuro. En la presente investigación se concluye que:

De acuerdo al diagnóstico presentado se obtuvo la información necesaria que permitió obtener testimonios de la problemática existente en el área de estudio, donde una de las principales era el riesgo que presentaban parte del sector en donde las viviendas eran inhabitables debido a que se mantenían en constante anegación debido a las áreas anegadas producto de la concentración de las aguas vertidas directamente al suelo por la misma comunidad, como consecuencia de la falta de acueducto para el tratamiento y disposición de las aguas residuales. El vertido directo de las aguas residuales sin control alguno tiene una influencia directa sobre el balance del nivel freático, mas aun cuando, hay suelos permeables y zonas de poca pendiente (< 5 %), en donde predominan los procesos verticales de escurrimiento (Percolación) sobre los horizontales (Drenaje superficial) y esto se incrementa con el periodo de clima húmedo (Precipitaciones) generándose áreas de anegamiento relacionadas a este fenómeno.

El resultado de la descripción visual de los suelos, se tiene que son suelos franco limosos con cierta plasticidad en los primeros metros de profundidad, en algunos sectores presentan un grado elevado de descomposición, como consecuencia a la concentración de las aguas residuales. En este mismo sentido, en clima húmedo, los cursos de los regímenes de las aguas de escorrentía y de las aguas servidas permanente durante al año, drenan a los sectores de menor cota como al sur y noroeste de la comunidad, en las manzanas 5,6, 13, 14, 15. Que son los que se encuentra en la zona de alto riesgo.

El nivel freático es de escaso setenta centímetros (70 cm), en la cota más baja de la comunidad y esto debido al elevado grado de saturación de los suelos y la dirección del flujo de agua que percola producto de las precipitaciones y descarga sin control algunos de las personas. A lo largo del trayecto del drenaje que bordea a la comunidad, se observa un elevado grado de erosión y socavamiento en sus bases.

Los resultados obtenidos por el sondeo geoelectrico del subsuelo por medio de un S.E.V. (Sondeo Eléctrico Vertical), revelan que existen niveles de rocas (Capas de diferentes litologías), de las cuales tres a diferentes profundidades corresponden a arenas saturadas de aguas es decir acuíferos las cuales están separados entre tres niveles litológicos, caracterizados de la siguiente manera: La primera capa, que tiene espesor y profundidad de 1,1 metro, está constituida de arena con mediana resistividad indicando que se encuentra seco y sin arcillas. Debajo de esta capa, y con un espesor de 15,9 metros se encuentra una capa completamente arcillosa la cual tiene una resistividad extrema de 1,4 ohm x m. Sigue una tercera capa de alternancia de arenas acuíferas con capas intercaladas de arcilla por un espesor total de 16,4 metro y hasta la profundidad de 33,4 metros. La cuarta capa está constituida probablemente por una arena bien compactada debido al alto valor de resistividad aparente interpretado (336,9 ohm x m).

Las actividades cotidianas de las personas que habitan en comunidad Pradera Alta, contribuyen a acelerar los procesos de orden natural e inducidos y por ende la susceptibilidad ante los mismos, como la descarga de las aguas sin control alguno al suelo, la obstrucciones al escurrimiento del drenaje principal, colmatado por desechos y residuos sólidos entre otros.

La presente investigación aporta elementos para la identificación y la caracterización de las variables espaciales a priorizar en la determinación de la exposición ante un evento de inundaciones, realizando un análisis e integración de la evolución del medio físico natural frente a los procesos naturales e inducidos, generando así, la zonificación de áreas de amenazas y la evaluación de niveles de vulnerabilidad de la comunidad, Parroquia Francisco Eugenio Bustamante Municipio Maracaibo, Estado Zulia. Estas variables se basan en criterios geomorfológicos, hidrológicos, de relieve, de suelo, entre otros y también

tomando en cuenta los factores de vulnerabilidad presente en esta comunidad, tales como social y económica de esta.

Así mismo, se llegó a realizar una serie de mapas, entre ellos el Geomorfológico que permite visualizar algunos procesos que afectan en el área de estudio, representando algunos rasgos característicos como: aéreas anegadizas, socavamiento, erosión moderada, surcos y llanuras de inundación, y por supuesto, el diseño del mapa de Riesgo por inundación, identificando en el las zonas de alto, medio y bajo riesgo, donde un riesgo bajo identificado con el color amarillo donde la infraestructura sufren daños leves, sobre todo en el interior de la vivienda, un riesgo medio identificado con el color anaranjado, y en el cual las personas están en peligro en el exterior de la vivienda pero no en el interior de estas, y un riesgo alto identificado con el color rojo, donde la probabilidad de ocurrencia de daño es elevada y las personas se encuentran en peligro en el exterior como en el interior de la vivienda, esta área se encuentra ubicada al noroeste de la comunidad Pradera Alta sector 2. Este será presentado a los entes gubernamentales para así realizar una reubicación de las familias del área más crítica de la comunidad Pradera Alta sector 2, de la Parroquia Francisco Eugenio Bustamante del municipio Maracaibo.

A partir de los resultados obtenidos se plantearán a instituciones públicas y privadas, encargadas de planificar, dirigir y ejecutar, todas las actividades relacionadas con la planificación y conservación del catastro en el ámbito territorial de los municipios, algunas propuestas y recomendaciones para estudios de gestión y ordenamiento ambiental y del territorio, y sobre los diseños y construcción de obras ingenieriles, a fines de mejorar la gestión en el ámbito territorial

## RECOMENDACIONES

Hay procesos a través del cual se toman medidas para reducir los riesgos existentes que implica intervenir las causas que generan las condiciones de amenaza o de vulnerabilidad actual. Esta etapa orienta a diseñar y evaluar alternativas de acción con la finalidad de mejorar la toma de decisiones. Para que la institución intervenga los riesgos existentes hay que tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Sensibilización y concienciación de la población.
- La institución debe tener mapas de zonas. En este punto debe tener ubicada todas esas áreas de la alta vulnerabilidad
- Diagnosticar la vulnerabilidad. Una vez que se diagnostique se sectoriza de acuerdo a la amenaza natural y al grado que se encuentre susceptible.
- Inventario jerarquizado y zonificado de todas las construcciones de infraestructuras críticamente amenazadas y/o vulnerables.
- Hay que realizar reforzamientos o reubicación/desalojo de vivienda, urbanizaciones que se encuentren en terrenos críticamente amenazados y/o vulnerables.
- La institución debe realizar en conjunto con las comunidades prácticas para diagnosticar y reducir actividades generadoras de riesgo (ejemplo: Construcciones con malos materiales, malas prácticas de construcción, diseños ineficientes, entre otras).
- Los entes gubernamentales responsables de esta labor deben contar con personal y equipos especializados para realizar cada una de las medidas anteriores.
- La institución debe contar con presupuestos claros para realizar cada una de estas actividades.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cartaya Scarlet, Méndez Williams y Pacheco Henry. (2006). Modelo de zonificación de la susceptibilidad a los procesos de remoción en masa a través de un Sistema de Información Geográfica. Interciencia. Caracas: Asociación Interciencia, vol. 31, no. 9, p. 638-646. 2002
- Castro, Eduardo. Evaluación de riesgos por fenómenos de remoción en masa: Guía metodológica. Santa Fe de Bogotá: INGEOMINAS/Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2001
- Conesa Carmelo, Calvo Francisco. (2003). Los procesos de riesgo con origen natural: una constante en la relación entre hombre y medio. Revista de Ciencias Sociales, no. 23
- Ferrer Carlos y Laffaille Jaime. (2005). Zonificación física para la reducción de vulnerabilidad de barrios en los andes venezolanos. IMME. Caracas: Universidad Central de Venezuela, vol.43.
- García Jesús. Geografía Física o Ciencias Naturales. Investigaciones geográficas. Alicante: Universidad de Alicante. 2001, nº 25
- Jiménez Virginia. Gestión Integral de Riesgos, acciones para la construcción de una política de Estado. Caracas-Venezuela: Ministerio de Ciencia y Tecnología, 2005
- Lavell Allan. Desastres Urbanos: Una visión Global. Panamá, Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina, 2002.
- Lavell Allan. Desastres y Desarrollo: Hacia un Entendimiento de las Formas de Construcción Social de un Desastre: El Caso de Mitch en Centroamérica. 2000.
- Lavell Allan. Iniciativas Recientes en la Reducción de Riesgo en América Central y Republica Dominicana. Panamá: Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central, 2002.
- Liñayo Alejandro. Bases Conceptuales de la Gestión de Desastres. Mérida: Universidad de Los Andes, 2000.

- Mora Rolando. Evaluación de la susceptibilidad al deslizamiento del Cantón San José, Provincia de San José, Costa Rica. San José, Servicios Especializados de Laboratorio de Suelos y Rocas, Escuela Centroamericana de Geología y Universidad de Costa Rica, 2004.
- Mora Rolando; Chaves Jeisson y Vásquez Mauricio. Zonificación de la susceptibilidad al deslizamiento: Resultados Obtenidos para la península de Papagayo mediante la modificación del método Mora-Vahrson. III Curso Internacional sobre microzonificación y su aplicación en la mitigación de desastres.
- Pacheco Henry; Méndez Williams; Barrientos Yolanda y Suarez Carlos. Departamento de Ciencias de La Tierra: Aportes a la Consolidación de la Investigación y el Postgrado en el Instituto Pedagógico de Caracas. Caracas, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Vicerrectorado de Investigación y Postgrado, 2007.
- Perles María. Perspectivas Actuales en la Geografía Física. Problemas Heredados y Posibilidades de Cambio. Revista Encuentros en la Biología. España: Universidad de Málaga. Nº 100, 2005.
- Proyecto Ávila. Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar y Ministerio de Ambiente y los Recursos Naturales Caracas, Corporación Andina de Fomento, 2003.
- Ramirez Rosa. Zonificación geomorfológica utilizando el concepto de estabilidad relativa aplicado a la microcuenca Los Tapiales, río Mucujún, El Vallecito, estado Mérida – Venezuela. Revista Geográfica Venezolana. Mérida Venezuela: Universidad de los Andes. Vol. 46(2), 2005
- .
- Roa José. Estimación de áreas susceptibles a deslizamientos mediante datos e imágenes satelitales: cuenca del río Mocotíes, estado Mérida-Venezuela. Revista Geográfica Venezolana. Mérida, Universidad de los Andes, vol.48, no.2, 2009
- .
- Rojas José. La erudición del silencio o la pasión geográfica de Luís Fernando Chávez Vargas. Revista Geográfica Venezolana. Mérida, Universidad de los Andes. Vol. 40(2), 1999
- Seminario/Taller sobre reducción de riesgos ante la ocurrencia de desastres naturales en América Latina y el Caribe. México, 2006.

Sala María y Batalla Ramón. Teoría y Métodos en Geografía Física. Madrid – España: Editorial Síntesis, 1999

Servicio Nacional de Estudios Territoriales. Memoria Técnica para el mapa de susceptibilidad de deslizamientos de tierra en El Salvador. San Salvador, SNET y el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2004.

Servicio Nacional de Estudios Territoriales. Mapa de susceptibilidad a deslizamientos de Nicaragua. El método Mora-Vahrson. Managua, SNET, Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales y el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales. 2009.

Unesco e ITC; Servicio Nacional de Estudios Territoriales. Análisis de riesgo por inundaciones y deslizamientos de tierra en la microcuenca del Arenal de Montserrat. 2008.

Unesco; ITC; The Netherlands; Cepredenac y la Secretaría de estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales de República Dominicana. Desarrollo de una metodología para la identificación de amenazas y riesgos a deslizamiento en la cuenca del río San Juan, República Dominicana. 2008.

Universidad Central de Venezuela. Hábitat y Riesgo El Rol de las Universidades. Caracas, 1er Encuentro Internacional. 2do Encuentro Nacional Educación Superior y Riesgos, 2005.

Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Primer Congreso Nacional Sobre Mitigación de Riesgos Naturales. Identificar los riesgos puede salvar tu vida. Caracas: Extensión Universitaria. Vicerrectorado de Extensión, 2000, Año 7, N° 2.

Zavala Bilberto y Fidel Lionel.. Susceptibilidad a los movimientos en masa en la cuenca de la quebrada Hualanga. Patate, La Libertad. Lima, XIII Congreso Peruano de Geología, 2006.

## **ANEXOS**

.



| INFORMACION DE INFRAESTRUCTURA. |  |                      |  |                             |  |                      |  |                                    |  |                             |        |
|---------------------------------|--|----------------------|--|-----------------------------|--|----------------------|--|------------------------------------|--|-----------------------------|--------|
| Tipo de Vivienda.               |  | Base de la vivienda. |  | Tipo de piso                |  | Tipo de techo.       |  | Tipo de paredes.                   |  | Distribución de la vivienda |        |
| Casa                            |  | Concto.              |  | Cemento                     |  | Placa                |  | Bloques                            |  | Hab.                        | Sala   |
| Apto.                           |  | Vigas.               |  | Cerámica.                   |  | Cinc                 |  | Ladrillos                          |  | Cocina                      | Cdor.  |
| Rancho.                         |  | Madera               |  | Sin piso                    |  | Madera               |  | Madera                             |  | Baños                       | Otros. |
| Otros.                          |  | Otros.               |  | Otros.                      |  | Otros.               |  | Cinc.                              |  | Vivienda en construcción.   |        |
|                                 |  |                      |  |                             |  |                      |  |                                    |  | Si                          | No     |
| Servicio básicos.               |  |                      |  |                             |  |                      |  |                                    |  |                             |        |
| Aseo                            |  | Cloacas.             |  | Suministro de agua potable. |  |                      |  |                                    |  |                             |        |
| Electricidad                    |  | Agua potable.        |  | Acueducto.                  |  | Pozo subterráneo.    |  |                                    |  |                             |        |
| teléfono                        |  | T.V. por cable       |  | Tanque público              |  | Tubería por gravedad |  |                                    |  |                             |        |
| Red de Gas                      |  | Otros.               |  | Otros.                      |  |                      |  |                                    |  |                             |        |
| Vialidad.                       |  |                      |  | Combustible para cocinar.   |  |                      |  | Tratamiento de las aguas servidas. |  |                             |        |
| Asfalto                         |  | Acera.               |  | Gas.                        |  | Excusado o letrina   |  |                                    |  |                             |        |
| Tierra                          |  | Brocal.              |  | Electricidad.               |  | Acueductos.          |  |                                    |  |                             |        |
| Concreto                        |  | Otros.               |  | Leña.                       |  | Otros.               |  |                                    |  |                             |        |
| Descripción de la inspección.   |  |                      |  |                             |  |                      |  |                                    |  |                             |        |
|                                 |  |                      |  |                             |  |                      |  |                                    |  |                             |        |

Fuente: I.U.T. Maracaibo (2.012).

## ANEXO 2



EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE RIESGO  
COMUNIDAD PRADERA ALTA SECTOR 2  
PARROQUIA FRANCISCO EUGENIO BU STAMANTE  
MUNICIPIO MARACAIBO-ESTADO ZULIA.



### FORMATO DE INVENTARIO DE RIESGOS NATURALES E INDUCIDOS.

|   |  |   |  |           |  |
|---|--|---|--|-----------|--|
| Fecha:  |  | Hora:   |  |           |  |
| Encuestador:  |  |   |  |           |  |
| División Política.  |  |   |  |           |  |
| País:   |  | Estado:   |  |           |  |
| Municipio:  |  | Parroquia:  |  |           |  |
| Localidad:  |  |   |  |           |  |
| Coordenadas.  |  |   |  |           |  |
| Norte:  |  | Este:   |  |           |  |
| Proyección:   |  | m.s.n.m:  |  |           |  |
| <b>CRITERIOS DE IDENTIFICACION DE AREAS SUSCEPTIBLES A INUNDACIONES Y CRECIDAS.</b> |  |   |  |           |  |
| <b>Geomorfológicos.</b>   |  |   |  |           |  |
| Áreas planas a lo largo del drenaje.  |  | Presencia de terrazas u otras acumulaciones.                        |  |           |  |
| Presencia de zonas de erosión   |  | Pendientes.   |  |           |  |
|   |  |   |  | Menor a 2 |  |
|   |  |   |  | Entre 2-6 |  |
|   |  | Mayor a 6   |  |           |  |
| <b>Geológicos.</b>  |  |   |  |           |  |
| Terrenos compuestos por material no consolidados.                                   |  | Material heterogéneo.   |  |           |  |
| <b>Hidrológico.</b>   |  |   |  |           |  |
| Llanura de inundación en el interior de la curva de meandro                         |  | Meandros abandonados a lo largo del cauce.                          |  |           |  |
| Presencia de diques naturales.  |  | Límites de llanura de inundación, nivel máximo y mínimo de crecida. |  |           |  |
| Nivel máximo de crecidas históricas.  |  | Áreas de humedales o pantanosas.                                    |  |           |  |
| Presencias de obstáculos y estrangulamientos sobre el cauce.                        |  | Otros.  |  |           |  |
| <b>Vegetación.</b>  |  |   |  |           |  |
| Vegetación típica de humedales  |  | Vegetación perturbada por efectos de inundaciones anteriores.       |  |           |  |
| <b>Suelos.</b>  |  |   |  |           |  |
| Presencia de materia orgánica   |  | Suelo descompuesto, olor fétido.                                    |  |           |  |

| <b>CRITERIOS DE IDENTIFICACION DE AREAS SUSCEPTIBLES A INESTABILIDAD DE TERRENOS.</b>                |  |  |  |
|--|--|--|--|
| <b>DESLIZAMIENTOS.</b>   |  |  |  |
| <b>Geomorfológicos.</b>  |  |  |  |
| Terrenos con ligeras depresiones, relieve ondulado.  |  | Existencia de escarpe y contra pendientes.                                 |  |
| Pendiente abrupta en el nicho o zona de arranque, seguido de una contra pendiente y cuerpo ondulado. |  | Otros.   |  |
| <b>Geológicos.</b>   |  |  |  |
| Rocas alteradas y descompuestas.   |  | Material heterogéneo, poco consolidado y deslizable.                       |  |
| Nivel de suelo potente.  |  | Discontinuidad del afloramiento, sin la existencia de una falla geológica. |  |
| <b>Hidrológico.</b>  |  |  |  |
| Percolación y tubificación.  |  | Presencia de humedales en las cabeceras o al pie de los deslizamientos.    |  |
| <b>Vegetación.</b>   |  |  |  |
| Vegetación típica de humedales   |  | Troncos de árboles inclinados o torcidos.                                  |  |
| Ruptura de raíces y raíces tensas descubiertas.  |  | Cubierta de pastos discontinuo.  |  |
| <b>Infraestructuras.</b>   |  |  |  |
| Postel inclinados.   |  | Casas agrietadas.  |  |
| Grietas, hundimiento y ondulaciones en los pavimentos o terrenos ondulados.                          |  | Cercos y bahareques desplazados.   |  |
| <b>Históricos.</b>   |  |  |  |
| Testimonios de eventos pasados.  |  | Tiempo ocurrido del evento.  |  |
| <b>DERRUMBES</b>   |  |  |  |
| <b>Geomorfológicos.</b>  |  |  |  |
| Acantilado de fuerte pendiente o abrupto.  |  | Acumulación de material al pie del acantilado.                             |  |
| <b>Geológicos.</b>   |  |  |  |
| Rocas fracturadas.   |  | Rocas alteradas y descompuestas.   |  |
| <b>Vegetación.</b>   |  |  |  |
| Falta de cobertura vegetal en zonas activas.   |  | Abundante vegetación en zonas inactivas.                                   |  |
| <b>Históricos.</b>   |  |  |  |
| Testimonios de eventos pasados.  |  | Tiempo ocurrido del evento.  |  |
| <b>COLADAS Y FLUJO DE DETRITOS.</b>  |  |  |  |
| <b>COLADAS DE TIERRAS.</b>   |  |  |  |
| Escarpe en forma de cóncava.   |  | Flancos curvados con estructuras de flujos                                 |  |
| <b>COLADAS DE LODOS.</b>   |  |  |  |
| Presencia de material arcilloso. Con abundante agua.   |  | Escarpe en forma curvada, circular o de botella. El cuerpo es alargado.    |  |

| COLADAS DE DETRITOS.                                   |                      |                                      |              |
|--|----------------------|--------------------------------------|--------------|
| Material constituido por escombros de rocas y árboles. |                      | Presencia de matriz areno-arcillosa. |              |
| Escarpe en forma de V, y comúnmente presenta estrías   |                      | Otros.                               |              |
| MATERIAL.  |                      |                                      |              |
| Roca.  |                      | Detritos.                            | Suelos.      |
| TIPOS DE ROCAS.  |                      |                                      |              |
| Ígnea.   |                      | Sedimentaria                         | Metamórficas |
| TIPOS DE SUELOS.                                       |                      | HUMEDAD DEL SUELO.                   |              |
| Bloques.   |                      | Limo.                                | Seco.        |
| Cantos.  |                      | Arcilla.                             | Semi-seco.   |
| Gravas.  |                      | Materia orgánica.                    | Semi-húmedo. |
| Arenas.  |                      | Presencia de escombros.              | Húmedo.      |
| ORIGEN DEL SUELO.                                      |                      | TIPO DE EROSIÓN HÍDRICA.             |              |
| Residual.  |                      | Coluvial.                            | Laminar.     |
| Sedimentario.  |                      | Volcánico.                           | Difusa.      |
| PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.                             | COBERTURA DEL SUELO. |                                      |              |
| Alta.  |                      | Construcciones.                      |              |
| Mediana.   |                      | Cultivos o vegetación herbácea.      |              |
| Baja.  |                      | Cuerpo de agua                       |              |
| Sin plasticidad.                                       |                      | Sin cobertura y/o erosionable.       |              |
| OBSERVACIONES.   |                      |                                      |              |
|  |                      |                                      |              |

**Fuente:** Díaz L. (2.012).