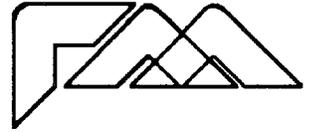




**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y ARTE
POSTGRADO EN DESARROLLO URBANO LOCAL
MENCIÓN PLANIFICACIÓN URBANA**



**RIESGOS NATURALES EN ÁREAS URBANAS. UNA PROPUESTA DE
ZONIFICACIÓN EN LA MICROCUENCA QUEBRADA CARVAJAL.
MÉRIDA - VENEZUELA**

**Trabajo para Optar al Grado de Magister Scientiae
en Desarrollo Urbano Local, Mención Planificación Urbana**

**Autora: Ing. Scarlett Rosales Yépez
Tutora: Prof. Ing. María Elisa Elberg**

DONACION

**Noviembre 2004
Mérida - Venezuela**

**S E R B I U L A
Tulio Febres Cordero**

*A ti mamá por apoyarme en todas las
decisiones importantes de mi vida.
Este triunfo es de las dos.*

www.bdigital.ula.ve

AGRADECIMIENTOS

Mis mas sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que de una u otra manera me han dado su apoyo y su valioso tiempo a lo largo de esta investigación.

* A la Ingeniero María Elisa Elberg, mi tutora, mi profesora, por su orientación y colaboración.

* A la Ingeniero Mirian Yépez, mi mamá, mi amiga y una de las mejores profesionales de la ingeniería que he conocido, por el asesoramiento en todo el desarrollo de esta investigación.

* Al Geógrafo Jorge Manrique por su apoyo incondicional en la corrección y composición cartográfica.

* A José Ricardo Rosales Yépez, mi hermano, que incondicionalmente me ayudó desde Nebraska (USA) a la traducción de textos en ingles.

* A los Bachilleres Kelly Pérez, Haywuar Uribe, Cruz Lobo, Yonny Barrios, Doris Santiago y Daniel Zerpa por su apoyo en el trabajo de campo.

* Al personal que labora en la Biblioteca de la Escuela de Geografía quienes prestaron su colaboración en la fase de revisión bibliográfica.

* Al CDCHT-ULA (proyecto I-756-03) por su ayuda en el financiamiento de la investigación.

INDICE

	Pág
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Lista de Cuadros	vi
Lista de Figuras	vi
Lista de Fotos	vii
Lista de Gráficos	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
Introducción	10
CAPÍTULO I. El Problema	
1.1 Formulación del Problema.....	13
1.2 Objetivos de la Investigación.....	15
a. Objetivo General.....	15
b. Objetivos Específicos.....	15
1.3 Justificación del Investigación.....	16
1.4 Consideraciones Técnicas.....	18
CAPÍTULO II. Marco Referencial.	
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	20
2.2 Marco Teórico.....	27
LOS DESASTRES Y SU IMPACTO EN LA SOCIEDAD	28
TIPOS Y CLASIFICACIÓN	31
Amenazas de Origen Natural.....	33
Amenazas Atmosféricas	34
Amenazas Volcánicas.....	38
Amenazas Sísmicas	40
Amenazas Hídricas.....	43
Otras Amenazas Geológicas e Hídricas	46
Amenazas de Origen Antrópico.....	47
Amenazas Antrópicas de Origen Tecnológico	48
Amenazas Antrópicas referidas a la Guerra y la Violencia.....	50
Amenazas Socio-Naturales	50
VULNERABILIDAD A LOS DESASTRES	52
Vulnerabilidad Geológica.....	54
Vulnerabilidad Económica.....	55
Vulnerabilidad Social.....	58
Vulnerabilidad Ecológica.....	59

	Pág
Vulnerabilidad Política.....	60
Vulnerabilidad Ideológica.....	61
Vulnerabilidad Cultural y Educativa.....	61
Vulnerabilidad Institucional.....	63
Vulnerabilidad Técnica.....	63
CAPÍTULO III. Marco Metodológico.	
3.1 Diseño Metodológico.....	65
2.3 Definición de Variables.....	80
a. Variable Dependiente.....	81
b. Variables Independientes.....	81
3.2 Población y Muestra.....	82
CAPÍTULO IV. Resultados.	
4.1 Diagnóstico.....	83
4.1.1 Aspectos Físico-Naturales.....	84
a. Ubicación.....	84
b. Clima.....	85
c. Geología y Geomorfología.....	85
d. Cobertura Vegetal.....	91
e. Hidrología.....	92
4.1.2 Imagen Urbana.....	93
a. Uso Residencial.....	94
b. Uso Comercial.....	95
c. Uso Industrial.....	96
d. Equipamiento.....	96
4.1.3 Aspectos Socioestructurales y Demográficos.....	97
4.1.3.1 Vivienda.....	97
a. Tipo de Acceso a la Vivienda.....	97
b. Tipo de Vivienda.....	100
c. Materiales de Construcción de la Vivienda.....	101
d. Condiciones Generales de la Vivienda.....	103
e. Tiempo de Construcción de la Vivienda.....	104
4.1.3.2 La Estructura de la Población por Edad y Sexo	104
a. Estructura por Edad.....	104
b. Estructura por Sexo.....	105
c. Pirámide Poblacional.....	107
4.1.4 Vulnerabilidad Socioestructural.....	108
4.2 Análisis Integrado de las Características Físicas y Socioestructurales.....	112
4.3 Discusión de Resultados.....	118
Conclusiones	124
Recomendaciones	127
Bibliografía	129
Anexos	140
Apéndice	149

LISTA DE CUADROS

Cuadro N°		Pág
1 y 2	Amenazas Geológicas.....	70
3	Amenazas Hídricas.....	71
4	Amenazas Geomorfológicas.....	72
5	Vulnerabilidad Socioestructural.....	73
6	Aspectos Morfométricos.....	93
7	Acceso y Tipo de Vivienda.....	99
8	Materiales de Construcción.....	102
9	Distribución de la Población por Sexo según Grupo de Edades	106
10	Retiros de Cuerpos de Aguas.....	109
11	Características Generales de las Infraestructuras.....	111
12	Características mas Resaltantes del Área Urbana.....	109
13	Precipitación Promedio Mensual.....	115
14	Resultado del Modelo Matemático.....	118

www.bdigital.ula.ve

LISTA DE FIGURAS

Figura N°		Pág
1	Huracán Andrew.....	35
2	Origen del Sismo.....	37
3	Tornado.....	39
4	Volcán en Erupción.....	40
5	Terremoto de México 1985.....	43
6	Sequía.....	45

LISTA DE FOTOS

Foto N°		Pág
1	Área de Estudio.....	84
2	Cicatriz de Deslizamiento.....	89
3	Material Sólido del Cauce Principal.....	92
4	Cultivos Agrícolas en la Cuenca Media.....	92
5	Vereda.....	98
6	Vialidad Pavimentada.....	98
7	Apartamentos en Edificio.....	100
8	Tipología de la Vivienda en el Sector.....	100
9	Estructura Aporticada.....	101
10	Barrio Kosovo.....	103

www.bdigital.ula.ve

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N°		Pág
1	Ocupación y Uso del Suelo.....	94
2	Uso Residencial.....	95
3	Tipo de Acceso a la Vivienda.....	99
4	Tipo de Vivienda.....	101
5	Materiales de Construcción.....	102
6	Condiciones Generales de la Vivienda.....	103
7	Tiempo de Construcción de la Vivienda.....	104
8	Pirámide Poblacional.....	107
9	Precipitación Promedio Mensual.....	115

RIESGOS NATURALES EN ÁREAS URBANAS. UNA PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN EN LA MICROCUENCA QUEBRADA CARVAJAL MÉRIDA – VENEZUELA

Autora: Ing. Scarlett Rosales Yépez

Tutora: Ing. MSc. María Elisa Elberg

RESUMEN

El proceso de urbanización, el crecimiento demográfico y las limitaciones físico-naturales que presentan las áreas por urbanizar y urbanizadas a nivel de los países en vías de desarrollo, están generando un aumento significativo de la vulnerabilidad natural, estructural y social, de manera que al ocurrir un evento hídrico o sísmico las consecuencias se centran principalmente en pérdida de vidas humanas. En el caso específico de Venezuela y particularmente en el estado Mérida, por su condición de área montañosa, se está gestando un desarrollo urbanístico que pareciera no estar considerando la normativa ambiental, en especial los retiros de cuerpos de agua y de taludes. Esta situación hace evidente la preocupación por los procesos de urbanización desarrollados y a desarrollar, en atención a los planes de ordenación urbanística, por esta razón el objetivo principal de la investigación consiste en proponer una metodología que permita la zonificación de áreas urbanas en condición de riesgos naturales y así minimizar el desencadenamiento de efectos que puedan ocasionar pérdidas de vidas humanas y materiales, para ello se toma como piloto el área urbana de la microcuenca de la quebrada Carvajal, debido a su alto índice de densidad poblacional. La metodología propuesta está basada en el análisis matemático y estadístico el cual calcula rangos de sectorización y representa el análisis de elementos complejos cuya agrupación facilita la interpretación de los resultados, en términos de las zonas identificadas cartográficamente como de críticos a medios niveles de riesgo natural, lo que permite identificar 2384 estructuras dentro de los límites de nivel crítico para un 95.97% del total. Estos resultados indican que aún cuando el desarrollo urbanístico se realizó bajo los lineamientos de la planificación del Estado venezolano se tiene que aproximadamente unas 11353 personas se encuentran en grave peligro de ser afectadas por un evento de origen hídrico o sísmico. Por tal motivo, es conveniente establecer las bases de la reconsideración de los lineamientos establecidos en el plan de ordenación territorial del estado Mérida y el plan de ordenación urbanística del área metropolitana de Mérida.

**NATURAL RISKS IN URBAN AREA. AN PROPOSITION FOR ZONING
OF THE MICRO-BASIN OF THE CARVAJAL CREEK.
MERIDA-VENEZUELA**

Authoress: Eng. Scarlett Rosales Yépez

Tutoress: Eng. MSc. María Elisa Elberg

ABSTRACT

Developing nations undergoing urbanization often have areas where demographic growth is in conflict with natural physical limitations. This often causes a great increase in environmental, structural and social vulnerability of the area to hydrological and seismic disasters. The ultimate consequences of these events are measured in loss of human lives. For example, the State of Mérida, Venezuela is a mountainous area where urbanization is proceeding without regard for environmental concerns, particularly storm water run-off controls and erosion protection. Widespread deforestation of slopes, coupled with the increased storm water run-off caused by land development, has caused great loss of life from severe flooding accompanied by extensive river bank erosion and massive mud slides. The need for corrective measures is evident. Stronger zoning ordinances must be adopted to require developments to adhere to environmental regulations appropriate for the natural risks each area entails. The zoning regulations should be based on statistical analyses that demonstrate limited probabilities of property damage and deaths due to predicted rainfall and earthquake events. The micro-basin of the Carvajal creek, due to its high population density, has been studied in detail with complex mathematical analyses to identify critical areas of risk. Those who analyzed the basin identified mapped zones that contain 2384 structures at risk from an event with a 95.97% probability of occurrence. This analyses showed that development in accordance existing Venezuelan regulations is exposing 11,353 people to mortal danger from flooding and earthquake events expected to occur at any time.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico mundial y la tendencia de la población a concentrarse en centros urbanos, intensifica la ocupación del espacio con fines habitacionales. Esta demanda creciente del suelo origina la intervención de sitios vulnerables a ser afectados por amenazas naturales, creando una relación inadecuada entre las personas y el medio natural.

En los últimos 10 años, fenómenos naturales como terremotos, maremotos, huracanes, inundaciones, deslizamientos, erupciones volcánicas e incendios forestales, han provocado catástrofes en las cuales se han perdido 2.800.000 vidas humanas en el mundo entero, incrementándose desde 1960 el número de personas afectadas en un 6% cada año.(DIRDN,1996).

La tendencia urbana a expandirse hacia áreas de difícil habitabilidad, explica el hecho que los desastres naturales cobren más víctimas y los daños económicos sean mayores. Desde esta perspectiva, es fácil entender que la problemática actual de los desastres naturales con incidencia urbana, se deriva de las profundas modificaciones que el proceso de urbanización ha introducido en el medio natural, es decir, de una inadecuada intervención del

hombre sobre el medio ambiente (Ribas, Roset, Dolores y Pujadas, 1995; Larraín, 1994).

En 1999, Venezuela específicamente el estado Vargas sufrió el peor desastre natural de su historia. El 15 y 16 de diciembre aludes de barro y piedras arrasaron 807 hectáreas de zona urbanizada, destruyendo más de 23.000 viviendas, en su mayoría de clase media. Casi toda la población quedó damnificada, nunca se sabrá con certeza cuantas personas murieron quizás unas 50.000 (PNUD, 2000).

Estas situaciones de desastre ocasionan grandes alteraciones de orden económico y social modificándose al mismo tiempo las condiciones de salud de la población expuesta y provocando alteraciones ambientales, algunas veces irreversibles que definitivamente elevan los índices de pobreza.

En el caso específico del área metropolitana de Mérida la planificación urbana presenta restricciones que ofrece el medio natural, debido a las condiciones de zona montañosa donde los rasgos topográficos determinan la orientación del proceso de expansión. Para evitar el desencadenamiento de efectos e impactos ambientales que puedan afectar vidas humanas y pérdidas económicas en infraestructuras es necesario orientar los procesos

de urbanización hacia los sitios más estables y diseñar las medidas de prevención, mitigación y control en los sitios que ya se encuentran ocupados y que representan áreas de probables riesgos naturales.

Para darle viabilidad técnica a proyectos urbanísticos considerados en los planes de ordenación y de igual manera para áreas ya urbanizadas, se propone una metodología basada en un modelo matemático que permite la zonificación de áreas urbanas en condición de riesgos naturales para minimizar el desencadenamiento de efectos que puedan ocasionar pérdidas de vidas humanas y materiales.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Formulación del Problema

La evolución urbana a nivel mundial, en particular los países en vías de desarrollo ha evidenciado en las últimas décadas una ocupación progresiva de áreas con capacidad protectora para generar una ocupación limitada por diversas amenazas ambientales, que aunadas a la vulnerabilidad social determinan un alto nivel de riesgo para los habitantes y las actividades socio-económicas que constituye la dinámica generadora de crecimiento económico y calidad de vida.

Los eventos trágicos de origen hidrometeorológicos como El Limón 1987, Vargas y Miranda 1999, Táchira 1994, 1999 y 2000, Guasdalito 2002, Mérida 2003 y sísmicos como Caracas 1969 y Cariaco 1997, ha motivado la realización de esta investigación en las áreas urbanas vulnerables a desastres naturales.

En Mérida, la expansión urbana está determinada por las restricciones que ofrece el medio natural, principalmente por las condiciones de zona montañosa donde los rasgos topográficos determinan que la orientación del proceso de expansión urbanística deba realizarse en los sitios mas estables; sin embargo, la situación actual indica que la ubicación de los centros urbanos se han realizado en áreas susceptibles a desastres naturales.

En el caso específico de La Microcuenca quebrada Carvajal ubicada desde el punto de vista político administrativo en el Municipio Libertador, Parroquia J.J. Osuna e hidrológicamente drena sus aguas hacia la subcuenca del río Albarregas circunscrita a la cuenca del río Chama del estado Mérida, que ha presentado en los últimos años un marcado desarrollo urbanístico. Este crecimiento poblacional y por consiguiente la ocupación desordenada del espacio físico, sin contar con una adecuada planificación, ha desencadenado graves problemas de estabilidad, por movimientos de masa, sismicidad o por acciones hídricas (crecidas torrenciales e inundaciones) y en consecuencia daños a las estructuras y colapso en líneas vitales.

Esta situación ha motivado la realización de la investigación debido a que el área en estudio presenta la mayor presión demográfica de la ciudad de Mérida y además por las limitaciones de orden natural y de ingeniería (el

embaulamiento parcial de la quebrada Carvajal, la ubicación de viviendas en áreas de inundación).

Con esta investigación se pretende proponer una metodología que permita zonificar riesgos naturales, es decir, dividir áreas de acuerdo a los niveles de amenazas naturales y vulnerabilidad socioestructural con el propósito de establecer las medidas de prevención, mitigación y control en el caso de que ocurra un desastre natural.

1.2 Objetivos de la Investigación

a. Objetivo General

- **Diseñar una metodología que permita la zonificación de áreas urbanas en condición de riesgos naturales y ensayar la misma en el área urbana de la Microcuenca quebrada Carvajal.**

b. Objetivos Específicos

- **Realizar un diagnóstico de la Microcuenca quebrada Carvajal en función de los elementos y variables que permitan la identificación y**

caracterización de espacios susceptibles de verse afectados por riesgos naturales.

- **Establecer un modelo matemático y estadístico que logre la expresión de la síntesis de los parámetros propuestos permitiendo la zonificación de los riesgos naturales.**
- **Evaluar y Zonificar los riesgos naturales presentes en el área urbana de la Microcuenca quebrada Carvajal.**

1.3 Justificación de la Investigación

En Venezuela existe la tendencia de subestimar los riesgos naturales que puedan afectar a una determinada ciudad, las consideraciones de la amenaza natural y la vulnerabilidad urbana son soslayados durante el proceso de planificación urbana.

Los eventos trágicos desatados por las lluvias y sismos en los últimos años a nivel nacional ha motivado la realización de esta investigación en las áreas urbanas vulnerables a desastres naturales, en particular en el caso de la Microcuenca quebrada Carvajal que ha presentado según Rebotier (2003). en los últimos años un significativo aumento de la densidad de población. Es importante al mismo tiempo considerar la ocurrencia de desbordamientos de

la Quebrada Carvajal en los periodos de lluvias durante los últimos 10 años (Cuerpo del Bomberos: 2002, FUNDEM: 1994, 1995, 1996, 1997, 1998)

Este crecimiento poblacional y por consiguiente la ocupación desordenada del espacio físico, sin contar con una adecuada planificación que según Rebotier (2003) por definición, es la aplicación de un plan, el establecimiento de un orden nuevo de ajustes, de procedimientos codificados, ha desencadenado graves problemas de estabilidad, por movimientos de masa, sismicidad y por acciones hídricas (crecidas torrenciales) y en consecuencia daños a las estructuras y colapso en líneas vitales y poniendo en peligro a la población.

www.bdigital.ula.ve

De lo anteriormente expuesto se puede decir que de no realizarse una zonificación en relación a riesgos naturales en donde se pueda tomar las previsiones a tiempo en el área urbana de dicha Microcuenca se vislumbra a corto plazo el desencadenamiento de efectos e impactos ambientales que puedan producir pérdidas humanas y materiales.

1.4 Consideraciones Técnicas

Es importante resaltar una serie de aspectos de orden técnico que han influido significativamente en el desarrollo de esta investigación:

- La Microcuenca de la Quebrada Carvajal no dispone de estaciones climatológicas e hidrométricas lo que limitó el análisis detallado del comportamiento hidrológico de la cuenca, no pudiéndose determinar de caudales picos y el tránsito del volumen sólido.
- La no disponibilidad de datos de entrada para el componente hidrológico no permitió la aplicación de un modelo de simulación para establecer los escenarios reales referidos a crecidas excepcionales.
- Para la zonificación por riesgos naturales en esta investigación, se consideró la amenaza de origen hídrico solamente en términos de la ocurrencia de desbordamientos de la Quebrada Carvajal, lo que ha generado durante los últimos 10 años pérdidas económicas y damnificados. Esta consideración ha sido tomada por la Organización Panamericana de la Salud (1998) como aspecto primordial para iniciar una investigación relacionada con desastres naturales asociada a inundaciones y salud pública.
- La revisión Bibliográfica realizada a nivel nacional, que incluye 150 ejemplares entre revistas, folletos, tesis y libros (localizados en ULA, UCV y UC) no refleja el estudio del factor vulnerabilidad, en consecuencia los

trabajos realizados están referidos únicamente a la amenaza natural, por lo que la evaluación del riesgo ha estado sesgada hacia su análisis y evaluación.

- La Microcuenca de la Quebrada Carvajal no dispone de estudios, con excepción de un trabajo de grado de Ingeniería Forestal (Pérez:1965).

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes de la Investigación

Importantes son los trabajos realizados a nivel mundial en relación a la influencia de los riesgos naturales en la selección de áreas aptas para desarrollo urbano, en particular como base para la zonificación de estas. La revisión bibliográfica sobre investigaciones realizadas en área por fuertes limitaciones se corresponde con:

Antonine, et al (1973) dirigen su trabajo al establecimiento de inventarios sobre riesgo, basados en levantamientos geológicos, geomorfológicos y sísmicos en Francia, permitiendo un buen desarrollo en la planificación física del espacio. Tratamientos generales y orientación básica, especialmente a lo que se refiere a naturaleza, magnitud y costos de la incidencia de los riesgos geológicos y geomorfológicos ha sido analizado ampliamente por Alfors, et al (1973).

Carrara y Merenda (1977) Evalúan la susceptibilidad de las áreas al borde de taludes (en la ciudad de Calabria – Italia) a ser afectadas por diversos tipos de movimientos en masa, estos investigadores han desarrollado una metodología llamada **“superposición de factores”**, que permite analizar el grado de estabilidad de un área considerando algunas variables antrópicas desde los daños producidos por los movimientos en masa a las redes de tuberías de agua potable, vías de comunicación, instalaciones, viviendas y las variables físico naturales como las fuentes de erosión. Este enfoque metodológico agrupa las variables para examinar los sitios urbanos altamente propensos a movimientos en masa para finalmente realizar una zonificación en función del porcentaje de áreas propicias a deslizamientos activos y fenómenos erosivos.

Fenando (1993) en su trabajo evalúa la dinámica natural en cuencas hidrográficas en Chile a partir de categorías de estabilidad y niveles de erosividad lo que sirve de fundamento en la selección de sitios adecuados para ubicar infraestructuras. El enfoque metodológico empleado por Fenando se refiere a la aplicación de un modelo matemático que permite realizar la sectorización de las áreas de acuerdo a los factores de erosividad e inestabilidad máxima.

Por otra parte Vidal, et al (2001) evalúan y categorizan mediante Sistemas de Información Geográficas (SIG) las áreas de riesgos sísmico, de inundación fluvial, anegamiento y procesos de remoción en masa en la ciudad de Concepción Chile, con el propósito de contribuir a la prevención y mitigación de riesgos naturales y a un ordenamiento sustentable del territorio estudiado. Para el logro de los objetivos se adaptó la metodología de evaluación de desastres naturales propuesta por la Organización de las Naciones Unidas (Ayala 1993), que contempla la evaluación integral del riesgo a partir del análisis matricial de sus factores: peligrosidad, vulnerabilidad y exposición y su posterior agregación cartográfica a través de Sistema de Información Geográfico.

www.bdigital.ula.ve

Varios intentos se han realizado en Venezuela para estudiar los niveles de estabilidad relativa en áreas urbanas susceptibles a movimientos en masa, sismicidad o por acciones hídricas, sin embargo estas investigaciones fundamentalmente han estado orientadas hacia el reconocimiento de las condiciones geológicas, geomórficas y sísmicas, requiriéndose un esfuerzo para desarrollar una investigación que permita determinar cómo la ocupación urbana en sitios inadecuados ocasiona movimientos en masa superficiales que podrían generar a corto plazo procesos geomórficos irreversibles y contribuir a aumentar el porcentaje de terreno inestable en las áreas urbanas.

Singer (1980) señala que el agotamiento de las disponibilidades de terrenos aptos para la construcción y el desconocimiento del potencial de riesgos geológicos de los sitios para urbanizar son los problemas más comunes en la mayoría de las ciudades de Venezuela y particularmente de las zonas montañosas.

Ferrer (1981) presenta una visión general de los problemas de inestabilidad y otras limitaciones físico naturales en áreas que próximamente van a urbanizarse en la ciudad de Mérida. Al mismo tiempo hace referencia a la correlación factorial como un método para definir la estabilidad relativa de los terrenos con especial énfasis en las áreas propensas a ser afectadas por movimientos en masa, obteniéndose una combinación de factores que facilitan la cuantificación de las variables.

Soto y León (1982) señalan los levantamientos geomorfológicos, litológicos y morfoestructurales detallado de Lagunillas – San Juan en el Estado Mérida, Venezuela, lo que permitió la elaboración de una matriz de comportamiento (niveles de estabilidad vs. efectos), la zonificación del grado relativo de estabilidad de los terrenos de la zona y los niveles de erosión hídrica.

Escobar y Piñango (1987) estudiaron los riesgos naturales para la ciudad de Valera, superponiendo los mapas de pendiente, geomorfológico, geológico y densidad de población, haciendo mayor énfasis en las amenazas naturales determinando las áreas más propensas a ser afectadas por un fenómeno natural.

Iannuzzi (1997) evaluó e implementó en su trabajo una metodología orientada a objetos para el desarrollo de sistemas de información geográfica en la gestión y administración de desastres naturales relacionado con eventos sísmicos y zonificación de riesgos a movimientos de masa. Esta metodología consistió en una base de datos espacial con acceso, almacenamiento, recuperación, interrogación y gestión de los datos útiles para la generación de escenarios sísmicos en la ciudad de Mérida.

Rosales (2000) aplica un modelo matemático que reúne 8 variables en función del factor suelo, para sectorizar áreas por categoría de edificación el cual representa el análisis de elementos complejos cuya agrupación facilitó la interpretación de los resultados en función de un índice Global o de Sectorización. El análisis de los elementos de valoración determinaron y facilitaron la incorporación de índices de evaluación cuya ponderación variaron en una escala unipolar de uno (1) a cinco (5), aumentando el valor de cada índice a medida que existían mayores posibilidades de desarrollo

urbano. Todos estos índices fueron estudiados por medio de ensayos de laboratorio lo que permitió determinar el comportamiento del suelo y por observación directa en campo para el resto de los elementos estudiados especialmente la erosión por sufusión mecánica. Los resultados obtenidos permitieron definir sectores con diferentes características que se le pudieron asignar las categorías de edificación a toda la zona bajo estudio.

Mora (2001) estudia y evalúa inundaciones a partir de la aplicación de datos geométricos (secciones transversales y longitudes de tramo) y de flujo (caudales, cota de lámina de agua, curva de gastos) aplicado un modelo de simulación hidrológica que considera la presencia de obras en el cauce. Los resultados obtenidos se refieren al cálculo de caudales líquidos y sólidos, zonificación cartográfica de la amenaza hidrológica. Llegando a la conclusión que modelos de simulación hidrológica permiten representar eventos atípicos dentro de un cono de deyección. Esta investigación será de gran utilidad como punto de partida para estudiar las amenazas hidrológicas en el área de estudio.

Ferrer y Laffaille (2002) proponen una técnica que permite definir para regiones montañosas niveles de susceptibilidad expresados en término de estabilidad / inestabilidad y propensión al colapso de laderas, los cuales utilizaron parámetros físicos tales como los valores de pendiente, litología y

disposición estructural en el sentido de establecer relaciones entre discontinuidades e inclinación del terreno. La idea fundamental de la propuesta es producir un conjunto de planos donde expresen niveles de susceptibilidades.

El Ministerio de Salud y Desarrollo Social (2003) realizó una propuesta para Venezuela, sobre la preparación y respuesta del sector salud ante emergencias y desastres, destacando la respuesta de saneamiento ambiental y el sistema de agua potable utilizando Sistemas de Información Geográfica.

www.bdigital.ula.ve

La totalidad de estos trabajos emplean reconocimientos de campo y están referidos a la definición, localización y evaluación de los niveles de riesgos naturales en función de las condiciones físico naturales además la influencia en la estabilidad de un sector de uso urbano y de qué manera la dinámica generada por las actividades antrópicas alteran las condiciones naturales de un área determinada.

2.2 Marco Teóricas

Durante tiempos inmemorables ciertas áreas del globo terráqueo han sido víctimas de tragedias o sucesos relacionados con la ira de la madre naturaleza y durante los últimos años también relacionados con la negligencia humana al maneja los avances tecnológicos o científicos. Estos fenómenos o hechos son comúnmente llamados tragedias o calamidades sin embargo estos reciben un nombre específico dentro del acervo cultural: **Desastres.**

Según Morgan (1999) El término desastre hace referencia a las enormes pérdidas humanas y materiales que ocasionan en cierta medida por eventos o fenómenos en las comunidades como los terremotos, inundaciones, deslizamientos de tierra, deforestación, contaminación ambiental y otros.

Los desastres no son naturales, sino algunos de los fenómenos que los producen. Este término se diferencia en dos "fenómenos naturales" y "desastre natural". Donde la naturaleza se encuentra en un proceso permanente de movimiento y transformación, que se manifiesta de diferentes maneras, a través de fenómenos de cierta regularidad como la lluvia en algunos meses del año, y de aparición extraordinaria y sorprendente, como los temblores de la tierra, las erupciones volcánicas o el desgaste natural del suelo (Lungo y Biales 1996).

Otros desastres pueden ser causados por ciertas actividades humanas, que alteran la normalidad del medio ambiente. Algunos de estos son: la contaminación del medio ambiente, la explotación errónea e irracional de los recursos naturales renovables como los bosques y el suelo y no renovables como los minerales, la construcción de viviendas y edificaciones en zonas de alto riesgo.

Sin duda alguna tanto los desastres naturales como los originados por la acción humana, pueden guiar en una comunidad o a todo un país a la confusión y el caos, al afectarse su funcionamiento normal, como pérdidas de vida y daños considerables en las propiedades y servicios, esto hace que el estudio de las formas de prevenirlos y formas de minimizar sus efectos tome gran relevancia a partir de el mantener un crecimiento económico, cultural y social estable dentro de las diferentes naciones.

LOS DESASTRES Y SU IMPACTO EN LA SOCIEDAD

Es indudable decir que las amenazas naturales como los desastres en que se pueden convertir son parte integral de la vida de cualquier cultura o sociedad, en ese caso la historia de América Latina y el Caribe no varía en nada de la regla general, los terremotos y los huracanes han cobrado miles

de víctimas y han ocasionado la pérdida de muchos millones de dólares, un ejemplo claro de esto es que en 1976 un terremoto de 7.5 grados en la escala de Richter sacudió a Guatemala. En más de una tercera parte del país, casas de adobe con pesados techos de tejas, técnica constructiva heredada de la colonia española, se derrumbaron en segundos sobre sus ocupantes mientras éstos dormían. Unas 23.000 personas murieron o desaparecieron, caso similar ocurre 1979, el huracán David devastó la economía de Dominica, una pequeña isla del Caribe con 90.000 habitantes

En la región del Caribe, la estación de huracanes regula el estilo de vida y coloca en segundo plano otras amenazas naturales como los terremotos y las erupciones volcánicas que, a lo largo de los siglos, también han dejado su huella en las naciones insulares., sin duda de esta lista no puede escapar el terremoto de 1986 que en El Salvador con un total de más de 1200 muertos y cuyo factor destructivo dejó el 75% de las instalaciones de salud destruidas, así como una gran cantidad de edificios escolares, servicios de telecomunicaciones, electricidad y la red de aguas y alcantarillados, dejó un total contabilizado de más de 500000 damnificados, dado esta alta fragilidad de el área Centroamérica frente a estos imprevisto es normal que la Región represente un laboratorio óptimo para el estudio de la evolución del manejo de desastres a lo largo de las últimas décadas y un lugar óptimo para el

desarrollo de soluciones que beneficien no sólo a las América, sino a todos los países expuestos a catástrofes naturales.

América Latina y el Caribe, a pesar de su historia de desastres naturales frecuentes y devastadores, cuentan con los recursos humanos e instituciones necesarios para hacerles frente. Existen universidades con tradiciones centenarias de excelencia académica que forman destacados científicos e investigadores, expertos en sismología, meteorología, ingeniería, arquitectura, planificación urbana, economía, salud pública y otras áreas afines. Las entidades de investigación y monitoreo de la Región han invertido muchos decenios en la recopilación y difusión de datos sobre sismología y meteorología, sin embargo existen áreas donde la improvisación sigue siendo el pan de cada día frente a estos imprevistos de la naturaleza, dicha improvisación no es producto de negligencia del estado frente a este tema, sino más bien son fruto de las circunstancias socioeconómicas que en ellas prosperan, pese a esto actualmente es satisfactorio decir que pese a ese detalle actualmente la Región se encuentra en mejor situación que muchas naciones en desarrollo de otras partes del mundo. Sin embargo, aún queda por resolver la creciente vulnerabilidad ante los desastres.

Ésta es una preocupación constante, dado que países de mayor desarrollo, como México y Brasil, efectúan grandes inversiones en infraestructura ubicada en áreas altamente vulnerables a los desastres, y que la industria turística del Caribe, una de las más desarrolladas y modernas del mundo, está a merced de los huracanes que azotan cada año, visto así se puede afirmar que de el debido trato frente a esta temática se puede llegar a crear una estabilidad económica frente a futuros desastres, dicho de otra manera la oportuna creación de sistemas de protección civil y minimización de daños lograra hasta cierto sentido la creación de un soporte frente a posibles caídas en el desarrollo de estas naciones.

www.bdigital.ula.ve

TIPOS Y CLASIFICACION

Según la definición dada por la Organización de la Naciones Unidas. ONU (1999). Desastres puede ser comprendido como un suceso que causa alteraciones intensas en las personas, los bienes, los servicios y el medio ambiente, excediendo la capacidad de respuesta de la comunidad afectada, efectivamente un desastre ocurre cuando un considerable número de personas experimenta una catástrofe y sufren un daño serio o perturbación de su sistema de subsistencia, de tal manera que la recuperación resulta improbable sin ayuda externa. Se entiende por recuperación según la

Organización Panamericana de la Salud (1999), la recuperación psicológica y física de las víctimas, el reemplazo de recursos físicos y las relaciones sociales requeridas para utilizarlos.

Según Ayala (1993) Los desastres surgen de la interacción y coincidencia en un tiempo y espacio dados, de un fenómeno natural potencialmente destructivo (peligro) y condiciones de vulnerabilidad dentro de las comunidades y entornos en los cuales impacta el fenómeno. Para ejemplificar mejor este concepto se suele expresar que el desastre es la sumatoria de peligros y vulnerabilidad, con lo cual ambos factores se constituyen en condicionantes para que se produzca un desastre.

No son sólo los eventos naturales, la causa de los desastres, lo son también el medio social, político, y económico (diferente del medio ambiente natural), que estructuran de manera diferente la vida de los distintos grupos de personas. Son las estructuras sociales las que influyen en la forma como las amenazas afectan a la gente, por eso en la gestión de los desastres, debe darse énfasis tanto a las amenazas naturales propiamente dichas como al ambiente social y sus procesos.

Los desastres no deben ser tratados como eventos peculiares que merecen su propio enfoque sectorial, sino como una expresión de la problemática social o como problemas no resueltos del desarrollo, donde la vulnerabilidad no sólo es una característica de diferentes peligros o amenazas sino sobre todo de los procesos económicos, políticos y sociales.

Muchos desastres son una combinación muy compleja de amenazas naturales y acción humana. En los desastres naturales claramente está implicado un fenómeno natural que de alguna manera causa y explica directamente los daños a la vida y propiedad, sin embargo el origen político, social y económico del desastre sigue siendo causa fundamental, de esto podemos afirmar pues que existe una clasificación de estos fenómenos de acuerdo a su origen. Así pues los desastres son clasificados por Ayala (2002) en los siguientes tipos de amenazas:

- **Amenazas de Origen Natural**

Las amenazas naturales se refieren específicamente a todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos, que forman parte de la historia y de la

coyuntura de la dinámica geológica, geomorfológica, climática y oceánica del planeta, y que por su ubicación, severidad y frecuencia, tienen el potencial de afectar adversamente al ser humano, a sus estructuras y actividades.

Una frecuente clasificación de las amenazas naturales, las distingue, a partir de sus dos orígenes principales, en:

- Geológicas (que integra sísmicas, volcánicas y otras)
- Hidrometeorológicas o Climáticas (que integra atmosféricas e hidrológicas)

De la anterior clasificación se puede ampliar en una más grande de acuerdo a su tipo específico según la Organización de Estados Americanos (1993):

- **Amenazas Atmosféricas:**

Granizo: Es un tipo de precipitación consistente en granos aproximadamente esféricos de hielo y de nieve combinados, en general, en capas alternas. Las verdaderas piedras de granizo sólo se producen al empezar algunas tormentas y cuando la temperatura del suelo es bastante inferior a la de congelación.

Huracanes y similares: Los huracanes son ciclones tropicales migratorios que se originan sobre los océanos en algunas regiones del ecuador, en particular

los que surgen en las Antillas, incluso en el Caribe y el golfo de México. Los ciclones de tipo huracán del oeste del Pacífico se llaman tifones; en Filipinas se llaman baguíos y en Australia willy-willies..

La mayoría de los huracanes se forman en las zonas de calmas ecuatoriales, un cinturón estrecho caracterizado por calmas, brisas leves y variables y chubascos frecuentes, que se sitúa entre los vientos alisios del noreste y del sureste. En el Atlántico, las zonas de calmas se localizan en su mayor parte al norte del ecuador, por ello no se producen huracanes en el Atlántico Sur. En el Pacífico hay calmas al norte y al sur del ecuador, por lo tanto hay huracanes en el Pacífico Sur y Norte.

Los huracanes según Moraga (1999) consisten en vientos muy rápidos que soplan de forma circular alrededor de un centro de baja presión llamado ojo del huracán. Este centro se desarrolla cuando el aire cálido y saturado de las zonas de calmas ecuatoriales se eleva empujado por aire frío más denso. Desde el borde de la tormenta hasta su centro, la presión atmosférica cae bruscamente mientras que la velocidad del aire aumenta.

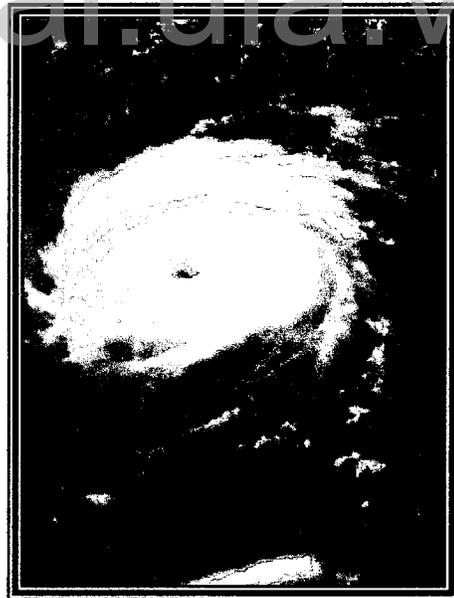


Figura N° 1 Huracan Andrew

Los vientos alcanzan una fuerza máxima cerca de los puntos de baja presión (en torno a 724 mm de mercurio o 0,85 atmósferas). El diámetro del área cubierta por vientos destructivos puede superar los 250 km. Los vientos menos fuertes cubren zonas con un diámetro medio de 500 km. La fuerza de un huracán se evalúa con un índice entre 1 y 5. El más suave, con categoría 1, tiene vientos de cuando menos 120 km/h. Los vientos del más fuerte (y menos común), con categoría 5, superan los 250 km/h. En el interior del ojo del huracán, que tiene un diámetro medio de 24 km, los vientos se paran y las nubes se elevan, aunque el mar permanece muy agitado

Los daños producidos por este tipo de fenómenos son muchísimos tal que van desde daños a la infraestructura de la región a los daños en las cosechas y por tanto un declive a nivel económico grave, esto podemos verlo con mayor claridad en los efectos que tuvo el huracán Mitch en El Salvador donde el total de daños inventariado fue de 10,372 viviendas destruidas. La pérdida del 75% de la producción. 10 puentes destruidos, 326 centros de educación afectados y 15 instalaciones de salud. A eso sumado los daños en la red de acueductos, electricidad y telecomunicación, dicho nivel de daño es extensivo incluso en mayor grado a otros países del área centroamericana como el caso de Guatemala y Honduras (Ibarra, 1999).

Otro tipo de desastres atmosférico es el ciclón este es Sistema cerrado de circulación a gran escala, dentro de la atmósfera, con presión barométrica baja y fuertes vientos que rotan en dirección contraria a las manecillas del reloj en el hemisferio Norte, y en dirección de las manecillas del reloj en el hemisferio Sur. En el Océano Indico y en el Pacífico del sur se les denomina así, normalmente poseen la misma característica destructiva de los huracanes

Tornados: Los tornados son definidos vulgarmente como torbellinos de viento Son definidos por la Organización Meteorológica Mundial (1989) como tempestad de vientos localizada y de gran violencia destructiva que se produce sobre tierra firme. Se caracteriza por presentarse como una nube en forma de columna alargada, de acelerada rotación, proyectada hasta el suelo y que deja a su paso un rastro de gran destrucción.

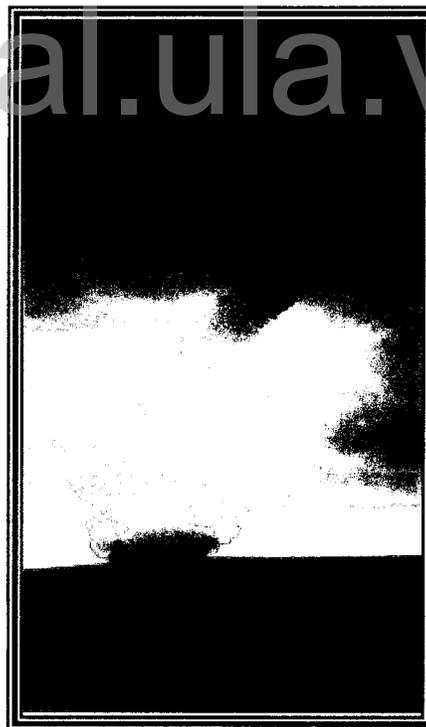


Figura N° 2 Tornado

Los daños producidos por un tornado son el resultado tanto de estos vientos como de una presión muy reducida del centro de la chimenea, que provoca la explosión de las estructuras que no tienen ventilación suficiente y que, por tanto, no equilibran rápidamente la diferencia de presión

Por último se tiene la tormenta tropical que es definida como se forman sobre los mares abiertos y se caracterizan por sus vientos extraordinariamente destructivos con una velocidad entre 64 y 117 km/h, lluvias torrenciales, olas de tormenta en alta mar, intenso oleaje en el litoral, inundaciones costeras, inundaciones fluviales, relámpagos y truenos

www.bdigital.ula.ve

- **Amenazas Volcánicas**

Las erupciones volcánicas según Ayala (2002) son consideradas como la descarga de fragmentos, en el aire o en el agua, de lava y gases a través del cráter de un volcán o de las paredes del edificio volcánico. Son la expulsión del magma ardiente, gases y cenizas por el espacio aéreo y terrestre de que circunda al volcán. En una erupción violenta de un volcán la lava está muy cargada de vapor y de otros gases, como dióxido de carbono, hidrógeno,

monóxido de carbono y dióxido de azufre, que se escapan de la superficie con explosiones violentas y que ascienden formando una nube turbia. Estas nubes descargan, muchas veces, lluvias copiosas.

Porciones grandes y pequeñas de lava son expelidas hacia el exterior, y forman una fuente ardiente de gotas y fragmentos clasificados como bombas, brasas, cenizas, según sus tamaños y formas. Estos objetos o partículas se precipitan sobre las laderas externas del cono o sobre el interior del cráter, de donde vuelven a ser expulsadas una y otra vez. También pueden aparecer relámpagos en las nubes, en especial si están muy cargadas de partículas de polvo.

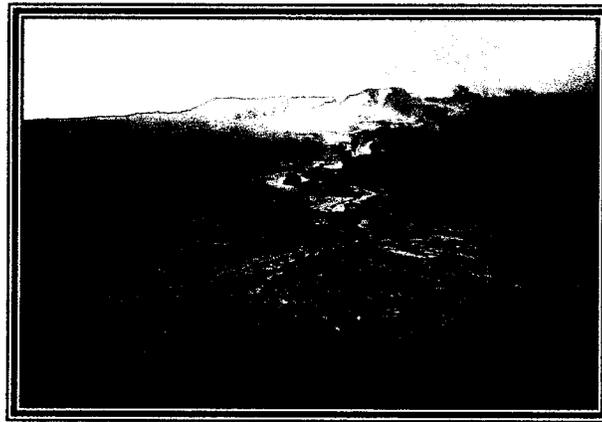


Figura N° 3 Volcán en Erupción

- **Amenazas Sísmicas**

Terremoto: son según Larotta (1977) vibraciones producidas en la corteza terrestre cuando las rocas que se han ido tensando se rompen de forma súbita y rebotan. Las vibraciones



Figura N° 4 Terremoto de México 1985

pueden oscilar desde las que apenas son apreciables hasta las que alcanzan carácter catastrófico. En el proceso se generan seis tipos de ondas de choque. Dos se clasifican como ondas internas —viajan por el interior de la Tierra— y las otras cuatro son ondas superficiales. Las ondas se diferencian además por las formas de movimiento que imprimen a la roca. Las ondas primarias o de compresión (ondas P) hacen oscilar a las partículas desde atrás hacia adelante en la misma dirección en la que se propagan, mientras que las ondas secundarias o de cizalla (ondas S) producen vibraciones perpendiculares a su propagación. Las ondas P siempre viajan a velocidades mayores que las de las ondas S; así, cuando se produce un sismo, son las primeras que llegan y que se registran en las estaciones de investigación geofísica distribuidas por el mundo.

Dichos fenómenos son medidos en diferentes escalas las cuales estiman el grado de daño que esto pueden haber causado, Una es la escala de Richter (nombre del sismólogo estadounidense Charles Francis Richter) que mide la energía liberada en el foco de un sismo. Es una escala logarítmica con valores entre 1 y 9; un temblor de magnitud 7 es diez veces más fuerte que uno de magnitud 6, cien veces más que otro de magnitud 5, mil veces más que uno de magnitud 4 y de este modo en casos análogos. Se estima que al año se producen en el mundo unos 800 terremotos con magnitudes entre 5 y 6, unos 50.000 con magnitudes entre 3 y 4, y sólo 1 con magnitud entre 8 y 9. En teoría, la escala de Richter no tiene cota máxima, pero hasta 1979 se creía que el sismo más poderoso posible tendría magnitud 8,5. Sin embargo, desde entonces, los progresos en las técnicas de medidas sísmicas han permitido a los sismólogos redefinir la escala; hoy se considera 9,5 el límite práctico.

La otra escala, introducida al comienzo del siglo XX por el sismólogo italiano Giuseppe Mercalli, mide la intensidad de un temblor con gradaciones entre I y XII. Puesto que los efectos sísmicos de superficie disminuyen con la distancia desde el foco, la medida Mercalli depende de la posición del sismógrafo. Una intensidad I se define como la de un suceso percibido por pocos, mientras que se asigna una intensidad XII a los eventos catastróficos que provocan destrucción total. Los temblores con intensidades entre II y III

son casi equivalentes a los de magnitud entre 3 y 4 en la escala de Richter, mientras que los niveles XI y XII en la escala de Mercalli se pueden asociar a las magnitudes 8 y 9 en la escala de Richter.

Los tsunamis según Ayala (2002) son otro tipo de desastres sísmicos, definidos por la palabra japonesa utilizada a su vez como término científico para describir las olas marinas de origen sísmico. Se trata de grandes olas generadas por un terremoto submarino o maremoto, cuando el suelo del océano bascula durante el temblor o se producen corrimientos de tierra. La mayoría de los tsunamis se originan a lo largo del denominado Anillo de Fuego, una zona de volcanes e importante actividad sísmica de 32.500 km de longitud que rodea el océano Pacífico. Por este motivo, desde 1819 han llegado a las costas de Hawai alrededor de 40 tsunamis.

Un tsunami puede viajar cientos de kilómetros por alta mar y alcanzar velocidades en torno a los 725 u 800 km/h. La ola, que en el mar puede tener una altura de solo un metro, se convierte súbitamente en un muro de agua de 15 m al llegar a las aguas poco profundas de la costa y es capaz de destruir las poblaciones que encuentre en ella.

El maremoto que es definido por Caputo, Hardoy y Herzer (1985) como una invasión súbita de la franja costera por las aguas oceánicas debido a un tsunami, una gran ola marítima originada por un temblor de tierra submarino. Esta invasión ocurre de forma excepcional y suele causar graves daños en el área afectada. Los maremotos son más comunes en el litoral, bañado por el océano Pacífico, de las zonas sísmicamente activas. Los términos maremoto y tsunami se consideran sinónimos.

- **Amenazas Hidrológicas**

www.bdigital.ula.ve

Inundación: aumento significativo del nivel de agua de un curso de agua, lago reserva o región costera. La crecida es una inundación perjudicial de los bienes y terrenos utilizados por el hombre, que puede clasificarse en dos tipos: rápidas y lentas.



Figura N° 5 Inundación en el Salvador 1999

Las causas de las inundaciones se dan cuando llueve o nieva, parte del agua que cae es retenida por el suelo, otra es absorbida por la vegetación, parte se evapora, y el resto, que se incorpora al caudal de los ríos recibe el nombre de aguas de escorrentía. Las inundaciones se producen cuando, al no poder absorber el suelo y la vegetación toda el agua, ésta fluye sin que los ríos sean capaces de canalizarla ni los estanques naturales o pantanos artificiales creados por medio de presas puedan retenerla.

Las escorrentías alcanzan cerca de un 30% del volumen de precipitación, y esta cantidad puede aumentar al fundirse las masas de nieve. Las cuencas de muchos ríos se inundan periódicamente de manera natural, formando lo que se conoce como llanura de inundación. Las inundaciones fluviales son por lo general consecuencia de una lluvia intensa, a la que en ocasiones se suma la nieve del deshielo, con lo que los ríos se desbordan. Se dan también inundaciones relámpago en las que el nivel del agua sube y baja con rapidez. Suelen obedecer a una lluvia torrencial sobre un área relativamente pequeña. Las zonas costeras se inundan a veces durante la pleamar a causa de mareas inusualmente altas motivadas por fuertes vientos en la superficie oceánica, o por maremotos debidos a terremotos submarinos.

Las inundaciones no sólo dañan la propiedad y amenazan la vida de humanos y animales, también tienen otros efectos como la erosión del suelo y la sedimentación excesiva. A menudo quedan destruidas las zonas de desove de los peces y otros hábitats de la vida silvestre. Las corrientes muy rápidas ocasionan daños mayores, mientras que las crecidas prolongadas de las aguas obstaculizan el flujo, dificultan el drenaje e impiden el empleo productivo de los terrenos. Se ven afectados con frecuencia los estribos de los puentes, los peraltes de las vías, las canalizaciones y otras estructuras, así como la navegación y el abastecimiento de energía hidroeléctrica.

La sequía es otro fenómeno que está dentro de esta clasificación, es definida como la situación climatológica anormalmente seca en una región geográfica en la que cabe esperar algo de lluvia.



Figura N° 6 Sequía

La sequía es, por tanto, algo muy distinto al clima seco, que corresponde a una región que es habitual, o al menos estacionalmente, seca.

El término *sequía* se aplica a un periodo de tiempo en el que la escasez de lluvia produce un desequilibrio hidrológico grave: los pantanos se vacían, los pozos se secan y las cosechas sufren daños. La gravedad de la sequía se calibra por el grado de humedad, su duración y la superficie del área afectada. Si la sequía es breve, puede considerarse un periodo seco o sequía parcial. Un periodo seco suele definirse como más de 14 días sin precipitaciones apreciables, mientras que una sequía puede durar años.

- **Otras Amenazas Geológicas e Hidrológicas.**

www.bdigital.ula.ve

Dentro de esta clasificación entran lo que son los deslizamientos de tierra, estos son movimientos hacia afuera o cuesta abajo de materiales que forman laderas (rocas naturales y tierra). Son desencadenados por lluvias torrenciales, la erosión de los suelos y temblores de tierra, pudiendo producirse también en zonas cubiertas por grandes cantidades de nieve (avalanchas).

El derrumbe de minas o desprendimiento de rocas: que es un desastre que se produce en excavaciones subterráneas. Cuando ocurre un hundimiento

subterráneo, se desprende parte del material rocoso que recubre las galerías, bloqueándolas.

Un punto que vale la pena aclarar respecto a este tema es que si bien las amenazas se materializan frecuentemente como eventos inconexos, también pueden superponerse. Por ejemplo, los huracanes y los maremotos (tsunamis) pueden producir inundaciones, o los terremotos pueden causar derrumbes.

• Amenazas de Origen Antrópico.

Se trata de las amenazas directamente atribuibles a la acción humana sobre los elementos de la naturaleza (aire, agua y tierra) y sobre la población, que ponen en grave peligro la integridad física y la calidad de vida de las comunidades. En general, la literatura especializada en la materia, destaca dos tipos: las amenazas antrópicas de origen tecnológico y las referidas a la guerra y violencia social.

- **Amenazas Antrópicas de Origen Tecnológico**

Bajo esta denominación se tratan aquellas amenazas cuyo origen se refiere a las acciones que la humanidad impulsa para, aprovechar la transformación de la naturaleza. Algunos autores distinguen entre las amenazas por contaminación y las directamente referidas a procesos tecnológicos.

Las primeras, aunque tengan similitud con las amenazas socio naturales, poseen una diferenciación frente a estas ya que en ellas el sentido de que toman la forma de elementos de la naturaleza (aire, agua y tierra) "transformados"; así, son amenazas basadas en y construidas sobre elementos de la, naturaleza, pero que no tienen una expresión en la naturaleza misma, como sucede con las socio-naturales

Esto quiere decir que no ponen en peligro a la población a través de impactos externos, sino que deterioran la base biológica y la salud de la, población. Además, por relacionarse con medios difusos y fluidos, interconectados entre sí, los impactos potenciales se difunden ampliamente en el ámbito local, regional, nacional e incluso internacional. En este grupo,

por tanto, pueden clasificarse el vertimiento de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas al ambiente, sean domésticas o de tipo industrial (sustancias químicas, radioactivas, plaguicidas, residuos orgánicos y aguas servidas, derrames de petróleo).

Las segundas, llamadas también directamente tecnológicas, son aquellas que se derivan de la operación en condiciones inadecuadas de actividades potencialmente peligrosas para la comunidad o de la existencia de instalaciones u otras obras de infraestructura que, encierran peligro para la seguridad ciudadana.

www.bdigital.ula.ve

La posibilidad de fallas dentro de la infraestructura y dinámica industrial genera una serie de amenazas, que en caso de concretarse, aún cuando afecte espacios limitados, puede generar un impacto, importante contra una cantidad significativa de personas, dadas las condiciones de densidad y no planificación urbana, que usualmente caracteriza estas zonas de influencia.

- **Amenazas Antrópicas Referidas a la Guerra y la Violencia Social**

La confrontación armada de unas naciones contra otras o al interior de una misma nación puede ser una fuente considerable de desastres. De hecho, la Segunda Guerra Mundial es considerada por muchos autores como el mayor desastre de la era moderna, con sus quince millones de muertos y la vasta destrucción de varias naciones europeas y del Lejano Oriente. Durante el siglo XX la guerra se ha cobrado 120 millones de vidas humanas, dos tercios de las cuales formaban parte de la población civil. Especialmente durante la segunda mitad de este siglo, las guerras que adquirían cierta dimensión han utilizado progresivamente mayor cantidad de armas de destrucción masiva que devastaba brutalmente el medio ambiente, tanto natural como urbano.

- **Amenazas Socio-Naturales**

Son aquellas que se expresan a través de fenómenos que parecen ser productos de la dinámica de la naturaleza, pero que en su ocurrencia o en la agudización de sus efectos, interviene la acción humana

Visto de otra forma, las amenazas socio-naturales pueden definirse como la reacción de la naturaleza frente a la acción humana perjudicial para los ecosistemas. Las expresiones más comunes de las amenazas socio-naturales se encuentran en las inundaciones, deslizamientos, hundimientos, sequías, erosión costera, incendios rurales y agotamiento de acuíferos.

La deforestación y destrucción de cuencas, la desestabilización de pendientes por el minado de sus bases, la minería subterránea, la destrucción de los manglares, la sobre explotación de los suelos y la contaminación atmosférica, forman parte de las razones que dan explicación a estas amenazas. Existe coincidencia en torno a la necesidad de prever la acentuación de amenazas ya conocidas y la aparición de nuevas, relacionadas con cambios climáticos inducidos por la contaminación atmosférica, el agotamiento de la capa de ozono y la acentuación del efecto invernadero; cambios en el nivel de los mares, aumento y recurrencia de huracanes, agudas precipitaciones y sequías, forman parte de los pronósticos climatológicos para el próximo siglo.

VULNERABILIDAD A LOS DESASTRES

La vulnerabilidad según Pizarro (2001) puede comprenderse como aquel conjunto de condiciones a partir de las cuales una comunidad está o queda expuesta al peligro de resultar afectada por una amenaza, sea de tipo natural, antropico o socio-natural.

Este concepto, al igual que los demás que se manejan en la gestión del riesgo, es relativo por lo que toma dimensiones y niveles de análisis distintos según sean las condiciones particulares de cada comunidad. Así, por ejemplo, en comunidades radicadas en una región altamente sísmica, las edificaciones más vulnerables a la amenaza de un terremoto o sismo fuerte, serán aquellas cuya construcción no sea antisísmica; paralelamente, las estructuras más seguras (o menos vulnerables) serán las que sí cuentan con ese criterio de construcción, además de lo antes mencionado este aspecto comprende la capacidad de una comunidad para recuperarse de los efectos de un desastre.

La vulnerabilidad entendida como debilidad frente a las amenazas y como incapacidad de recuperación después de que ha ocurrido un no sólo depende de la vecindad física de las poblaciones a las fuentes de las

amenazas, sino de otros múltiples factores de distinta índole, todos presentes en las comunidades. Así pues podemos hablar de una serie de factores los cuales juegan un papel determinante en la mitigación de daños respecto a estos desastres, así pues en el caso específico de América Latina. Ratick, desglosó así los componentes de la vulnerabilidad en los siguientes:

- **Exposición:** la intersección de la actividad humana el uso del suelo y el medio ambiente construido con los patrones de amenaza
- **Resistencia:** la capacidad de una sociedad y el medio ambiente construido a resistir el impacto de los eventos amenazantes
- **Resilencia:** la capacidad de una sociedad de recuperarse después del impacto
- **Recuperación:** la capacidad de una sociedad de reconstruir después de un desastre
- **Aprendizaje:** la capacidad de una sociedad de aprender de los desastres ocurridos
- **Adaptación:** la capacidad de una sociedad de cambiar sus patrones de conducta a raíz de la ocurrencia de desastres

Considerando estas características que permiten integrar una serie de factores en el análisis, es que puede hablarse de la existencia de una vulnerabilidad global, la que refiere a un proceso complejo, dinámico y cambiante que determina la probabilidad de que una comunidad quede

expuesta o no a la ocurrencia e impacto de un desastre, o que tenga más o menos posibilidades de recuperación. Según Wilches-Chaux, la vulnerabilidad global está integrada, por diferentes tipos de vulnerabilidades específicas: la física, económica, social, política, técnica, ideológica, cultural, educativa, ecológica y la institucional, en el caso de América Latina estos aspecto toma mayor relevancia pues estos son los que determinar en gran manera que realmente los sistemas de protección establecidos sean promovidos y desarrollados, dicho desarrollo esta íntimamente relacionado en la región con el mantenimiento de un índice estable de crecimiento económico así pues Wilches-Chaux menciona los siguiente aspecto que desarrollan a su vez tipos diferentes de vulnerabilidades planteadas en áreas específica.

- **Vulnerabilidad Geológica.**

Se relaciona con la ubicación geológica de grandes o pequeños asentamientos en zonas de riesgo físico (faldas de volcanes, zonas de inundación de ríos, zonas de deslizamientos, etc) y las calidades y condiciones técnicas materiales de ocupación o aprovechamiento del ambiente y sus recursos que está a disposición de estos contingentes de población. América Latina y el Caribe representan una sexta parte de la

superficie terrestre, con una extensión de 11.263 kilómetros desde el Cabo de Hornos hasta la frontera sur de los Estados Unidos (Lungo y Baires. 1995).

Según ONU (1995) Las condiciones geológicas y climáticas de América Latina y específicamente de Centroamérica y el Caribe hace de ella una zona propensa en extremo a los desastres sísmicos, hidrológicos (Huracanes) y de tipo volcánico dada su amplia condición montañosa, además las condiciones de explotación de los recursos naturales aceleran el desgaste de los mismo provocando así pues alto nivel de peligrosidad de concurrencia de desastres de tipo socio-natural en la región.

- **Vulnerabilidad Económica**

Sin duda, la condición de pobreza aumenta el riesgo y la magnitud de un desastre. Además de la ausencia de recursos económicos, este tipo de vulnerabilidad tiene que ver con la mala utilización de los recursos disponibles para una correcta gestión del riesgo, entre ellos la dependencia económica nacional, la ausencia de presupuestos públicos que prevean los

gastos por el ciclo de los desastres, la poca diversificación productiva de las economías de la región, entre otros.

Sobre esto el El Banco Mundial ha adoptado el producto nacional bruto (PNB) como parámetro para clasificar las economías de los países y distinguir los diferentes niveles del desarrollo económico. Sin embargo, las estadísticas sobre el PNB pueden conducir a conclusiones erróneas en el caso de América Latina y el Caribe, ya que ocultan el problema fundamental de la distribución desigual de la riqueza.

www.bdigital.ula.ve

Todavía, en algunos países de la Región, la riqueza y el poder político continúan en manos de unos pocos y el capital se invierte en el exterior y no en la economía nacional.

Hasta fines de la década de los años setenta, las economías de la mayoría de los países de la Región alcanzaron un crecimiento sostenido, aunque esto no siempre se tradujo en una mejoría de los indicadores sociales. Tal es el caso de Brasil, la economía más fuerte de América Latina que, aunque entre 1961 y 1979 duplicó su producto per cápita, tuvo logros más modestos en la

reducción del analfabetismo y de la mortalidad infantil que las logradas por Chile, Cuba, Jamaica y Uruguay, donde se registró un crecimiento económico más bajo. Los indicadores socioeconómicos y la clasificación por "índice de desarrollo humano", preparada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2000) para indicar niveles de ingreso, esperanza de vida y educación. Este índice muestra que algunos países pueden tener niveles de ingreso similares y diferentes niveles de desarrollo humano, lo cual es un indicador de la inversión realizada en la educación y la salud de una población.

www.bdigital.ula.ve

Durante la recesión global de los años ochenta, la mayoría de los países de la Región fueron afectados por una crisis en sus economías y en sus sistemas políticos que provocó una disminución progresiva de su participación en los mercados internacionales y en la inversión productiva. Las políticas de ajuste estructural se aplicaron con un enorme costo social, profundizando la inequidad social y económica al afectar a los sectores más pobres de la población e inclusive contribuyendo al deterioro de las condiciones de vida de la clase media. Un efecto muy visible de la crisis ha sido el deterioro de los servicios públicos, particularmente en los sectores de salud y educación y, en general, en la calidad de vida de los estratos menos protegidos.

- **Vulnerabilidad Social:**

Está relacionada con el conjunto de relaciones sociales, formas de organización, y conductas individuales y colectivas que favorecen una mayor exposición frente a una amenaza, tales como el grado de organización y cohesión interna de comunidades bajo riesgo, vulnerabilidad que se convierte en una incapacidad para prevenir, mitigar o responder a una situación de desastre.

Actualmente América Latina y el Caribe tienen una población de 450 millones de habitantes y, de acuerdo con las proyecciones de Naciones Unidas, para 1995 la población total de la Región alcanzó 482 millones, constituyendo el 61% del total de la población del Hemisferio Occidental. Para el año 2025, la población rondará los 650 millones

Los países en desarrollo han tenido, históricamente, niveles altos tanto de natalidad como de mortalidad, lo que mantuvo el crecimiento de la población en niveles relativamente bajos. Pero en los últimos 40 años, los avances en los servicios de salud, saneamiento y educación han contribuido a reducir la mortalidad de infantes y niños, y por ende a un aumento en la población. En América Latina, el índice de crecimiento disminuyó del 3% en que se

encontraba en la década de los años cincuenta, al 2,1% en 1999, aunque una gran parte de la población tiene menos de 15 años, y las mujeres jóvenes ya están alcanzando la edad reproductiva, por lo que no se espera que la actual tasa de crecimiento se reduzca sustancialmente hasta el año 2020. (ONU 1999)

América Latina y el Caribe han pasado por un proceso de urbanización acelerada en las últimas décadas. El 75% de la población se concentra en las ciudades, con lo que la Región sobrepasa al resto del mundo en desarrollo en lo referente a niveles de urbanización

www.bdigital.ula.ve

- **Vulnerabilidad Ecológica:**

Delata la forma adecuada o no de cómo una comunidad explota los elementos de su entorno, debilitándose a sí misma y debilitando al ecosistema para absorber los traumatismos ocasionados. En general, la vulnerabilidad ecológica muestra como los modelos de desarrollo siguen divorciados del medio ambiente y a diferencia de una relación de convivencia, lo que prevalece son prácticas de dominación sobre éste, lo que

conduce irremediablemente a la alteración, vulnerabilización y destrucción de los ecosistemas. A nivel mundial, el más dramático ejemplo de cómo el modelo de desarrollo industrial ha incrementado la vulnerabilidad de la especie humana frente a fenómenos "normales" de nuestro planeta, es la destrucción de la capa de ozono que convierte a los rayos ultravioletas procedentes del Sol en peligrosa amenaza

- **Vulnerabilidad Política:**

Se relaciona directamente, en el marco de una amenaza y desastre, con el nivel de autonomía en la toma de decisión y capacidad de gestión y negociación sobre estas decisiones frente actores externos (como pueden ser el gobierno, la cooperación internacional, las instituciones gubernamentales o los medios de comunicación). Este especial tipo de vulnerabilidad también evidencia la incapacidad de las comunidades para idear y presentar propuestas y alternativas propias para reducir los niveles de dependencia de las decisiones de los actores externos mencionados.

- **Vulnerabilidad Ideológica:**

Los seres humanos manejan ideas preestablecidas sobre los fenómenos de la naturaleza y su relación con la comunidad. Dichas concepciones determinan en muy buena medida la forma y capacidad para hacer frente a las amenazas y sobreponerse a ellas. La vulnerabilidad ideológica evidencia todas aquellas ideas o fantasías individuales y colectivas con las que los seres humanos rodean los desastres, tales como las idea del "castigo divino", el fatalismo, la pasividad; limitando la capacidad de actuar adecuadamente frente a los riesgos.

www.bdigital.ula.ve

- **Vulnerabilidad Cultural y Educativa.**

La vulnerabilidad cultural alude a la forma de cómo las personas construyen su identidad individual y colectiva y el sentido de pertenencia frente a sus comunidades y los ecosistemas donde están ubicadas. Tomándose en cuenta todos aquellos manejos inadecuados que hacen diferentes actores (entre ellos los medios de comunicación colectiva) que desafortunadamente

contribuyen a internalizar imágenes estereotipadas sobre el medio y los desastres potenciales o reales.

La vulnerabilidad educativa pues se refiere directamente a la calidad de educación, que en materia de desastres, manejan las comunidades sobre los contenidos conceptuales, métodos y prácticas de vida, para prepararse adecuadamente (a nivel individual, familiar y comunitario) y enfrentar o interactuar con situaciones de desastre. Lamentablemente, la historia y la experiencia muestran cómo en la mayoría de los países, no existen una política educativa instruyan correctamente y sistemáticamente sobre el medio en el que viven sus pobladores.

Pese a que en los países de América Latina y el Caribe aún persisten graves problemas de salud, la esperanza de vida es más larga y la tasa de mortalidad infantil más baja que en cualquier otra región en desarrollo. Se han logrado importantes adelantos en la reducción de la mortalidad infantil en todo el mundo, hasta lograr que los índices hayan descendido en un tercio en todos los países en desarrollo durante los últimos 30 años (OPS, 1999). Sin embargo, millones de niños continúan muriendo de enfermedades inmuno prevenibles, y no tienen acceso al agua potable ni a una nutrición adecuada.

En África, aproximadamente 175 de cada 1.000 niños mueren antes de alcanzar los cinco años; en América Latina esta cifra llega a 60 por cada 1.000 y en el Caribe de habla inglesa es menor a 30 por cada 1.000. En las naciones industrializadas este indicador se estima en 15 muertes por cada 1.000 niños. La disminución en las tasas de mortalidad de infantes y de niños en la Región se debe en gran parte a los logros en materia de atención primaria de salud.

- **Vulnerabilidad Institucional:**

www.bdigital.ula.ve

Referente todos aquellos obstáculos formales (obsolescencia y rigidez institucionales, burocracia, politización, corrupción de los servicios públicos, etc, impiden una adecuada adaptación de la comunidad respecto a su realidad cambiante y una rápida respuesta en caso de desastre.

- **Vulnerabilidad Técnica**

Hace referencia a las inadecuadas técnicas de construcción de edificios e infraestructura básica en zonas de riesgo.

Es importante señalar que a pesar de ser tratados como ámbitos separados cada uno de estos tipos de vulnerabilidad actúa en conjunto con las demás, se interrelacionan a la hora de ver realmente el grado de vulnerabilidad y capacidad de reacción que posee determinada región.

Esto no lleva a decir que en verdad los conceptos de vulnerabilidad y capacidad de acción están dentro de una misma esfera, no se trata de dimensiones que operan en planos diferentes, sin relación directa posible, como aparece en algunas propuestas. Por el contrario, la vulnerabilidad puede entenderse como lo que le falta a una comunidad para tener una capacidad total para evitar el desastre.

Esta perspectiva permite captar directamente la importancia de incrementar las capacidades reales de una comunidad para disminuir su riesgo, porque cuanto mayor sea ese factor la vulnerabilidad tenderá a disminuir. En una situación ideal se lograría un valor próximo a cero, lo que supondría la tendencia a la eliminación del riesgo.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Diseño Metodológico

La planificación urbana requiere de soportes técnicos que garanticen la **detección de áreas vulnerables al desencadenamiento de efectos negativos** que pudieran condicionar el desarrollo socioeconómico, por esta razón se **hace imprescindible considerar la relación entre los factores naturales, sociales y estructurales para proponer como herramienta de planificación la zonificación de riesgos naturales en áreas urbanas, para ello se requiere:**

FASE I: Diagnóstico

Consiste en la identificación y comprensión de la problemática del área bajo estudio, en lo que respecta al manejo de su territorio y sus repercusiones en el nivel de vida de sus habitantes. Los puntos que se incluyen en esta fase son: **la evaluación de los componentes físico-naturales y socioestructurales, para ello se necesita:**

- Elaborar un plan de trabajo con su respectivo cronograma de actividades donde se describen el tipo de actividad y los recursos necesarios.
- Revisar la información existente en bibliotecas, hemerotecas y planotecas.
- Aplicar encuestas socioeconómica y ambiental (ver anexo 1)
- Recolectar datos derivados a la revisión bibliográfica y recopilación de información en campo (encuesta socioeconómica y Ambiental).

FASE II: Análisis integrado de las características físicas y socio-estructurales

Mediante la culminación de la fase I (diagnóstico) se hace posible la elaboración de un análisis integrado de las características físicas y socio-estructurales del área a los fines de identificar los problemas con sus respectivas causas y efectos.

FASE III: Modelo Matemático

La zonificación de riesgos en áreas urbanas se propone en función de un modelo de análisis matemático y estadístico que permite dar resultados al realizar el respectivo cruce de variables. El modelo calcula los rangos de sectorización y representa el análisis de elementos complejos cuya agrupación facilita la interpretación de los resultados, en términos de las zonas identificadas. Este modelo permite vincular los componentes físico-naturales y socio-estructurales en la ecuación general que a continuación se presenta:

www.bdigital.ula.ve

$$Zr = (Rgeol + Rhdr + Rgeom + Cr) * 100 \quad \text{Ec. N° 1}$$

Donde:

Zonificación de Riesgos Naturales (Zr) = está representada de acuerdo con las categorías expresadas en porcentaje:

Nivel de Riesgo Crítico: Zonas en las cuales la posibilidad de afectación por las amenazas naturales es mayor a 75%, referida a la destrucción de

viviendas, obras de infraestructura , damnificados y la ocurrencia de perdidas de vidas humanas.

Nivel de Riesgo Alto: Zonas donde la posibilidad de afectación por las amenazas naturales sea entre 51% y 75%, referida a la destrucción de viviendas, obras de infraestructura y damnificados.

Nivel de Riesgo Medio: Zonas donde la posibilidad de afectación por las amenazas naturales es entre 26 % y 50% referida a viviendas y obras de infraestructura que pueden ser destruidas parcialmente.

Nivel de Riesgo Bajo: Zonas donde la probabilidad de daños a viviendas y obras de infraestructura por la ocurrencia de un evento es casi inexistente (entre 0% y 25%).

Riesgos Geológicos, Hídricos y Geomorfológicos (Rgeol, Rhidr y Rgeom) =
Para el cálculo de cada uno de los Riesgos Naturales será aplicada la ecuación expresa por Campos (1999) al interpretar los riesgos naturales como fuerzas que actúan en una misma dirección.

$$RN = A * V \quad \text{Ec. N° 2}$$

Donde:

Riesgos Naturales (RN) = probabilidad de que en una población ocurra situaciones de desastres, los cuales se configuran a partir de la interrelación entre ciertos eventos agresores potenciales o amenazas, y la susceptibilidad de la población a sufrir su impacto o vulnerabilidad.

Amenaza (A) = Probabilidad de ocurrencia en un evento adverso por la influencia de las características geológicas, hídricas y geomorfológicas.

Vulnerabilidad (V) = Susceptibilidad a la pérdida o daño de un elemento o grupos de elementos ante una amenaza (Yépez 2004).

Tanto la amenaza como la vulnerabilidad se sustentan en una serie de valores ponderados que se presentan a continuación en los cuadros N° 1, 2, 3 y 4

Cuadro N° 1
Amenazas Geológicas según la Susceptibilidad de los
Materiales a la Erosión

Aspecto	Características	Ponderación
Áreas de Amenaza Críticas	Lutitas y margas	1.5
Áreas de Amenaza Alta	Limos, arcillas y gravas depositadas por acción fluvial	1.4
Áreas de Amenaza Media	Esquistos, filitas areniscas y calizas	1.3
Áreas de Amenaza Baja	Gneises, granitos y conglomerados	0

Fuente: UFORGA - ULA (1997)

Cuadro N° 2
Amenazas Geológicas según el Grado de Fallamiento

Aspecto	Características	Ponderación
Áreas de Amenaza Críticas	Presencia de fallas observadas e inducidas	1.5
Áreas de Amenaza Alta	Presencia de fallas observadas	1.4
Áreas de Amenaza Media	Presencia de fallas inducidas	1.3
Áreas de Amenaza Baja	Sin presencia de fallas	0

Fuente: El Autor (2004)

Cuadro N° 3

Amenazas Hídricas según Crecidas Torrenciales

Aspecto	Características	Ponderación
Áreas de Amenaza Críticas	Corresponde a zonas cuya afectación a causa de una crecida sea mayor al 75% del área	1.5
Áreas de Amenaza Alta	Corresponde a zonas cuya afectación a causa de una crecida sea de 51% a 75%	1.4
Áreas de Amenaza Media	Corresponde a zonas cuya afectación a causa de una crecida sea 26% a 50 %	1.3
Áreas de Amenaza Baja	Áreas donde la probabilidad de desbordamiento es casi inexistente	0

Fuente: El Autor (2004)

Cuadro N° 4

Amenazas Geomorfológicas según la Estabilidad de los Terrenos

Aspecto	Características	Ponderación
Áreas Inestables	Terrenos de pendiente pronunciada (mayores al 35%) con movimientos de masa activos y susceptible a caída de grandes bloques.	1.5
Áreas de Inestabilidad Latente	Terrenos con pendiente moderada (25-35%) corresponde con áreas que han sido influenciadas en el pasado por procesos geomórficos y que pueden entrar en proceso de reactivación como es el caso de un deslizamiento o un sistema de cárcavas sujeto a escurrimientos concentrados.	1.4
Áreas Potencialmente Inestable	Terrenos con pendiente de suave a moderada (12-25%), guardan relación con áreas de taludes con tendencia a socavación basal que evolucionan principalmente como derrumbes y deslizamientos asociados a sismos y presencia de aguas subsuperficiales.	1.3
Áreas Estables	Terrenos de pendiente suaves (menores al 12%), procesos erosivos relacionados con escurrimiento difuso.	0

Fuente: El Autor (2004)

Cuadro N° 5

Vulnerabilidad Socioestructural

Aspecto	Características	Ponderación
Nivel Crítico	Áreas cuya afectación a causa de un evento pueden ocasionar destrucción de estructuras, infraestructuras, damnificados o la ocurrencia de pérdida de vidas humanas.	0.20
Nivel Alto	Áreas donde se puede presentar pérdidas económicas en estructuras, infraestructuras, y damnificados.	0.14
Nivel Medio	Áreas donde estructuras e infraestructuras pueden ser destruidas parcialmente.	0.08
Nivel Bajo	Áreas donde la probabilidad de ocurrencia de un evento no afecte ningún tipo de obra.	0

Fuente: El Autor (2004)

La sumatoria de los riesgos naturales va a estar dada por valores no mayores a 0.9 pero cada uno de ellos tendrá rangos comprendidos entre 0 y 0.3.

Coefficiente de Riesgo (Cr) = está representado por el valor 0.1 utilizado en la ecuación como factor de seguridad.

FASE IV: Zonificación de Riesgos Naturales en Áreas Urbanas

Fase representada por los resultados finales que determina el modelo matemático expresados cartográficamente:

- **Mapa Base:** se elabora a partir de las hojas cartográficas de fuentes primarias.
- **Mapa Geológico – Geomorfológico:** se utilizan mapas de fuentes primarias (estudios especializados) con las siguientes características: procesos y formas de vertientes, movimientos de masa, acumulaciones, fallas y estratigrafía.
- **Mapa de Pendiente:** se realiza a partir del mapa base utilizando los Sistemas de información Geográficos (SIG) por medio de software Arc View con los siguientes rangos:

P1	0 – 12	Pendiente suave
P2	12 – 25	Pendiente de suave a moderada
P3	25 – 35	Pendiente moderada
P4	35 – 50	Pendiente de moderada a pronunciada

P5	50 – 60	Pendiente pronunciada
P6	> 60	Pendiente muy pronunciada

- **Mapa de Uso del Suelo:** se realiza a partir del levantamiento de información urbana mediante chequeo de campo de los diferentes tipos de uso en particular se hace referencia al levantamiento de “estructura por estructura” para verificar el numero total de acuerdo a su uso.

Se consideran los tipos de uso de acuerdo a la clasificación de MINDUR - ULA (1996) los cuales se especifican a continuación:

Residencial

Viviendas Unifamiliares

Viviendas Multifamiliares

Hoteles

Ranchos

Comercios

Comercio al por Menor

Oficinas y Comercios al por Mayor

Automotriz incluyendo Estacionamientos

y Estaciones de Servicios

Industrias

Manufactureras

No Manufactureras

Vialidad

Vías Principales

Vías Secundarias

Equipamiento

Gubernamental

Educacional

Cultural

Religioso

Medico Asistencial

Institucional

Social

Seguridad y Defensa

Espacios Abiertos

Espacios Abiertos de Uso Público

Espacios Abiertos de Uso Privado

Cultivos en General

Bosques

Infraestructura

Instalaciones de Aguas Negras

Estaciones de Electricidad, Gas,

Acueductos, Comunicaciones

La principal herramienta para lograr el cruce de las variables es la superposición de mapas el cual se elabora mediante Sistemas de Información Geográficas (SIG), utilizando el software Arc View. A continuación se presenta los criterios utilizados para dicha superposición.

a. Modelado Cartográfico: se integran las características espaciales y temáticas de los datos geográficos para generar nuevos objetos geográficos influenciados directamente por las variables temáticas. Con este tipo de integración se facilita el análisis espacial.

Las operaciones de la superposición varían de acuerdo al tipo de topología de los datos geográficos (puntos, líneas y polígonos) de cada mapa inicial y se analizan las coincidencias de punto en línea, punto en polígono, intersección de líneas, líneas en polígonos y finalmente la coincidencia en polígonos.

La superposición se realiza en dos etapas:

1. Etapa Geométrica Topológica: en donde se determinan los nuevos polígonos generados por la intersección de dos o más mapas. En esta etapa se le asigna un identificador único a cada polígono, obteniendo como resultado el establecimiento de nuevos polígonos.

2. Etapa Carácter Temático: se le asignan valores de tipo numérico a las variables temáticas asociadas al nuevo polígono.

b. Generación de Área de Influencia: consiste en definir alrededor de un objeto geográfico con un ancho prefijado por lo que se utiliza para la elaboración del mapa de Retiros de Cuerpos de Agua.

Superposición de Mapas.

Primera Superposición: se utilizan los mapas de pendiente y geomorfológico, obteniendo como resultado un primer mapa con restricciones físico-naturales llamado estabilidad relativa. Seguidamente se describen sus características:

Inestables: Terrenos de pendiente pronunciada (mayores al 35%), con movimientos de masa activos y susceptible a caída de grandes bloques.

Inestabilidad Latente: Terrenos con pendiente moderada (25-35%), corresponde con áreas que han sido influenciadas en el pasado por procesos geomórficos y que pueden entrar en proceso de reactivación como es el caso de un deslizamiento o un sistema de cárcavas sujeto a escurrimientos concentrados.

Potencialmente Inestable: Terrenos con pendiente de suave a moderada (12-25%), guardan relación con áreas de taludes con tendencia a socavación basal que evolucionan principalmente como derrumbes y deslizamientos asociados a presencia de aguas subsuperficiales.

Áreas Estables: Terrenos de pendiente suaves (menores al 12%), procesos erosivos relacionados con escurrimiento difuso.

Segunda Superposición: se utilizan los mapas de pendiente, retiros de cuerpos de agua y uso del suelo dando como resultado áreas de posibles desbordamientos.

El criterio que se maneja está relacionado a la posibilidad de desbordamiento a las áreas de menor pendiente, así mismo se correlaciona con las viviendas que pueden ser afectadas dentro de los 25 metros que establece la Ley Forestal de suelos y aguas como zona protectora.

Tercera Superposición: se trabaja a partir de la superposición de todos los mapas en función de los resultados que se obtienen a partir del modelo matemático.

FASE V: Conclusiones y Recomendaciones

En esta fase se establecen conclusiones en coherencia con los objetivos planteados en la investigación, se realizan las recomendaciones pertinentes a la problemática planteada y además de la posibilidad de adaptar el modelo matemático a situaciones similares en el ámbito regional nacional e internacional.

www.bdigital.ula.ve

3.2 Definición de Variables

Las variables a considerar en la investigación han sido seleccionadas en función de los rasgos más importantes que presenta el área en estudio. Las mismas reflejan la base conceptual de lo que significa el Riego Natural desde el punto de vista de la vulnerabilidad socioestructural y las amenazas naturales de origen hídrico, geológico y geomorfológico

a. Variable Dependiente

La variable Dependiente es la Zonificación por riesgos naturales, la cual va a depender de la vulnerabilidad y de la amenaza natural.

Zonificación por riesgos naturales: esta variable indica la división del área de estudio en sectores sujetos a riesgos naturales en función de la vulnerabilidad y las amenazas naturales para establecer líneas de planificación urbana

b. Variables Independientes

Amenazas Naturales: variable constituida por los siguientes aspectos:

Aspectos Geológicos: tipo de material y fallamiento.

Aspectos Hídricos: sitios de mayores probabilidades de desbordamiento o represamiento, asentamientos humanos en las cercanías a cursos de aguas (retiro de cuerpos de agua).

Aspectos Geomorfológicos: estabilidad de los terrenos en función de pendientes y procesos erosivos.

Vulnerabilidad Socioestructural: variable constituida por los siguientes aspectos:

Población: relacionada con las características de la población en términos de número total de habitantes y número de habitantes por edad y sexo.

Uso del suelo: vinculado con el tipo de uso del suelo urbano, es decir residencial, comercial, industrial y equipamiento.

Estructuras e infraestructuras: referido a las características y condiciones de las estructuras.

3.3 Población y Muestra

La investigación tiene como población el área urbana de la Microcuenca Quebrada Carvajal que consta de 2324 viviendas, 108 establecimientos comerciales, 32 industrias de pequeña escala y 24 estructuras con fines de equipamiento.

Para la aplicación de la encuesta socioeconómica y ambiental fue conveniente seleccionar una muestra representativa del 25% (581 viviendas) sobre la base de un muestreo aleatorio.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

La selección de los aspectos a considerar en la investigación permiten dar una **caracterización del área bajo estudio** obteniéndose los siguientes resultados:

4.1 Diagnóstico

El trabajo de campo a nivel de la cuenca hidrográfica de la quebrada Carvajal se realiza tomando en consideración tres tramos definidos en función de la cuenca alta (nacientes), cuenca media (área rural) y cuenca baja (área urbana). El enfoque integral en este caso implica la consideración de toda la cuenca ya que la dinámica natural y antrópica que ocurre en ella genera efectos principalmente en la cuenca baja donde se asienta la población.

Dada la cantidad de variables que pueden influir en los niveles de riesgos naturales en toda la cuenca, es preciso evaluar la situación de riesgo que presenta el área urbana, de manera que se pueda simplificar la

zonificación en términos de las Amenazas y la Vulnerabilidad. Por ello es necesario considerar la dinámica urbana en función de las necesidades de la población que lógicamente implican la intervención del medio natural, social y estructural.

4.1.1 Aspectos Físico – Naturales

a. Ubicación

La Microcuenca de la quebrada Carvajal está ubicada desde el punto de vista político administrativo, en el Municipio Libertador, Parroquia J.J. Osuna del estado Mérida. Hidrológicamente drena sus aguas hacia la subcuenca del río Albarregas circunscrita a la cuenca del río Chama. (Ver Mapa 1 y Foto 1)



Foto N° 1 Área de estudio

b. Clima

En el área se distinguen un dominio climático bimodal con máximas de lluvia en abril, mayo y octubre y mínimas en enero y febrero. La precipitación media anual para el periodo comprendido entre 1980 y 1990 es de 1797 mm. Las temperaturas presentan pocas variaciones en su distribución mensual, con un promedio anual de 19.08 °C lo que ubica al área de estudio en el piso térmico subtropical. (Yépez: 1991).

c. Geología y Geomorfología

www.bdigital.ula.ve

Las características estratigráficas se analizaron sobre la base cartográfica (Mapa Geológico de la Región de Mérida) elaborada por el Ministerio de Energía y Minas en 1981:

Cuaternario (Conos – Terrazas): sedimentos granulares de todos los tamaños, desde las arenas hasta las peñas, limpios sueltos, presentan intercalaciones lenticulares gravo-arenosas o arenosos muy delgados y de poca extensión, muy permeables. Los fragmentos son subangulares a redondeadas, de gneises y granitos predominantemente, duros, sanos.

Formación Mucujún: En su área tipo, la Formación Mucujún esta caracterizada por: a) la naturaleza lenticular de las litofacies arenosas y lutaceas, b) ausencia de fósiles marinos, c) abundancia de restos vegetales y carbonaceos, y d) un color moteado de las lutitas y lodolitas. La Formación consiste de dos unidades. La unidad inferior arcillosa, caracterizada por una alternancia de lodolitas moteadas muy gruesas (más de 20 m), y delgadas intercalaciones de limolitas lenticulares y raramente areniscas finas. La lodolita moteada contiene abundantes restos vegetales ya carbonizados. Las areniscas, menos comunes que las limolitas, son de dos tipos: unas consisten de múltiples lentes superpuestos y amalgamados de grano medio a grueso; el segundo tipo de arenisca es también lenticular, pero contiene guijarros dispersos en la base, y muestra una tendencia imperfecta de afinamiento hacia arriba. La unidad superior arenosa, además de tener las facies típicas de la unidad inferior, contiene abundantes depositos de facies proximales al canal fluvial (arenisca conglomerática, arenisca delgada lenticular, limolita y lodolita). En la unidad superior arenosa se han observado, tanto tendencias de afinamiento, como de engrosamiento hacia arriba...

Formación La Quinta: En la sección tipo (Schubert et al., 1979), la Formación La Quinta consta de tres intervalos: uno inferior, compuesto por una capa de toba vítrea de color violáceo, de aproximadamente 150 m de espesor; uno medio, consistente de una secuencia interestratificada de toba,

arenisca gruesa y conglomerática, limolita y algunas capas delgadas de caliza, de color verde, blanquesino, gris o violáceo (espesor aproximado: 840 m); y un intervalo superior, formado por limolita y arenisca, intercaladas con algún material tobáceo, de color rojo ladrillo y marrón chocolate, de aproximadamente 620 m de espesor.

Formación Palmarito: es una secuencia de lutitas, principalmente marinas, limos, arenas y margas, que gradan hacia arriba a calizas marinas. Arnold (1966), la dividió en un miembro inferior clástico y un miembro superior de calizas. El miembro clástico inferior comienza con una secuencia arenosa a limosa, con restos a plantas y lechos delgados de carbón en el tercio inferior; las areniscas se hacen calcáreas hacia arriba, y hacia la parte media del miembro o algo más arriba, aparecen fósiles marinos; siguen lutitas y lutitas limosas calcáreas de color gris oscuro, con algunos lechos de margas arenosas de color negro y algunas capas de caliza fosilífera. El miembro superior de calizas, consiste predominantemente de calizas duras, a veces cristalinas, de color gris oscuro en capas gruesas a medianas, con delgadas intercalaciones de margas fosilíferas.

Formación Sabaneta: Ocupa sólo pequeñas extensiones dentro del área. Es una secuencia de areniscas gruesas a guijarrosas, de color gris a marrón, que pasan hacia arriba a una intercalación de limonitas y areniscas de color rojo a rojo violeta. El miembro inferior consiste de areniscas macizas de grano grueso a guijarrosas, de color amarillento a marrón, con cantidades menores de lutita carbonácea gris; la mayoría de las areniscas muestra estratificación cruzada de ángulo alto; hacia la parte superior del miembro hay un nivel conglomerático con cantos de granito, cuarcita y cuarzo, en capas de hasta 15 metros de espesor. El miembro superior es una intercalación de areniscas marrones a rojas y limolitas de color rojo violeta; hacia el tope, aumenta la fracción fina y la unidad pasa transicionalmente a sedimentos limosas y calcáreos de la Formación Palmarito.

Asociación Sierra Nevada: comprende las rocas mas antigua de los Andes Centrales de Venezuela. Son rocas metasedimentarias, predominantemente Cuarzo – Feldespáticos, que han sufrido metamorfismo regional del grado de la anfibolita. Los afloramientos de Sierra Nevada presentan un alto grado de erosión, inestabilidad y deslizamientos de ladera.

Pérez (1965) establece en la Microcuenca Quebrada Carvajal las siguientes características:

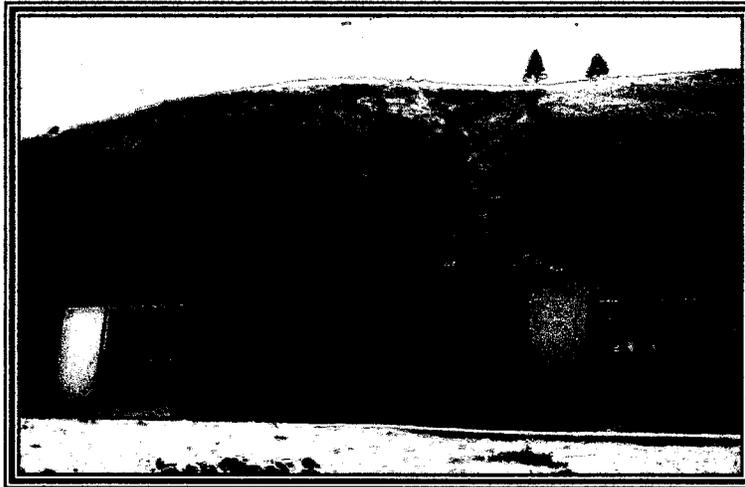


Foto N° 2 Cicatriz de deslizamiento

Las vertientes que corresponden a las zonas montañosas con pendientes superiores al 30%, el escurrimiento va desde difuso sin acción importante a difuso moderado, difuso fuerte

hasta difuso fuerte de concentración inicial. En las cota superiores de estas vertientes se presentan efectos de solifluxión, zona de escarpe y deslizamientos antiguos.

Las áreas de acumulación se presentan como un cono-terrazza de origen aluvial con pendientes menores a 15%, el mismo tiene elementos que van desde 1600 msnm, entre las vertientes de la Quebrada Carvajal; para luego descender e ir a desembocar en los taludes que comunican con la vega del río Albarregas a una altura de 1220 msnm. El cono terraza esta formado en su mayor parte por material aluvial, según lo demuestra la presencia del

característico material transportado; se observa la presencia de pequeñas áreas cubiertas de material coluvial.

La naturaleza litológica de los materiales, varían ampliamente en función de las formaciones geológicas que atraviesan las corrientes transportadoras. Sobre el cono-terrazza más antiguo existen pequeños conos recientes bastantes pedregosos. La zona presenta además otras características morfológicas resaltantes tales son; el gran numero de cárcavas-torrentes que se presentan en toda la zona montañosa con mayor notoriedad en la vertiente derecha de la quebrada.

Los rangos estructurales para el área de estudio son complejos e influenciados por un intenso fallamiento que produce desniveles topográficos dentro de toda la terraza de Mérida y los terrenos aluviales a la margen derecha del río Albarregas, generando movimientos en masa y deslizamientos de los taludes con la consecuente peligrosidad de estos terrenos por la socavación interna de sus estructuras. Por otra parte se observa en la vertiente derecha (parte media de la urbanización Los Curos) un alto fracturamiento del material



Foto N° 3 Material sólido del cauce principal

rocoso, lo que es indicativo de una alta susceptibilidad a los procesos erosivos generándose aportes de material sólido al cauce.

d. Cobertura Vegetal.

La vegetación natural ha sido fuertemente alterada en toda la cuenca observándose su sustitución por cultivos agrícolas en la cuenca media y por desarrollos urbanos en la cuenca baja.



Foto N° 4 Cultivos agrícolas en la cuenca media

Los remanentes boscosos se asocian al bosque húmedo Premontano y Montano principalmente en la cuenca media y baja, donde sobresalen especies como el bucare, guamo, cordoncillo, laurel, saysay, copey entre otros. Por otra parte se observan plantaciones forestales (pinos) en la cuenca baja, sector panamericana y campo claro (Yépez 1991).

La intervención de la cobertura vegetal está influyendo significativamente en el comportamiento hidrológico de la cuenca, generando mayores aportes de volúmenes sólidos y líquidos a los cauces de la quebrada Carvajal y sus afluentes para influir finalmente en su torrencialidad.

e. Hidrología

La Quebrada Carvajal tiene sus nacientes a una cota altitudinal de 2900 msnm y desemboca en el río Albarregas a 1220 msnm. Importante resaltar el comportamiento torrencial de este curso de agua cuyo cauce ha sido modificado e intervenida su zona protectora con fines urbanos, ocupando este uso las áreas de desbordamiento de la mencionada quebrada (ver Mapa N° 6). La cuenca presenta antecedentes de crecidas torrenciales que han causado daños materiales cuantiosos y la aplicación de medidas de desalojo a viviendas afectadas.

Para darle mayor rigurosidad a las características hidrológicas de la cuenca se ha procedido a utilizar índices y expresiones numéricas para analizar el comportamiento hidrológico. Para ello se han utilizado varios métodos de morfometría de cuencas que han permitido calcular los aspectos más importantes de la microcuenca como se muestra en el Cuadro N° 6.

Cuadro N° 6

Aspectos Morfométricos más Importantes de la Microcuenca Quebrada Carvajal

Área	8.9 km ²
Perímetro	16.5 Km. (longitud) de la divisoria en la cuenca.
Forma	Cualitativa: Alargada. Cuantitativa: 1.60 Km.
Sistema de Drenaje	<ul style="list-style-type: none">• Patrón: Dendrítica• Longitud total del cauce: 21.85 Km.• Orden: 3er• Densidad de drenaje: 2.47 Km./km²
Altura	<ul style="list-style-type: none">• Máxima de la cuenca: 2900 m• Mínima de la cuenca: 900 m• Máxima del cauce: 2800 m• Mínima del cauce: 900 m• Desnivel de cauce: 1580 m• Desnivel de la Cuenca: 1680 m.
Pendiente Media	60.36%

Fuente: El Autor (2003)

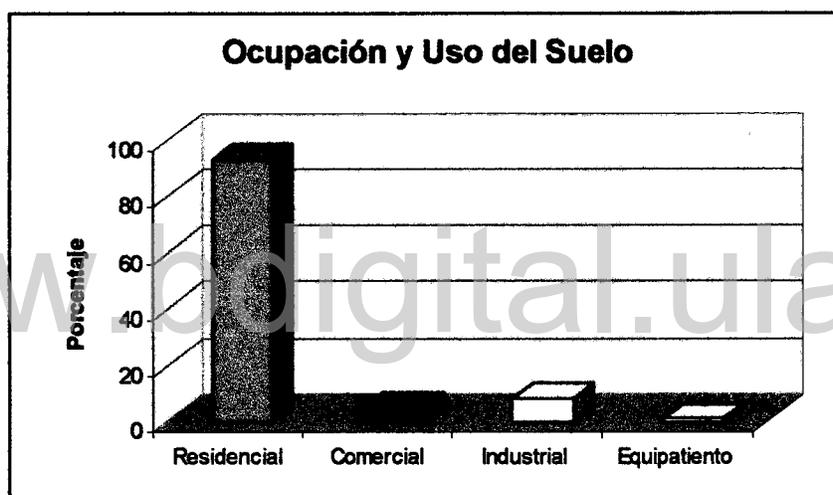
4.1.2 Imagen Urbana

La población está asentada sobre las zonas deposicionales de la quebrada Carvajal donde predominan materiales de las formaciones Palmarito, Sabaneta y Capacho, el área urbana de la Microcuenca quebrada Carvajal presenta una población de 11853 habitantes según INE (2001) representa el 61.3% de la población total de la parroquia J.J. Osuna Rodríguez, 5.8% del

Municipio Libertador y el 1.7% del estado Mérida, lo que permite determinar una densidad de población de 65,85 habitantes por km².

Las categorías generales de uso levantadas en el área de estudio son las siguientes: residencial, comercial, Industrial y equipamiento los cuales se especifican en el Gráfico N° 1 y Mapa N° 4

Gráfico N° 1

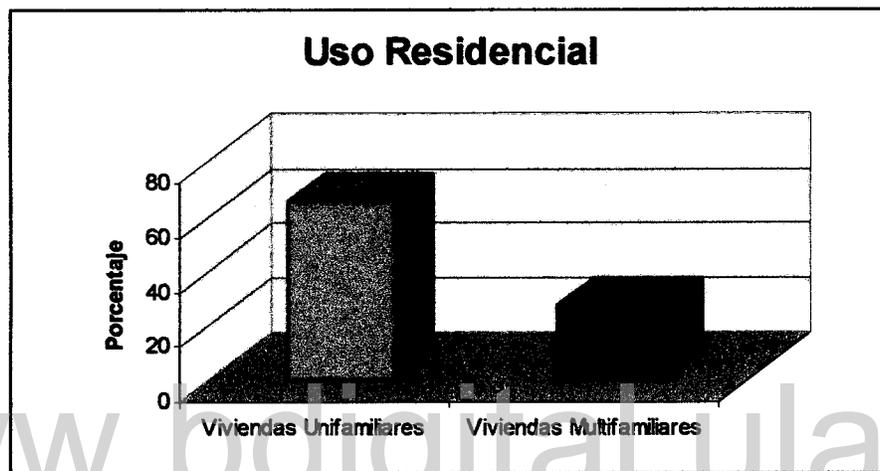


Fuente: El Autor (2004)

a. Uso Residencial: El área de estudio presenta una alta concentración de edificaciones con fines residenciales, constituido por un 93.09% del uso del suelo (2324 viviendas). Esta ocupación se caracteriza por un alto grado de heterogeneidad condicionada por irregularidades topográficas, donde el alargado esquema de desarrollo de la estructura espacial urbana debe adecuarse al relieve, dejando despejadas las áreas de vertientes en donde

no se observan viviendas porque las pendientes superan el 40%. La distribución refleja: un 65.64% de viviendas unifamiliares (1490 viviendas) y un 27.45% de viviendas multifamiliares (624 viviendas) los cuales se especifican en el Gráfico N°2

Gráfico N° 2



Fuente: El Autor (2004)

b. Uso Comercial: El 4.75% de la totalidad del uso del suelo está dirigido a fines comerciales (108 establecimientos). Aquí se incluyen todas las actividades relacionados con comercio a pequeña escala por ejemplo bodegas, farmacias, peluquerías, papelerías, fruterías, auto repuestos, entre otros, que generalmente se asocian al uso mixto, lo que pudiera reflejar una actividad comercial no planificada. Esta área comercial configura un eje longitudinal que se desarrolla a lo largo de la avenida principal de Los Curos.

c. Uso Industrial: se corresponde con 32 industrias a pequeña escala: la actividad artesanal, la manufactura ligera, relacionadas con las ramas de la construcción, textil y agrícola, y la actividad no manufacturera vinculadas a depósitos de productos no perecederos, que según el Plan de Ordenación Urbanística del Área Metropolitana de Mérida (1992) es un 8.56% de la industria de toda la ciudad de Mérida, cifra importante dado que el área en estudio se ubica la zona industrial “Los Curos” planificada por el Estado y la Empresa Privada.

d. Equipamiento: El 0.92% de la totalidad del uso del suelo urbano está dirigido al equipamiento educacional, asistencial y cultural distribuido de la siguiente manera:

2 Centros de Educación Preescolar

3 Centros de Educación Básica

1 Centros de Educación Diversificada

1 Centro de Capacitación Profesional (INCE)

2 Centros Asistenciales (Ambulatorio urbano tipo I y Modulo de la Cruz Roja)

1 Casa parroquial

1 Casa Comunal

11 Canchas Deportivas

1 Campo Deportivo (uso múltiple)

1 Comedor Popular

Es importante resaltar que en un porcentaje tan pequeño de superficie (0.92%) se concentran gran cantidad de personas, en especial durante las horas de día.

4.1.3 Aspectos Socioestructurales y Demográficos

4.1.3.1 Vivienda

En atención al levantamiento del uso del suelo se tiene un total de 2.324 viviendas (ocupadas, desocupadas, en construcción y de uso ocasional) para 11.853 habitantes y una composición del grupo familiar representado por 5.15 personas por unidad habitacional. Otras características importantes de las viviendas levantadas en la encuesta son el acceso, tipo, materiales de construcción y condiciones generales, los cuales proyectaron los siguientes resultados:

a. Tipo de Acceso a la Vivienda:

Existen dos rutas de acceso principal al área de estudio, ambas aproximándose a los puntos Norte y Sur respectivamente del cono de deyección de la Quebrada Carvajal.

Por el Norte una vía de aproximación a la ciudad de Mérida que se le conoce como "Carretera Panamericana" y al Sur la otra vía que se conecta con La Parroquia y la Urbanización La Mata; en ambas entradas el pavimento flexible se encuentra en buen estado.

Por otra parte el 49 % de acceso a las viviendas en el área urbana de la Microcuenca Quebrada Carvajal se corresponde con calles pavimentadas, un 45% son veredas y un 6% son calles engransonada o en tierra como se muestran en el Cuadro N° 7, Gráfico N° 3, fotos N° 5 y 6.

www.bdigital.ula.ve



Foto N° 6 Vereda



Foto N° 6 Vialidad pavimentada

Cuadro N° 7

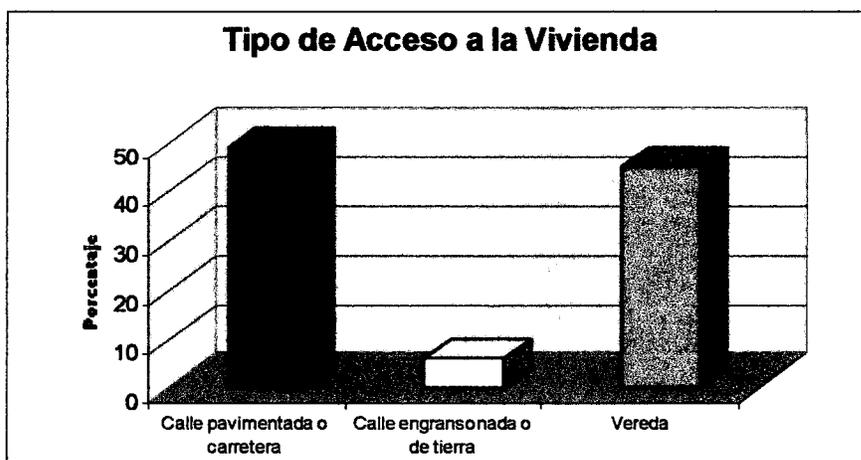
Acceso y Tipo de Vivienda

Acceso a la Vivienda									
Calle Pavimentada		Calles de tierra				Vereda			
285	49%	35	6%	261	45%				
Tipo de Vivienda									
Quinta o Casa quinta		Casa		Apartamento En Edificio		Casa De Vecindad		Rancho	
30	5.16%	301	51.8%	215	37.01%	8	1.37%	27	4.65%

Fuente: El Autor (2004)

www.bdigital.ula.ve

Grafico N° 3



Fuente: El Autor (2004)

b. Tipo de vivienda: El mayor desarrollo de viviendas en el área urbana de la Microcuenca Quebrada Carvajal se corresponde con casas representado por 51.8%, un 37.01% apartamento en edificio, 5.16% quinta o casa quinta, 4.65% ranchos y un 1.37% casa de vecindad, lo que indica un predominio de urbanismos planificados por el Estado como se observa en el Cuadro N° 7, Gráfico N° 4 y Fotos N° 6 y 7

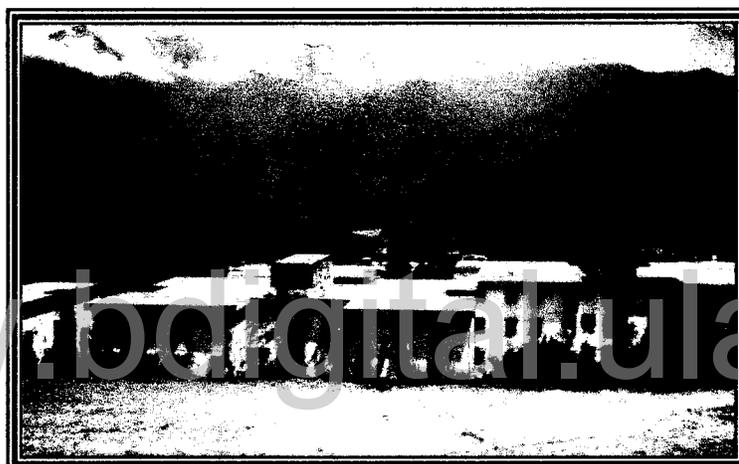
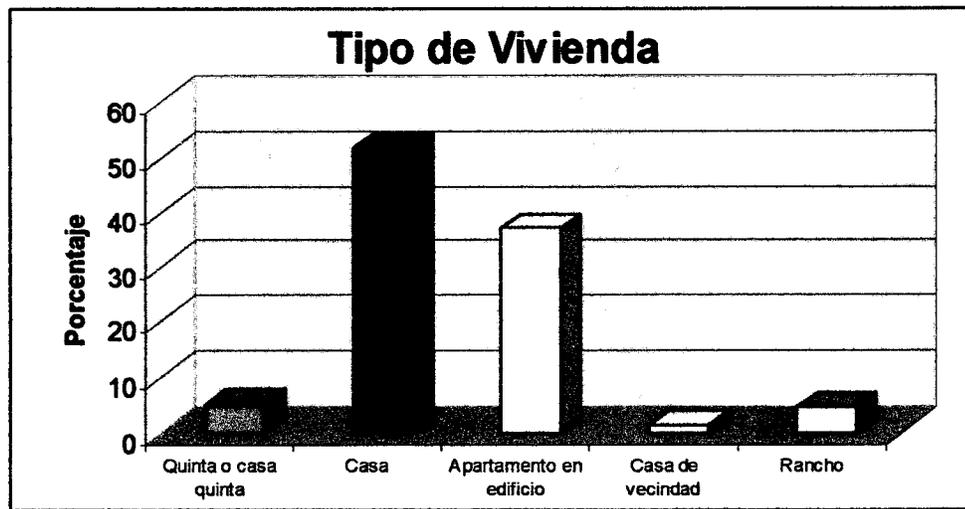


Foto N° 7 Apartamentos en edificio



Foto N° 8 Tipología de vivienda en el sector

Grafico N°4



Fuente: El Autor (2004)

www.bdigital.ula.ve

c. Materiales de Construcción de la Vivienda: un 94.49% de las viviendas fueron construidas con bloque y de estructuras aporricadas (viga-columnas; ver Foto N° 8), el 4.65% de Zinc, cartón y plástico (ranchos) y un 0.86% de Adobe. Como se muestra en el Gráfico N° 5

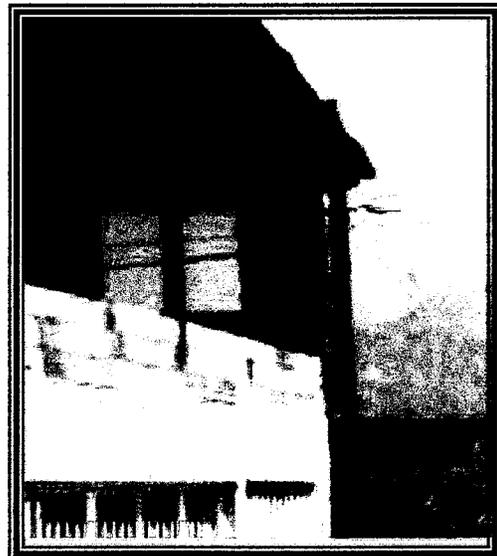


Foto N° 9 Estructura aporricada

Cuadro N° 8

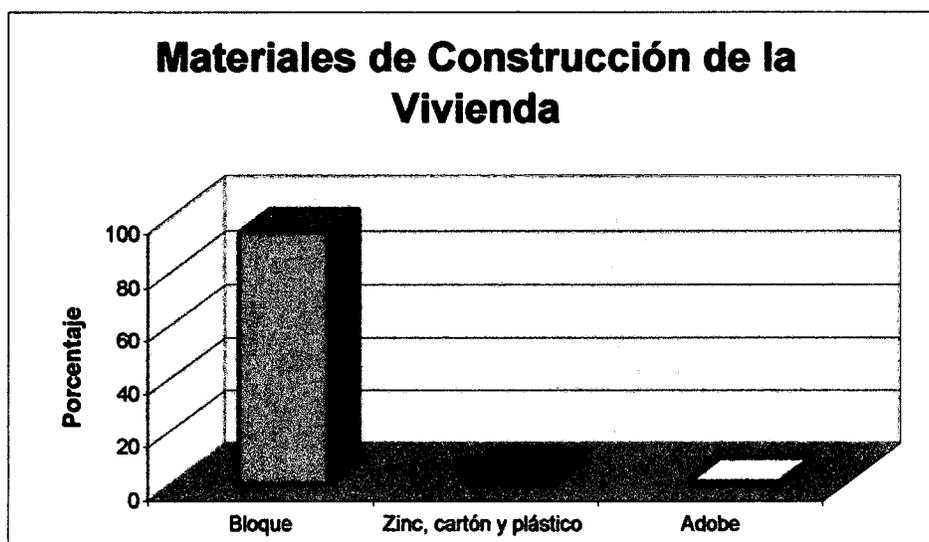
Materias de Construcción, Condiciones Generales y Tiempo de Construcción de la Vivienda

Materiales de Construcción de la Vivienda									
Bloque		Zinc, Cartón y Plástico			Adobe				
549	94.49%	27	4.65%	5	0.86%				
Condiciones Generales de la Vivienda									
Excelentes		Muy Buena		Modesta		Malas		Precarias	
30	5.16%	84	14.46%	224	38.55%	216	37.17%	27	4.65%
Tiempo de Construcción de la Vivienda									
0 a 15 años		15 a 25 años		25 a 30 años		30 a 50 años			
156	26.85%	192	33.05%	218	37.52%	15	2.58%		

Fuente: El Autor (2004)

www.bdigital.ula.ve

Grafico N° 5



Fuente: El Autor (2004)

c. Condiciones

Generales de la Vivienda:

La situación actual de la construcción refleja un alto porcentaje de edificaciones destinadas a uso residencial con un 38.55% en buen estado y un 37.175 en mal estado como

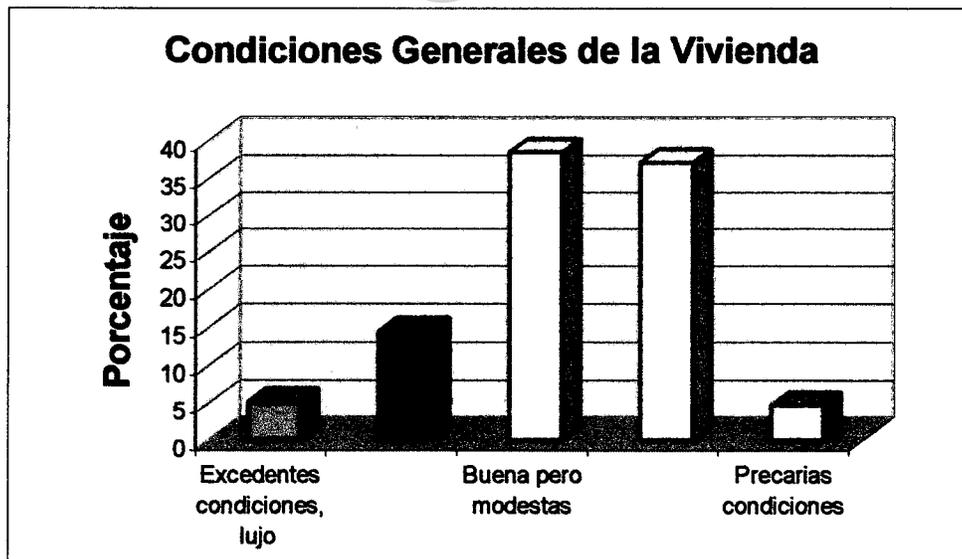


Foto N° 10 Barrio Kosovo

estado como

se observa en el Gráfico N° 6. Las estructuras mas deteriorados se encuentran en los barrios Kosovo (producto de invasiones) y Negro Primero.

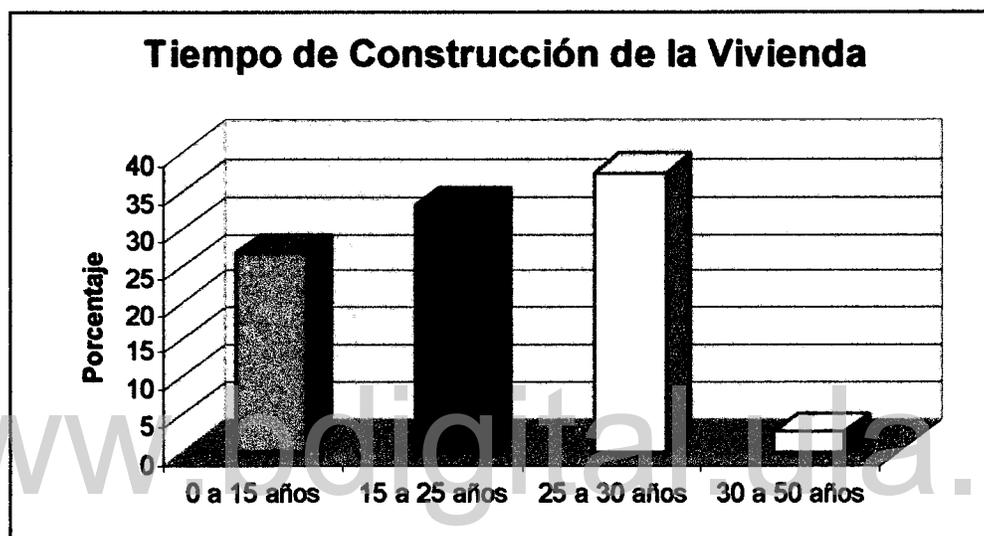
Gráfico N° 6



Fuente: El Autor (2004)

e. Tiempo de Construcción de la Vivienda: El 37.52% de las viviendas tienen un promedio de edad entre 25 - 30 años, un 33.05% 15 – 25 años, 26.85% 0 – 15% y un 2.58% de 30 a 50 años, como se muestran en el Gráfico N° 7

Gráfico N° 7



Fuente: El Autor (2004)

4.1.3.2 La Estructura de la Población por Edad y Sexo

a. Estructura por Edad: La estructura por edad viene dada por la proporción de jóvenes, adultos y viejos que forman parte de la población total. En el caso del área urbana de la Microcuenca Quebrada Carvajal, se evidencia el predominio del grupo de niños en la población encuestada

(menores de 14 años) que constituyen el 36.76% de la población, mientras que el grupo de jóvenes (15 - 29 años) está formado por 809 personas es decir un 26 %, el grupo de adultos (30 –64 años) alcanza el 31.1 % y el grupo de edad con más de 65 años representa un 6.15% de la población (ver Cuadro N°8).

b. Estructura por Sexo: La estructura por sexo muestra la proporción de varones y hembras que forman parte de la población del área urbana de la Microcuenca Quebrada Carvajal. La información disponible es decir el 25% de la población determina que existe un número de 1547 varones que representan el 51.69% de la población muestral y las hembras alcanzan las cifras de 1446 para establecer un porcentaje de 48.31%, lo que indica que predomina el sexo masculino sobre el femenino (ver cuadro N° 8)

Cuadro N° 9**Distribución de la Población por****Sexo según Grupos de Edades**

Grupo de Edad	Varones	%	Hembras	%	Total	%
75 y más	30	2.14	34	1.92	64	2.38
70-74	18	1.40	24	1.18	42	1.63
65-69	19	1.65	31	1.20	49	2.14
Total Ancianos	67	5.19	89	4.3	155	6.15
60-64	25	1.70	27	1.60	51	1.81
55-59	38	2.43	35	2.46	73	2.39
50-54	48	3.24	48	3.13	97	3.35
45-49	59	3.91	57	3.91	119	3.92
40-44	83	5.27	74	5.39	158	5.14
35-39	102	6.71	99	6.57	200	6.87
30-34	119	7.67	110	7.72	228	7.62
Total Adultos	474	31.01	450	30.78	926	31.09
25-29	123	7.89	114	7.91	236	7.86
20-24	149	9.19	126	9.61	275	8.73
15-19	162	9.96	136	10.47	298	9.41
Total Jóvenes	434	27.04	376	27.99	809	26
10-14	191	12.71	189	12.34	380	13.10
5-9	209	13.28	188	13.54	398	13.0
0-4	172	10.86	154	11.05	325	10.66
Total Niños	572	36.76	531	36.93	1103	36.76
Total	1547	51.69	1446	48.31	2993	100

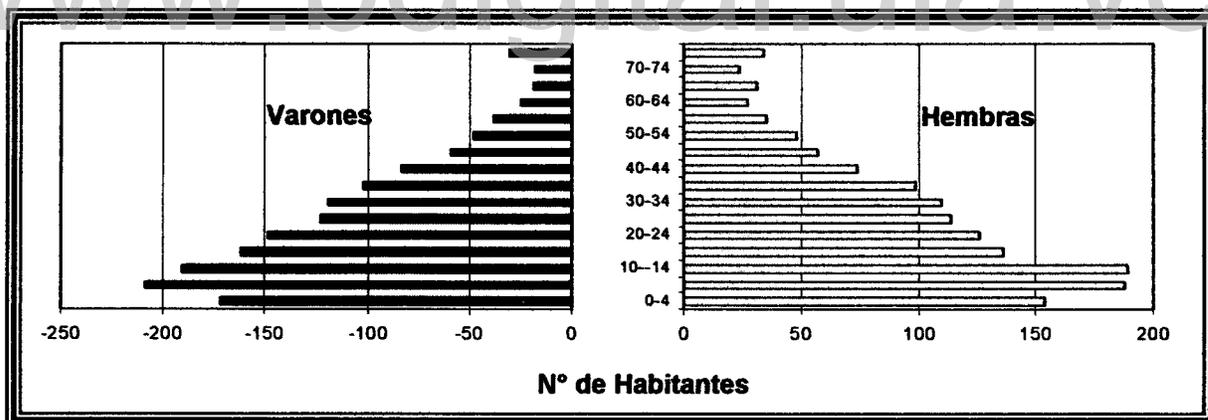
Fuente: El Autor (2004)

c. Pirámide Poblacional: En el área urbana de la Microcuenca Quebrada Carvajal la pirámide de población se presenta ensanchada en la base y la explicación se centra en el predominio de los grupos de edades menores a 14 años, es decir la prevaencia de los grupos de edad más jóvenes en función de la probable alta tasa de natalidad como se me muestran en el Cuadro N° 8 y Gráfico N° 8

Gráfico N° 8

Pirámide Poblacional por Edad y Sexo

Área Urbana de la Microcuenca Quebrada Carvajal



Fuente: El Autor (2004)

4.1.4 Vulnerabilidad Socioestructural

Los aspectos evaluados de la vulnerabilidad socioestructural en el área urbana de la Microcuenca Quebrada Carvajal obtiene los siguientes resultados:

La Ley Forestal de Suelos y Aguas, en su Artículo 17 enuncia la declaratoria de zona protectora mínima de 25 metros para los cursos no navegables permanentes o intermitentes. Es importante mencionar que la Quebrada Carvajal es desviada aguas abajo del puente de acceso a la Urb.

J.J. Osuna (parte alta) para desembocar a la quebrada La Hacienda. Por este motivo se hizo necesario considerar el área de influencia de ambas quebradas, no obstante que existen dos Microcuencas la delimitación se corresponde solamente con la microcuenca de la quebrada Carvajal, además que desde el punto de vista geomorfológico ambos cursos de agua forman conos coalescentes sobre los que se encuentra asentada la población.

Dentro de los límites de la zona protectora se encuentran 368 estructuras que representan el 16% del total. El 84% de las estructuras restantes se encuentran en el área de probable desbordamiento en función de los valores de pendiente (ver Mapa N° 6).

Cuadro N°10

**Distancia de la Vivienda al Curso de Agua considerando 25 m
mínimos establecidos por Ley Forestal de Suelos y Aguas**

Retiros al Cuerpo de Agua			
20 a 25 m		Mas de 25 m	
368 estructuras	16%	1956 Estructuras	84%

Fuente: El Autor (2004)

Con respecto a las características de los puentes se puede destacar que a medida que la quebrada se dirige a desembocar al río Albarregas la longitud de los puentes disminuye su sección de 10.33 m en la carretera Panamericana a 3.40 m en el acceso a la Urb. J.J. Osuna (parte alta) como se muestra en el Cuadro N ° 10.

Por otra parte las condiciones en las que se encuentran dichas estructuras en líneas generales están en regular estado, se pudo observar que el curso de agua después de tener un ancho aproximado de 10.33 m disminuye a 3.40 m con el agravante de que el curso de agua es conducido por tubería para ser desviado aguas abajo a la altura del Barrio Negro Primero y continúa por tubería por debajo de la vía principal para desembocar exactamente por debajo de los edificios ubicados frente al Barrio Kosovo (ver Mapa N°4).

También se observa la presencia de tuberías de agua potable y cloacas, las cuales presentan un trazado paralelo a los 2480 msnm (puentes 1 y 2) y perpendicular como en el acceso a la Urb J.J. Osuna (ver Mapa N° 4). Es importante señalar la construcción de muros de contención ubicados en la margen derecha a la altura de el sector Bicentenario con el fin de proteger la vía y las viviendas ubicadas en la zona protectora, observandose que los mismos presentan fundaciones muy superficiales. En la margen derecha a la altura del acceso a la Urb J.J. Osuna la quebrada se observa pegada a la vertiente y se nota socavación lateral.

A la altura de la Escuela Romulo Betancourt (parte media) la quebrada está ocasionando socavación de la base del talud y no se observa obras hidráulicas, aguas abajo (ver Mapa N° 4).

Cuadro N°11

Características Generales de las Infraestructuras (Puentes)

Puente N°	Secciones		Condiciones
	Longitudinal (m)	Vertical (m)	
1	10.33	13.50	Barandas de seguridad destruidas, carpeta asfáltica en regular estado, no existe ningún tipo de mantenimiento.
2	9.80	15.90	Regular estado
3	3.40	11.48	Regular estado. Curso de agua conducida por tubería que se ubica debajo del puente.
4	8.60	8.50	Carpeta asfáltica en regular estado

Fuente: El Autor (2004)

El área de estudio se puede diferenciar en 5 zonas que se resumen a continuación de acuerdo a sus características expresadas en el cuadro N° 12.

Cuadro N° 12

Características más Resaltantes del Área Urbana de La Microcuenca

Quebrada Carvajal

	Zonas	Características
1	Sector Pozo Azul, Bicentenario y Urb. J.J Osuna parte alta	<ul style="list-style-type: none"> * Altitud 1450 msnm, cota de desbordamiento localizada en la margen derecha de la quebrada Carvajal. Se observa colapso de vialidad en el sector Pozo Azul y Bicentenario. * Colapso total de obras de captación y aducción del acueducto * Colapso parcial de puente y vía de acceso a Urb. J.J Osuna parte alta * Socavación del talud margen derecha a 1350 msnm * Viviendas ubicadas a menos de 10 m del cauce principal (cota de desbordamiento) * Evidencia de Cicatrices de deslizamiento en las márgenes derechas e izquierda en la quebrada Carvajal
2	Urb. J.J Osuna parte media hasta Mercado Clemente Lamus y los Barrios Negro Primero y Kosovo	<ul style="list-style-type: none"> * Desviación de la quebrada Carvajal frente a Barrio Negro Primero y al Liceo Rómulo Betancourt a 1300 msnm. * Socavación del Talud margen izquierdo de la quebrada en áreas deportivas del Liceo RB. * Cota de desbordamiento en la Urb. J.J Osuna parte media a 1350 msnm, socavación del talud margen izquierda * Viviendas ubicadas a menos de 1 m del cauce principal * Evidencia de Cicatrices de deslizamiento en las márgenes derechas e izquierda en la quebrada Carvajal
3	Urb. J.J Osuna desde El Mercado Hasta parte baja, Urb. El Entable, Barrio Escondido y Sector F	<ul style="list-style-type: none"> * Cota de desbordamiento en la Urb. J.J Osuna parte media y baja a 1200 msnm * Afectación de viviendas y damnificados desde hace 10 años. * Cota de desbordamiento por crecida de curso de agua producto de desviación de la quebrada carvajal a con desembocadura a la quebrada La Hacienda a 1325 msnm
4	Zona Industrial Los Curos	<ul style="list-style-type: none"> * Cota de desbordamiento a 1200 msnm
5	Urbanización La Mata	<ul style="list-style-type: none"> * Cota de desbordamiento a 1300 msnm * Viviendas ubicadas a menos de 1 m del cauce principal de la quebrada La Hacienda.

Fuente: El Autor (2004)

4.2 Análisis Integrado de las Características Físicas y Socioestructurales

Es evidente, la ocupación de la zona protectora de la Microcuenca quebrada Carvajal, en especial los sitios de emplazamiento urbano se debe en gran parte a la dinámica progresiva en todo el área, como resultado del crecimiento poblacional sucedido en los últimos años, el cual ha conducido a una ocupación de los espacios sin considerar la normativa ambiental y urbana y por lo tanto se ha incurrido en el uso de áreas susceptibles a la ocurrencia de eventos naturales, constituyendo un alto riesgo para la población.

El crecimiento demográfico ha incidido en una marcada expansión con relación a la construcción de estructuras e infraestructura urbana. Cabe destacar que este crecimiento acelerado ha contribuido a la conformación de áreas marginales como es el caso del Barrio Kosovo producto de invasiones.

Tanto la densidad de población como la calidad de las viviendas constituyen elementos fundamentales en la determinación de los niveles de riesgo por tal motivo mostrando cuantitativamente el número de habitantes que pueden confrontar situaciones de emergencia o desastre se puede estimar el nivel de

riesgo esperado.

Así mismo ocurre con la calidad de la vivienda, la seguridad que esta ofrezca de acuerdo al sitio ocupado, influye en menor o mayor grado en la determinación de dicho nivel de riesgo. Por esta razón un estudio dirigido a la definición del riesgo natural en un área urbana, no puede omitir un enfoque más extenso, que permita probar la existencia de estos patrones, los cuales también contribuyen a incrementar estos problemas de ocupación de áreas de peligrosidad a eventos naturales.

La acción antrópica, forma parte importante en la morfodinámica externa del lugar, debido a la gran influencia que ejerce sobre el relieve. La incidencia humana es un agente modelador del terreno y de esta forma es un factor que directamente crea desequilibrio, cuando no se establecen usos adecuados y controlados en consecuencia, provoca efectos correlativos en el ambiente.

Para realizar la zonificación planteada en esta investigación es preciso considerar la probabilidad de ocurrencia de un evento climatológico relacionado con una crecida excepcional, la no disponibilidad de datos hidrométricos imposibilitó el cálculo de la magnitud de la crecida y del Tiempo de retorno. Sin embargo los antecedentes relacionados con crecida

torrenciales todos los años en el periodo de lluvias y principalmente en los meses de mayo y octubre se constituyen en el punto de partida de este intento por proponer una zonificación de riesgos naturales para esta área urbana. Datos que se muestran en el Gráfico N° 9 y Cuadro N° 11 de precipitación promedio mensual de la estación Mérida Aeropuerto (estación más cercana al área de estudio) que fue tomada en vista que la microcuenca Carvajal no cuenta con estación meteorológica.

Cuadro N° 13

Precipitación Promedio Mensual (mm)

Estación Mérida Aeropuerto. 1960-1995

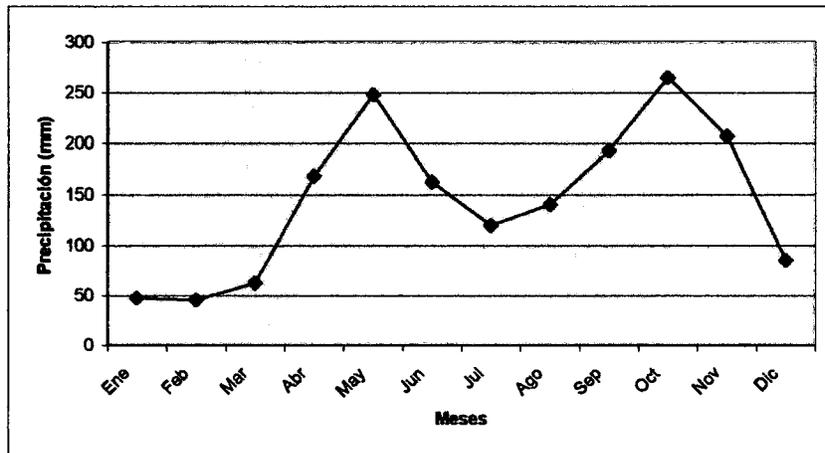
Ene (mm)	Feb (mm)	Mar (mm)	Abr (mm)	May (mm)	Jun (mm)	Jul (mm)	Ago (mm)	Sep (mm)	Oct (mm)	Nov (mm)	Dic (mm)
47,6	45,8	62,7	167,9	247,9	162,6	119,6	140,8	193,2	264,7	207,4	85,4

Fuente: MARNR (1997)

Grafico N° 9

Precipitación Promedio Mensual (mm)

Estación Mérida Aeropuerto. 1960-1995



Fuente: MARN (1997)

El cruce de las variables independientes permite tener en cuenta las siguientes consideraciones:

La Quebrada Carvajal originalmente discurría en el sitio donde actualmente pasa la vía principal que atraviesa la cuenca desde la vía que viene de La Panamericana hasta La Parroquia. La quebrada fue desviada:

Un primer curso de agua al pie de la vertiente derecha hasta su desembocadura con el río Albarregas; un segundo curso de agua desviado

aproximadamente a 1400 msnm, el cual sirve como colector de aguas negras siendo embaulado para desembocar a 1320 msnm en la quebrada la Hacienda la cual es un afluente directo del río Albarregas.

La desviación del cauce original permite tener presente que toda el área de desbordamiento que corresponde con toda el área que conforma los conos-terrazas de origen aluvial. De igual manera al relacionar los retiros de cuerpos de agua según la ley Forestal de Suelos y Aguas (Mapa N° 6) y el levantamiento de uso del suelo urbano (Mapa N° 4) se puede identificar que el 16% de las estructuras y unas 1970 personas están en peligro inminente de ser afectadas por la ocurrencia de un fenómeno hídrico (crecidas torrenciales), al mismo tiempo el restante 84% de las estructuras no están exentas de ser afectadas por probables desbordamientos (ver Mapa N° 7) debido a los bajos niveles de pendiente los cuales se muestran en el Mapa N° 3 (menor a 12%), a las modificaciones del cauce original y a la ocurrencia de precipitaciones de alta intensidad y corta o larga duración(ver Mapa N° 4).

Las vertientes se presentan con pendientes mayores a 35% lo que las hacen susceptibles a los procesos erosivos. Las áreas de deposición que están referidas a los conos coalescentes tienen una pendiente menor al 12% Se evidencian cicatrices de deslizamientos en las márgenes derechas e izquierda entre 1600 msnm y 1700 msnm respectivamente como se muestra

en el Mapa N° 2, con escurrimientos de moderado a intenso en suelos arcillosos que dificultan la infiltración y aumentan la probabilidad de que el agua se desplace superficialmente arrastrando las partículas del suelo que van a formar parte del material que es arrastrado por agua.

Ambas vertientes debido a sus características topográficas y a los rasgos morfoestructurales son inestables (ver Mapa N° 5) y con tendencia a movimientos en masas (deslizamientos, derrumbes y flujos) A ello se le suma la ubicación inadecuada de torres de alta tensión, sin respetar los respectivos retiros. En la margen derecha se observa la activación de un antiguo deslizamiento. Las condiciones de bajos niveles de pendientes sobre conos - terrazas de origen aluvial indican que son áreas estables desde el punto de vista de probables desprendimientos de materiales.

La ubicación de viviendas, líneas vitales y equipamiento se constituyen en blancos directos de la acción de las crecidas torrenciales ya que se encuentran en la zona protectora y en los sitios inmediatos a los puntos críticos o de probables desbordamientos. En especial se debe mencionar la posibilidad de afectación de 382 viviendas y 4 estructuras que albergan niños y jóvenes (preescolares y escuelas) ubicados en la zona protectora. De igual manera todas las tuberías matrices de agua potable y aguas negras pueden ser afectadas al ubicarse en el curso de agua y probablemente ser

destruidas totalmente.

Otro aspecto es el acceso a las viviendas, en particular se hace referencia a las viviendas distribuidas en veredas, las cuales tienen un ancho promedio de 1 metro y medio lo que dificulta la probable evacuación de la población.

4.3 Discusión de Resultados

El Cuadro N° 14 muestra los resultados obtenidos a partir de la aplicación del Modelo Matemático, de manera que una vez logrados los valores se puede definir la zonificación del área urbana de la microcuenca quebrada Carvajal en condición de riesgos naturales.

Cuadro N° 14

Resultados Del Modelo Matemático en el Área Urbana de la Microcuenca Quebrada Carvajal

Zonas	Amenaza (A)			Vulnerabilidad (V)			Riesgos (R)			Zonificación
	Geol	Hdr	Geom	Geol	Hdr	Geom	Geol	Hdr	Geom	$Zr=(\sum R +0.1) * 100$
Sectores Pozo Azul, Bicentenario y Urb. J.J Osuna parte alta	1.5	1.5	1.5	0.20	0.20	0.20	0.3	0.3	0.3	75%
Urb. J.J Osuna parte media hasta Mercado Clemente Lamus y los Barrios Negro Primero y Kosovo	1.5	1.5	1.5	0.20	0.20	0.20	0.3	0.3	0.3	100%
Urb. J.J Osuna desde El Mercado Hasta parte baja, Urb. El Entable, Barrio Escondido y Sector F	1.5	1.5	1.5	0.20	0.20	0.20	0.3	0.3	0.3	100%
Zona Industrial Los Curos	1.5	1.5	1.5	0.20	0.20	0.20	0.3	0.3	0.3	100%
Urbanización La Mata	1.4	1.5	1.5	0.14	0.14	0.08	0.2	0.2	0.1	60%
Áreas de Vertientes	1.5	1.3	1.5	0.08	0.08	0.08	0.1	0.1	0.1	40%

Fuente: El Autor (2004)

El modelo matemático aplicado al área urbana de la microcuenca de la quebrada Carvajal permite vincular los componentes físico-naturales y socioestructurales para establecer tres categorías que agrupan niveles de riesgos de crítico, alto y medio como se pueden observar en el Mapa N° 8 (no se determinaron riesgos bajos).

La principal herramienta para lograr el cruce de las variables es la superposición de mapas. En primer lugar se realiza la superposición del Mapa N° 2 geológico-geomorfológico con el Mapa N° 3 pendientes, el resultado es la determinación de los rangos de Estabilidad Relativa (Mapa N° 5).

Al superponer el Mapa N° 4 de levantamiento de uso del suelo urbano con el Mapa N° 6 retiros de cuerpos de agua se tiene como resultado los datos para evaluar la vulnerabilidad socioestructural al considerar el número exacto de viviendas, líneas vitales y equipamiento y el número de habitantes a ser afectadas o no por la acción de una probable crecida torrencial.

La afectación por crecidas torrenciales se aproxima a la consideración de las áreas que están ubicadas en sectores cuya pendiente no sobrepasan el 12%, para ello se utiliza el Mapa N° 6 de retiros de cuerpos de agua en

función de 25 m que toma en cuenta la Ley Forestal de Suelos y Aguas.

Al relacionar las amenazas de origen hídrico y geológico geomorfológico con la vulnerabilidad socioestructural se tiene una zonificación que divide el área de mayores riesgos asociados a las áreas con pendientes menores a 12% donde existe una alta probabilidad de afectación de 2224 viviendas y unas 11342 personas. Un área de riesgo alto donde prevalece la amenaza natural pero hay una drástica reducción de la vulnerabilidad socioestructural por el alto nivel económico y las buenas condiciones de las 100 viviendas que conforman este sector. Una tercera área de riesgo medio con pendientes mayores a 12% (ver Mapa N° 3) pero con probabilidad de socavación de taludes y la destrucción parcial de líneas vitales en particular el tendido eléctrico y las tuberías de aguas negras y agua potable.

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación del modelo matemático conducen a la zonificación del área urbana de la microcuenca Quebrada Carvajal, partiendo de la premisa de que dicha zonificación puede ayudar a atenuar, prevenir o corregir los efectos e impactos ambientales generados por el cambio de uso del suelo.

En relación a la contrastación de los resultados obtenidos en esta investigación con otras similares, analizadas en el Capítulo II, se puede concluir que el enfoque metodológico de Carrara y Merendal (1977) permitió realizar una zonificación en términos del porcentaje de áreas propicias a fenómenos erosivos sobre la base de 100 variables lo que lógicamente requiere de un equipo multidisciplinario.

En el caso de Fenando (1993) se utilizó un modelo matemático relacionado con las variables erosividad e inestabilidad máxima considerándose solo dos variables para tomar decisión sobre los niveles de estabilidad en áreas urbanas.

Por otra parte Vidal y otros (2001) evalúan y categorizan mediante SIG las áreas de riesgos sísmicos, de inundación fluvial, anegamiento y procesos de remoción en masas, con el propósito de contribuir a la prevención y mitigación de riesgos naturales y a un ordenamiento sustentable del territorio.

En el caso de esta investigación se utiliza un Modelo Matemático creado para considerar ocho (8) variables que permite determinar la zonificación de riesgos naturales en áreas urbanas; la idea en general es darle viabilidad técnica a proyectos urbanísticos considerados en los planes de ordenación y de igual manera tomar en cuenta las áreas urbanizadas.

Sin embargo el propósito fundamental es dar respuesta a la necesidad de hacer un estudio exhaustivo de las áreas antes de asignar usos, en especial el uso urbano, para proporcionar la mayor seguridad a la población y garantizar calidad de vida bajo el enfoque del desarrollo sustentable.

www.bdigital.ula.ve

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Esta investigación ha llegado a las siguientes conclusiones:

El crecimiento demográfico mundial y la tendencia de la población a concentrarse en centros urbanos, intensifica la ocupación del espacio con fines habitacionales. Esta demanda creciente del suelo origina la intervención de sitios vulnerables a ser afectados por amenazas naturales, creando una relación inadecuada entre las personas y el medio natural.

La acción antrópica, forma parte importante en la morfodinámica externa del lugar, debido a la gran influencia que ejerce sobre el relieve. La incidencia humana es un agente modelador del terreno y de esta forma es un factor que directamente crea desequilibrio, cuando no se establecen usos adecuados y controlados en consecuencia, provoca efectos correlativos en el ambiente.

El modelo matemático permite el cruce de variables seleccionadas en función de la información disponible y el levantamiento en campo dada la complejidad que implica considerar un gran número de ellas.

Las variables han sido seleccionadas cuidadosamente, en función de la influencia de las amenazas naturales que tienen mayor incidencia en Venezuela y además de las características sociales y estructurales que prevalecen en las áreas urbanas. La particularidad de cada caso de estudio se puede ajustar al funcionamiento del modelo. Esta característica permite pensar en la probable aplicación del modelo en otras áreas urbanas.

Los resultados referidos a esta investigación indican que donde está localizada el área urbana de la microcuenca quebrada Carvajal se presentan riesgos naturales en términos de la evidencia de las amenazas hídricas y geológico-geomorfológicas y la alta vulnerabilidad socioestructural

A partir de la determinación de las zonas de riesgo, es necesario señalar que la evaluación arrojó resultados preocupantes, ya que en los sectores de nivel Crítico y Alto se concentra el 100% de la población. La situación se agrava al considerar que se trata de zonas de vulnerabilidad de nivel crítico y alto con diferentes tipos de amenazas.

Bajo estas condiciones es necesario mejorar la respuesta de las zonas definidas como críticas ante la activación de una probable emergencia o la ocurrencia de un desastre, mediante la implementación de medidas de prevención y mitigación, con la finalidad de disminuir las innumerables pérdidas económicas y sociales y salvaguardar las vidas humanas.

En el caso específico del área urbana de la microcuenca de la quebrada Carvajal se tienen identificadas tres zonas: Nivel crítico, Nivel Alto y Nivel Medio. El Nivel Bajo no aparece señalado por lo que en principio los resultados indican que el área es de especial atención ya que el 100% de la población se encuentra en grave peligro de ser afectada por la ocurrencia de un evento natural y la susceptibilidad a ser afectados, en términos de pérdidas socioeconómicas y de vidas humanas, es de nivel crítico a alto. Importante mencionar que el nivel crítico afecta al 96% de las estructuras y el 4% de las estructuras se encuentra en el nivel alto.

La intervención de las áreas de deposición que efectivamente son estables desde el punto de vista de la probable remoción de las partículas del suelo, se convierten en áreas de alta probabilidad de ser afectada por la ocurrencia de crecida torrenciales características de cuencas donde las zonas de recepción denominadas comúnmente cuencas altas presentan pendientes mayores a 36% en las vertientes y en los cauces, lo que facilita el transporte del agua y de los sedimentos para desencadenar efectos e impactos aguas abajo donde está asentada la población.

A los niveles críticos y alto convergen variables que muestran: susceptibilidad de crítica a alta a la deposición de volúmenes de agua y sedimentos, áreas con el 51% a más de 75% de ser afectadas por crecidas

torrenciales, altas probabilidades de destrucción de viviendas, estructuras, infraestructuras y de vidas humanas.

Conocer con certeza la información obtenida a partir de la aplicación del modelo implica establecer las zonas de mayor a menor nivel de riesgo natural que sirven de base para diseñar las medidas necesarias que mitiguen la acción de la amenaza natural.

Recomendaciones

La aplicación del modelo permite establecer las respectivas medidas técnicas en el marco del diseño y ejecución de un plan que de respuesta a la población en función de su preparación ante la ocurrencia de un evento. En tal sentido se recomienda a los entes encargados de la protección civil considerar los resultados de la presente investigación a fin de diseñar y ejecutar el plan respectivo.

Se hace imprescindible realizar un estudio exhaustivo de la microcuenca como unidad natural a fin de disponer de la información precisa desde el punto de vista hídrico por su evidente comportamiento torrencial. La

ubicación de estaciones hidrométricas se convierte en la base de este estudio.

Los antecedentes de crecidas y la destrucción parcial de estructuras e infraestructuras indican la necesidad de establecer las estrategias para diseñar y ejecutar las obras civiles que sean necesarias, sin embargo es oportuno indicar que las modificaciones que se le han realizado al cauce con diferentes fines deben revisarse ya que las mismas han tenido relación con los efectos de las crecidas.

www.bdigital.ula.ve

BIBLIOGRAFÍA

Antoine, P. et al (1973) *Cartographie systématique des mouvements de terrain sur la Feuille La Grave, Hautes – Alpes*. Université de Paris. Francia.

Arnold, H. C., 1966. Upper Paleozoic Sabaneta-Palmarito Sequence of Mérida Andes, Venezuela, *Am. Assoc. Petrol Geol.*, Bull, 50(11): 2366-2387.

Ayala, F (1993) *Estrategias para la Reducción de Desastres Naturales. En: Investigación y Ciencia. Universidad de Barcelona*. Barcelona – España.

Ayala, F (2002) *Riesgos Naturales*. Editorial Ariel Ciencias. Barcelona a-España.

Bermúdez, M (1993) *Vulnerabilidad Social y Organización ante los Desastres Naturales en Costa Rica*. Universidad de Costa Rica. San José de Costa Rica.

Campos, A (1999) *Vulnerabilidad y Desastres*. Universidad de Bio-Bio. Concepción – Chile.

Caputo, M; Hardoy, J e Herzer, H (1985) *Desastres Naturales y Sociedad en América Latina*. Comisión de Desarrollo Urbano y Regional de CLACSO, GEL, Buenos Aires - Argentina.

Carrara, A y Merenda, L (1977) *Landsline Inventory in Northern Calabria, Southern Italy*. Geological Society of America. Los Angeles - USA.

Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (1993) *Conservación de Suelos*. CIDIAT. Mérida - Venezuela.

Centro Internacional de agricultura tropical (2001) *Vulnerabilidad frente a Desastres Naturales en Honduras*. CIELAT. Tegucigalpa – Honduras.

Cupero de Bomberos del Estado Mérida (1998) *Informe Técnico*. Mérida – Venezuela

DIRDN (1996). *"Día Internacional para la reducción de los desastres", 09 de octubre de 1991*.

Escobar, X y Piñango, R (1987) *Determinación de Riesgos Naturales para la Ciudad de Valera*. Universidad de Los Andes. Mérida Venezuela.

Fenando, F (1993) *Estado de Equilibrio Morfodinámico: Evaluación de la Dinámica Natural y Amenaza Erosiva en Cuencas Hidrográficas en Montaña*. Memorias IV Encuentro de Geógrafos de América Latina. Vol. I Guadalajara – México.

Ferrer, C (1981) *Contribución a la Geomorfología a la Detección de Áreas de Riesgos en Centros Urbanos; el Caso de la Ciudad de Mérida*. Universidad de los Andes. Mérida – Venezuela.

Ferrer, C (1991) *Tres Grandes Deslizamientos Asociados con un Segmento de la Falla de Boconó (Andes Venezolanos)*. Memorias IV Encuentro de Geógrafos de América Latina. Vol. I Guadalajara – México.

Ferrer, C y Laffaille, J (2002) *Un Ensayo de Zonificación Física para la Habilitación de Barrios en los Andes Venezolanos*. Revista Geográfica Venezolana. Vol 44 (2) 2003, 247-267. Mérida – Venezuela.

FUNDEM (1998) Informe Técnico. Mérida – Venezuela.

Green, S (1978) *Cooperación Internacional en Casos de Emergencia*. Ediciones Nuevo Mar México. México DF.

González, M (1988) *Zonificación de los Riesgos Naturales para la Ciudad de San Cristóbal y sus Alrededores. (un enfoque geomorfológico)*. Universidad de Los Andes. Mérida Venezuela.

Ghosh, S y Odremán, O (1987) Estudio Sedimentológico-Paleoambiental del Terciario en la Zona del Valle de San Javier, Estado Mérida: *Boletín Sociedad Venezolana de Geólogos*, 31: 36-46.

Iannuzzi, L (1997) *Aplicación de una Metodología Orientada a Objetos para el Desarrollo de Sistemas de Información Geográfica en Apoyo a la Gestión y Administración de Desastres Naturales*. Centro Interamericano de Desarrollo Ambiental y Territorial Mérida – Venezuela.

Ibarra, A (1999) *Mitch en El Salvador*. Ediciones Heinrich Böll, 1° edición. San Salvador. El Salvador.

\\ Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1996) *Guía Metodológica para la Formulación del Plan de Ordenamiento Territorial Urbano. Aplicable a Ciudades*. Editorial Linotipia Bolívar. Santa fe de Bogotá. Colombia.

Larraín, P (1992). "El Sistema Natural en la Planificación Urbana Chilena",
En: *Revista Geografía Norte Grande*, 19:58-68.

\\ Lungo, M y Baires, S (1996) *De terremotos, derrumbes e inundaciones*. Red y Fundes. San Salvador El salvador.

www.bdigital.ula.ve

Mardones, M y Otros (1999) *Zonificación y Evaluación de Riesgos Naturales, en el Área Metropolitana de Concepción*. Informe Final Fondecyt. Concepción - Chile.

\\ MARNR (1997) *Promedios Climatológicos Mensuales del Estado Mérida. Periodo 1960-1996*. Ministerio del Ambiente de Los Recursos Naturales Renovables. Dirección de Hidrología y Meteorología – Región 12. Mérida – Venezuela.

MSDS (2003) *El Sector Salud Ante Emergencias y Desastres en Venezuela*.
Agencia de Cooperación Japonesa Internacional.

↘ Mora, R (2001) *Zonificación de Amenazas Hidrológicas en Conos de Deyección Caso de la Microcuenca quebrada La Fría. Sector Chamita Estado Mérida*. Universidad de Los Andes. Mérida – Venezuela.

Monroy, M (1999) *Los derechos humanos*. Editorial Temis. Bogota, Colombia

↘ Moraga, E (1999) *Genero y Desastres. Introducción conceptual y criterios operativos*. Editorial Genero y Sociedad. Costa Rica.

↘ Organización de Estados Americanos (1993) *Manual sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado*. OEA. Washintong, D.C – USA.

↘ Organización Meteorológica Mundial (1989) *Prevención de Desastres Naturales: El Aporte de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos*. Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial. Ginebra – Suiza.

OPS/ DIRN (1999) *Crónicas de un desastre. Huracanes George y Mich.*
Organización Panamericana de la Salud. Washington, D.C.

OPS (1998) *Pan American Journal of Public Health.* Pan American Health
Organization. Washington, D.C

ONU (1990) Informe completo del Secretario General de conformidad a la
resolución 1990/18 de la Comisión de los Derechos Humanos.

www.bdigital.ula.ve

ONU(1992) *Legislación, jurisprudencia y doctrina CD 2.* Edición 50°
Aniversario de la Declaración Universal de los Derechos Humanos, Proyecto
Regional de Justicia. Dirección Regional para América Latina y el Caribe.
Editorial del Puerto

Pérez, A (1965) *Estudio de Reconocimiento de los Suelos de la Subcuenca
de la Quebrada los Curos y la Negra.* Universidad de Los Andes. Mérida.
Venezuela.

Pizarro, R (2001) *La Vulnerabilidad Social y su Desafío: Una Mirada desde América Latina*. Naciones Unidas. Santita de Chile – Chile.

PNUD (2000) *Efectos de las Lluvias Caídas en Venezuela en Diciembre de 1999*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Editorial Torino. Caracas – Venezuela.

Rebotier, J (2003) *Gestion des Blessés a la Suite d'un Tremblement de Terre sur l'aire Métropolitaine de Mérida, Venezuela, Dans les Limites du « Municipio Libertador »*. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse. France.

República de Venezuela (1965) *Ley Forestal de Suelos y Aguas*. Caracas – Venezuela.

Ribas, A; Roset, D y Montserrat P (1995). "*Planeamiento Urbanístico y Zonificación de Espacios Inundables. Una Aplicación a la Ciudad de Girona*", *En Ciudad y Territorio*, Volumen 106. Concepción – Chile.

Rosales, S (2000) *Infraestructuras Asociadas a Riesgos Naturales por Procesos Erosivos*. Trabajo Especial de grado para Optar al Título de Ing.

Civil. Mención Honorífica y Publicación. Tutor: Maria Elisa Elberg. Mérida – Venezuela.

Sanhueza, R y Vidal, C (1996) *Análisis Integrado de Riesgos Naturales en la Ciudad de Concepción*. Tesis para optar al título de Licenciado en Historia y Geografía, Concepción: Universidad de Concepción. Chile

Singer, A (1980) *La Cartografía de Riesgos Geológicos, Requisito Previo para la Evaluación Geotécnica de los Espacios Abiertos y Sitios de Futuros Desarrollos Urbanos del Área Metropolitana de Caracas*. Memorias IV Encuentro de Geógrafos de América Latina. Vol. I Guadalajara – México.

Schubert, C et al (1979) Formación La Quinta (Jurásico), Andes Merideños: Geología de la Sección Tipo. *Acta Científica Venezolana.*, 30: 42-55.

Soto, C y León, F (1982) *Implicación de Algunas Variables Físico Geológicas en la Detección de Futuras Áreas de Expansión Urbana. El Caso de Lagunillas – San Juan*. Universidad de los Andes. Mérida – Venezuela.

Valdivia, L (1993) *Riesgos Naturales en el Área Metropolitana de Guadalajara – México*. Memorias IV Encuentro de Geógrafos de América Latina.. Universidad de los Andes. Vol I. Guadalajara – México.

UFORGA/ ULA (1997) *Evaluación Ambiental-Territorial del Ámbito Geográfico de la Zona Libre Cultural, Científica y Tecnológica del Estado Mérida*. Mérida – Venezuela.

Vásquez, L (1999) *Declaraciones, Pactos y Convenciones de Derechos Humanos*. Editorial LIZ. San Salvador. El Salvador.

Vidal, C et al (2001) *Evaluación de Riesgos Naturales en la Ciudad de Concepción, Mediante La Aplicación de SIG: aportes al ordenamiento territorial urbano*. Universidad de Bio-Bio. Concepción Chile.

Yépez, M (1991) *Proyecto de Reforestación con Fines de Protección para la Urbanización Albarregas "F" Sector Los Curos, Mérida*. Corporación de los Andes. Mérida - Venezuela

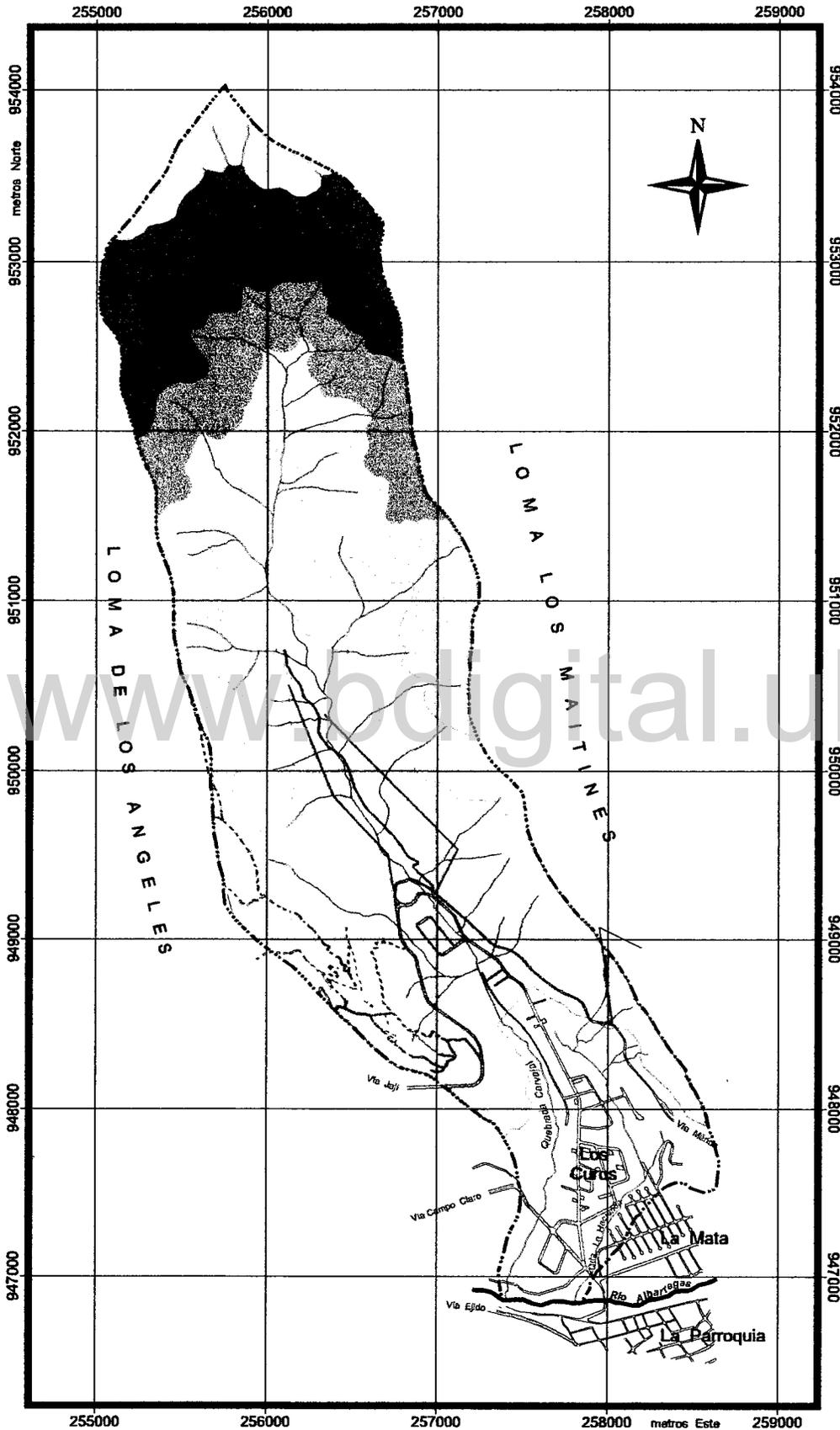
Yépez, M (2002) *Algunas Consideraciones para Establecer las Bases de una Zonificación de Riesgos Naturales*. Instituto Universitario Tecnológico de Ejido. Mérida – Venezuela.

www.bdigital.ula.ve

ANEXOS
www.bdigital.ula.ve



RIESGOS NATURALES EN ÁREAS URBANAS. UNA PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN EN LA MICROCUENCA QUEBRADA CARVAJAL DEL ESTADO MÉRIDA.



MAPA N° 1

BASE

- Límite de la Microcuenca
- Límite de la Poligonal Urbana
- Vialidad Vehicular
- Vialidad Peatonal
- Ríos
- Quebradas

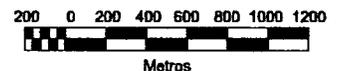
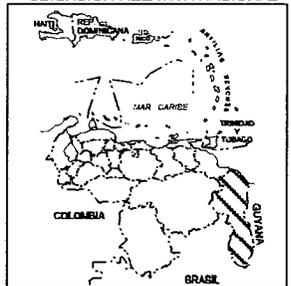
RANGOS DE ALTURA (msnm)

- 2700 - 2900
- 2500 - 2700
- 2300 - 2500
- 2100 - 2300
- 1900 - 2100
- 1700 - 1900
- 1400 - 1700
- 1200 - 1400

UBICACIÓN RELATIVA ESTADAL



UBICACIÓN RELATIVA NACIONAL



FUENTE: Ministerio de Obras Públicas. Dirección de Cartografía Nacional. Mapa Ciudad de Mérida. Esc. 1:15.000. Año 1973. Elaborado y Modificado por: Ing. Civil Scarlett Rosales Yépez. CIV. 150.360. Corrección y Composición Cartográfica: Geóg. Jorge Manrique V. CGV. 1.171. Año 2004.



RIESGOS NATURALES EN ÁREAS URBANAS. UNA PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN EN LA MICROCUENCA QUEBRADA CARVAJAL DEL ESTADO MÉRIDA.



MAPA N° 2

**GEOLÓGICO
GEOMORFOLÓGICO**

Procesos y Formas en Vertientes

- ↓ Escurrimiento Débil
- ⚡ Escurrimiento Intenso
- × Escurrimiento Concentrado

Movimientos de Masa

- ↘ Desprendimientos Activos
- ↘ Cicatrices de Desprendimiento
- Reptación
- ↘ Cárcavas Recolonizadas

Acumulaciones

- ▲ Conos - Terrazas

Fallas

- ↘ Observada
- ↘ Oculta

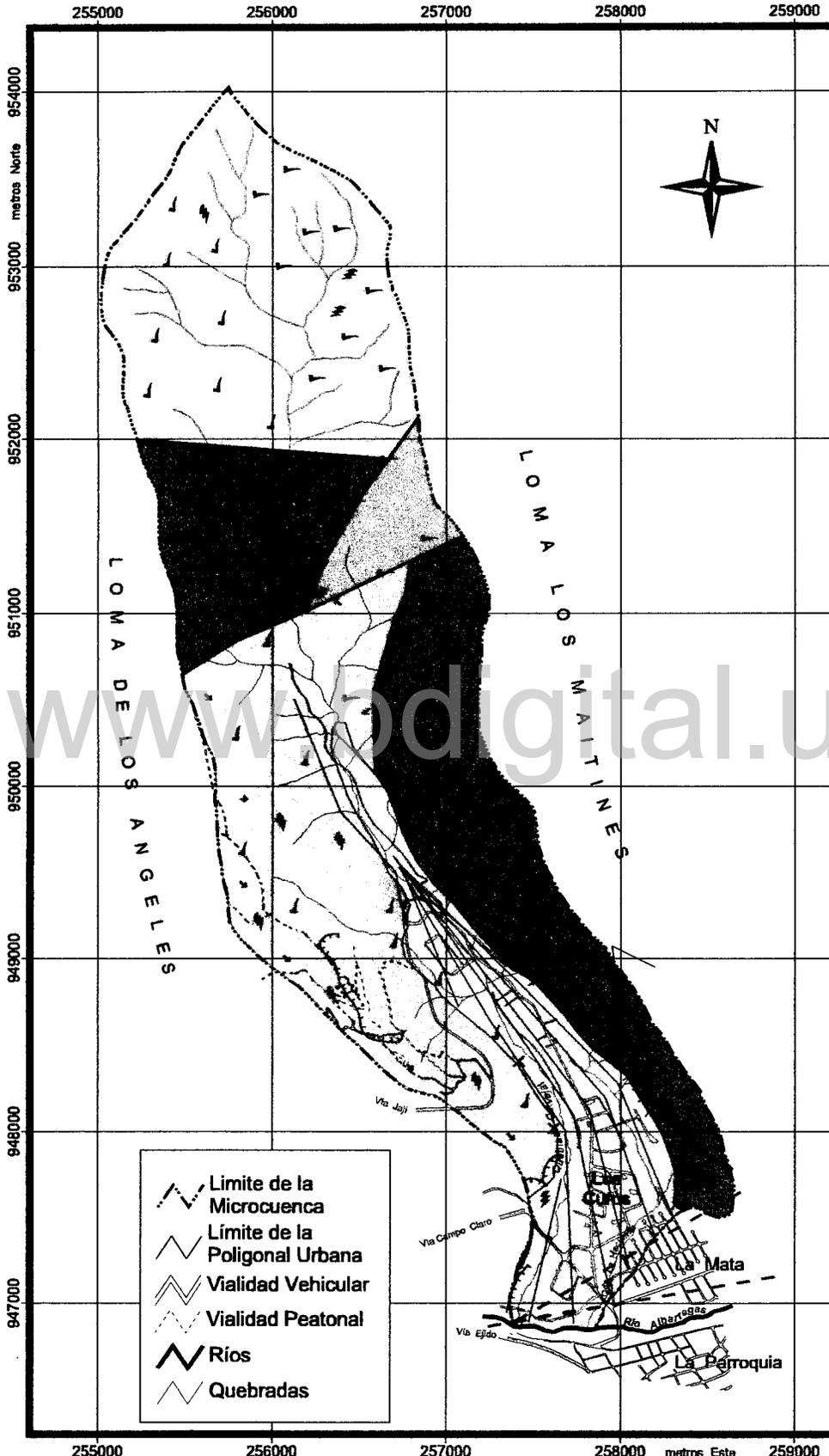
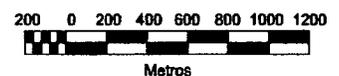
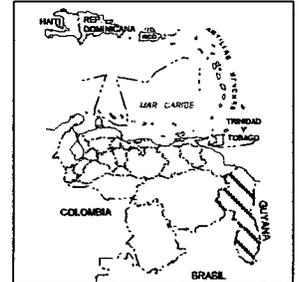
Estratigrafía

- Cuaternario
 - ▲ Conos - Terrazas
- Cenozoico - Mioceno
 - Formación Mucujún
- Mesozoico - Jurásico
 - Formación La Quinta
- Paleozoico - Pérmico
 - Formación Palmarito
- Paleozoico - Carbonífero
 - Formación Sabaneta
- Precámbrico
 - Asociación Sierra Nevada

UBICACIÓN RELATIVA ESTADAL



UBICACIÓN RELATIVA NACIONAL



- Limite de la Microcuenca
- Limite de la Poligonal Urbana
- Vialidad Vehicular
- Vialidad Peatonal
- Ríos
- Quebradas

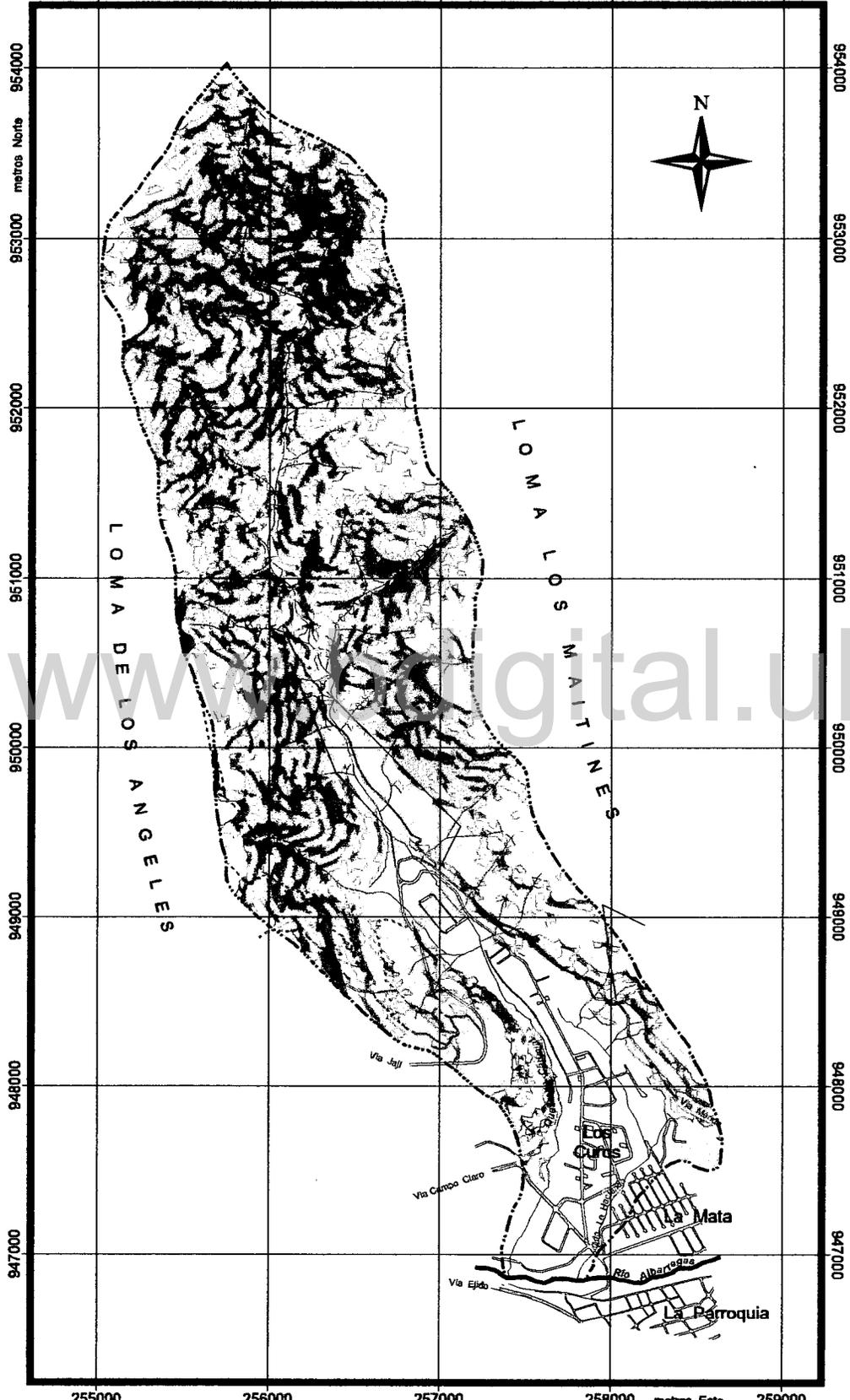
FUENTE: Ministerio de Minas e Hidrocarburos. Estudio Geotécnico de la Terraza de Mérida y sus Alrededores. Esc. 1:22.730. Año 1973.
 Ministerio de Energía y Minas. Dirección de Geología. Mapa Geológico de la Región de Mérida, Estado Mérida. Escala 1:50.000. Año 1981.
 Elaborado y Modificado por: Ing. Civil Scarlett Rosales Yépez. CIV. 150.360. Corrección y Composición Cartográfica: Geóg. Jorge Manrique V. CGV. 1.171 Año 2004.



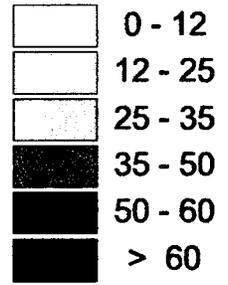
RIESGOS NATURALES EN ÁREAS URBANAS. UNA PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN EN LA MICROCUENCA QUEBRADA CARVAJAL DEL ESTADO MÉRIDA.



255000 256000 257000 258000 259000



MAPA Nº 3
VALORES DE PENDIENTE (%)

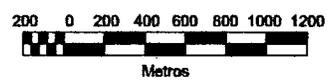


- Limite de la Microcuenca
- Limite de la Poligonal Urbana
- Vialidad Vehicular
- Vialidad Peatonal
- Ríos
- Quebradas

UBICACIÓN RELATIVA ESTADAL



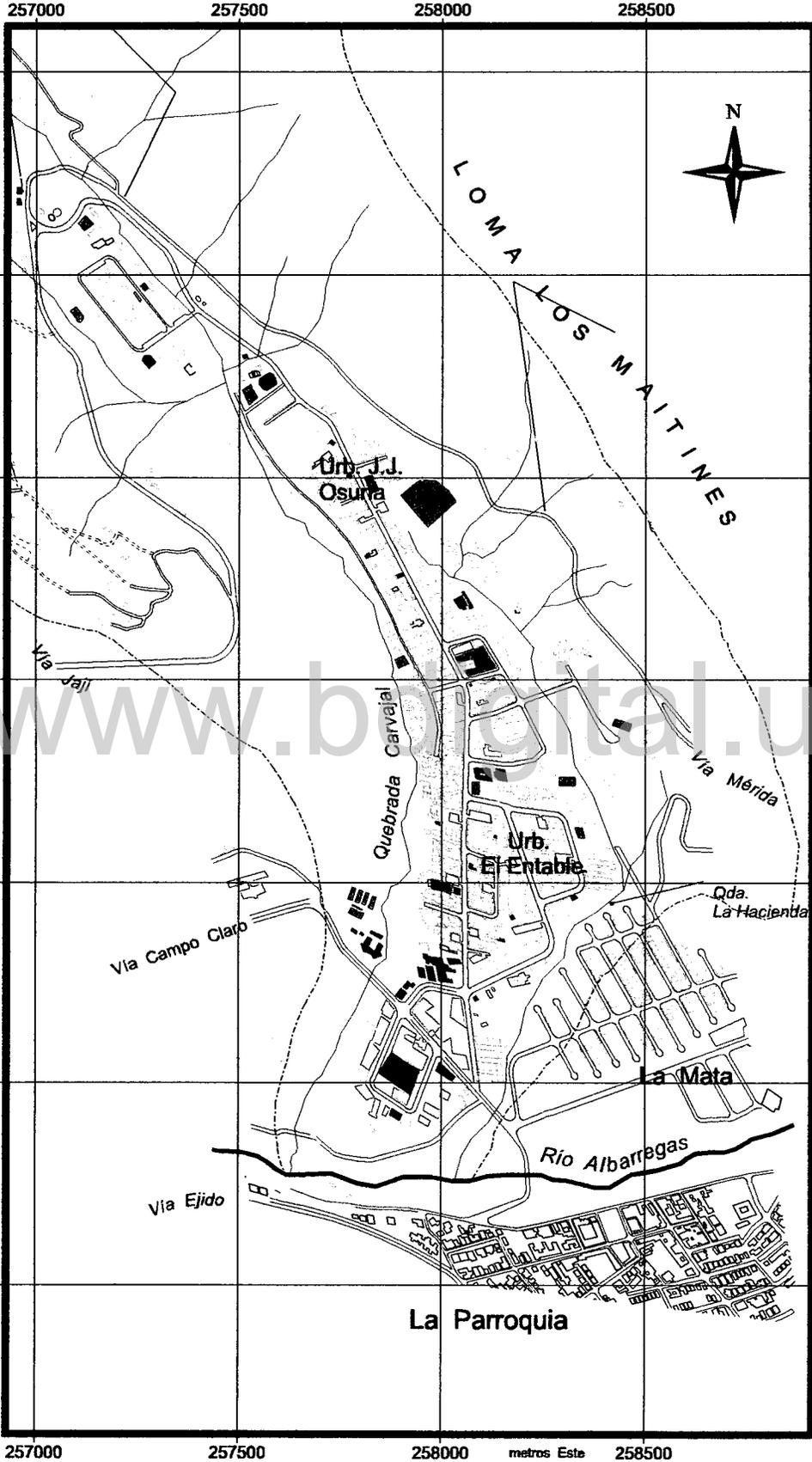
UBICACIÓN RELATIVA NACIONAL



FUENTE: Elaboración Propia.
Elaborado y Modificado por: Ing. Civil Scarlett Rosales Yáñez. CIV. 150.360. Corrección y Composición Cartográfica: Geóg. Jorge Manrique V. CGV. 1.171. Año 2004.



RIESGOS NATURALES EN ÁREAS URBANAS. UNA PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN EN LA MICROCUENCA QUEBRADA CARVAJAL DEL ESTADO MÉRIDA.



MAPA N° 4

USO DEL SUELO

- Residencial
- Comercial
- Recreacional
- Gubernamental
- Seguridad y Defensa
- Educativa
- Oficinas
- Religioso
- Médico Asistencial
- Industrias No Manufactureras
- Industrias Manufactureras
- Limite de la Microcuenca
- Limite de la Poligonal Urbana
- Vialidad Vehicular
- Vialidad Peatonal
- Ríos
- Quebradas
- Edificaciones

UBICACIÓN RELATIVA ESTADAL



UBICACIÓN RELATIVA NACIONAL



100 0 100 200 300 400 500



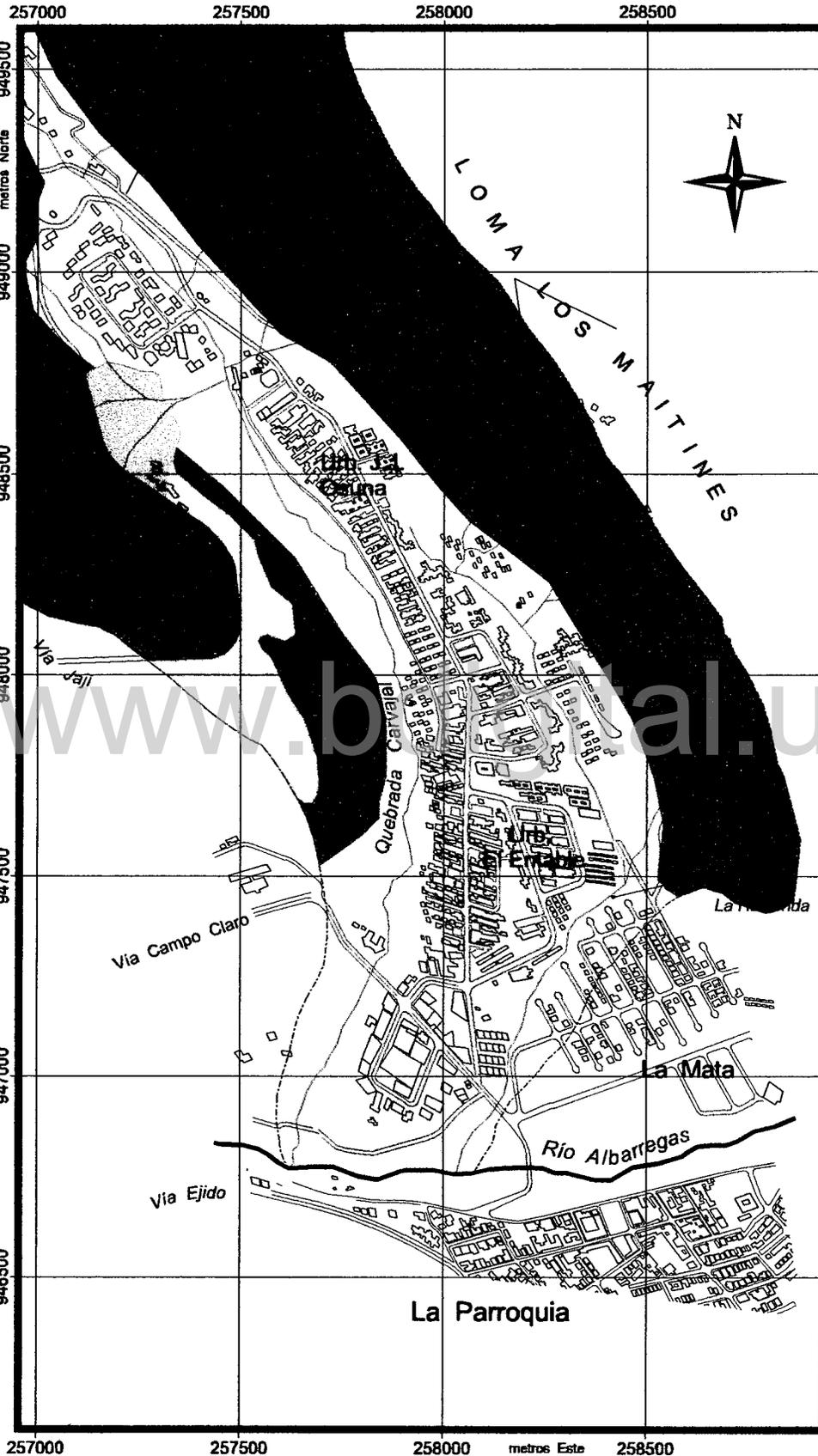
Metros

FUENTE: Elaboración Propia. Año 2004.

Elaborado y Modificado por: Ing. Civil Scarlett Rosales Yépez. CIV. 150.360. Corrección y Composición Cartográfica: Geóg. Jorge Manrique Viana CGV. 1.171. Año 2004



RIESGOS NATURALES EN ÁREAS URBANAS. UNA PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN EN LA MICROCUENCA QUEBRADA CARVAJAL DEL ESTADO MÉRIDA.



MAPA Nº 5

ESTABILIDAD RELATIVA

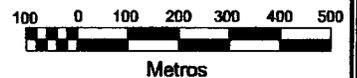
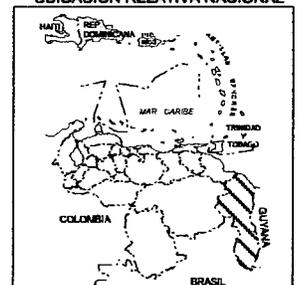
- Inestable
- Inestabilidad Latente
- Inestabilidad Potencial
- Estable

- Limite de la Microcuenca
- Limite de la Poligonal Urbana
- Vialidad Vehicular
- Vialidad Peatonal
- Ríos
- Quebradas
- Edificaciones

UBICACIÓN RELATIVA ESTADAL



UBICACIÓN RELATIVA NACIONAL

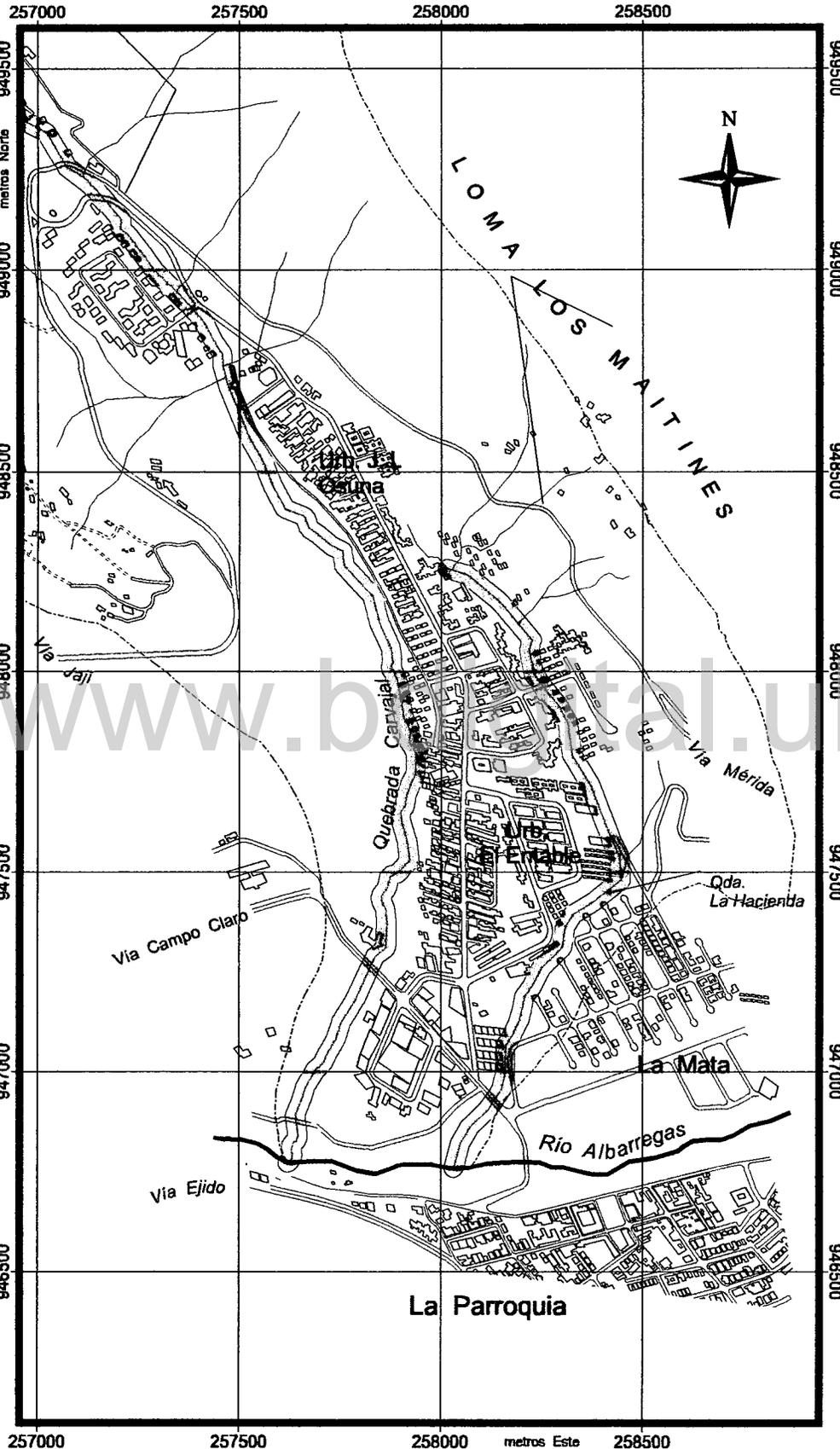


FUENTE: Elaboración Propia. Año 2004.

Elaborado y Modificado por: Ing. Civil Scarlett Rosales Yépez. CIV. 150.360. Corrección y Composición Cartográfica: Geóg. Jorge Manrique Viana CGV. 1.171. Año 2004



RIESGOS NATURALES EN ÁREAS URBANAS. UNA PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN EN LA MICROCUENCA QUEBRADA CARVAJAL DEL ESTADO MÉRIDA.

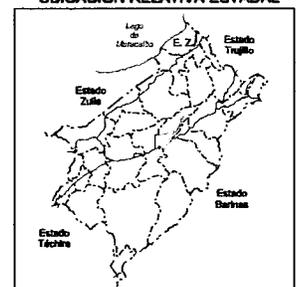


MAPA N° 6

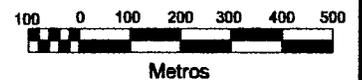
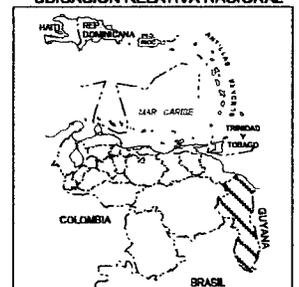
RETIROS DE CUERPOS DE AGUA

-  Zona Protectora por Ley. (25 metros)
-  Limite de la Microcuenca
-  Limite de la Poligonal Urbana
-  Vialidad Vehicular
-  Vialidad Peatonal
-  Ríos
-  Quebradas
-  Edificaciones
-  Área de la Microcuenca

UBICACIÓN RELATIVA ESTADAL



UBICACIÓN RELATIVA NACIONAL

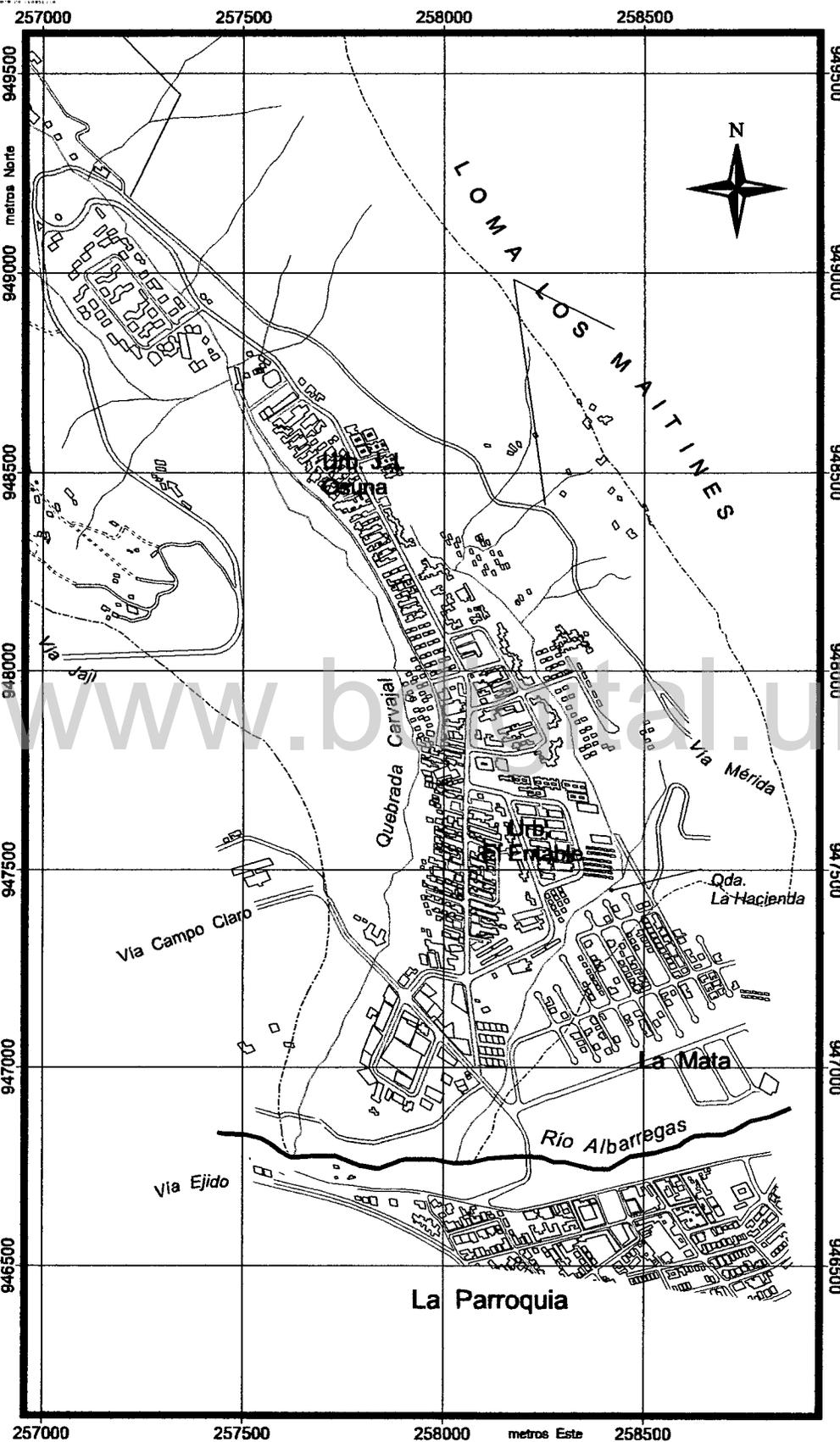


FUENTE: Elaboración Propia. Año 2004.

Elaborado y Modificado por: Ing. Civil Scarlett Rosales Yépez. CIV. 150.360. Corrección y Composición Cartográfica: Geóg. Jorge Manrique V. CGV. 1.171. Año 2004.



RIESGOS NATURALES EN ÁREAS URBANAS. UNA PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN EN LA MICROCUENCA QUEBRADA CARVAJAL DEL ESTADO MÉRIDA.



MAPA N° 7

ÁREAS DE POSIBLES DESBORDAMIENTOS

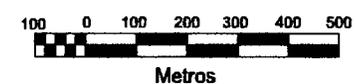
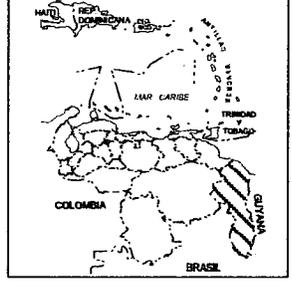
Áreas de posibles Desbordamientos

- Limite de la Microcuenca
- Limite de la Poligonal Urbana
- Vialidad Vehicular
- Vialidad Peatonal
- Ríos
- Quebradas
- Edificaciones
- Área de la Microcuenca

UBICACIÓN RELATIVA ESTADAL



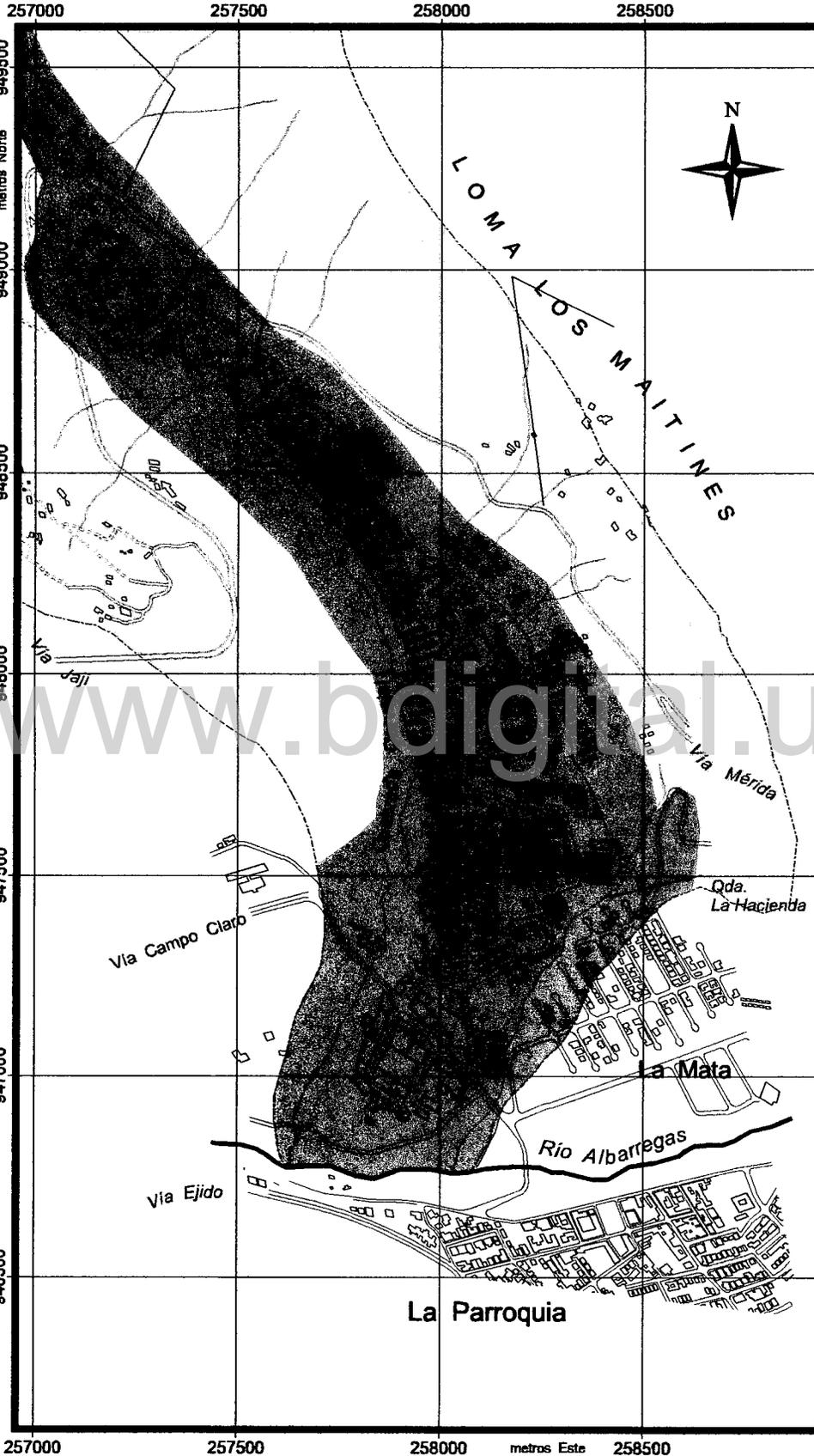
UBICACIÓN RELATIVA NACIONAL



FUENTE: Elaboración Propia. Año 2004.
 Elaborado y Modificado por: Ing. Civil Scarlett Rosales Yápez. CIV. 150.360. Corrección y Composición Cartográfica: Geóg. Jorge Manrique Viana CGV: 1.171. Año 2004



RIESGOS NATURALES EN ÁREAS URBANAS. UNA PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN EN LA MICROCUENCA QUEBRADA CARVAJAL DEL ESTADO MÉRIDA.

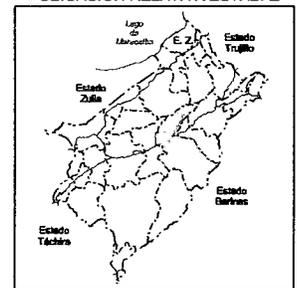


MAPA N° 8

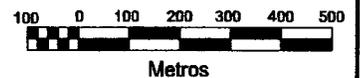
ZONIFICACIÓN

- Nivel de Riesgo Crítico
- Nivel de Riesgo Alto
- Nivel de Riesgo Medio
- Limite de la Microcuenca
- Limite de la Poligonal Urbana
- Vialidad Vehicular
- Vialidad Peatonal
- Ríos
- Quebradas
- Edificaciones

UBICACIÓN RELATIVA ESTADAL



UBICACIÓN RELATIVA NACIONAL



FUENTE: Elaboración Propia. Año 2004.

Elaborado y Modificado por: Ing. Civil Scarlett Rosales Yépez. CIV. 150.360. Corrección y Composición Cartográfica: Geóg. Jorge Manrique Viana CGV: 1.171. Año 2004

APÉNDICE

www.bcdigital.ula.ve

Definición de Catástrofe

Catástrofe es cualquier transición discontinua en un sistema con más de un estado estable, la catástrofe corresponde al salto de un estado a otro (Vidal, 2001)

Otra definición más simple de catástrofe dada por Sanhueza y Vidal (1996) corresponde a un suceso que causa alteraciones intensas en las personas, los bienes, los servicios y el medio ambiente, excediendo la capacidad de respuesta de la comunidad afectada. La discontinuidad (o catástrofe) es el producto, tanto de un fenómeno natural extremo, como de una inadecuada relación del hombre con su medio.

Ayala (2002) define catástrofe como el efecto perturbador que provoca sobre un territorio un episodio natural extraordinario y que a menudo supone la pérdida de vidas humanas. Si las consecuencias de dicho episodio natural alcanzan una magnitud tal que este territorio necesita ayuda externa en alto grado se habla de desastre. Los cuales se clasifican de la siguiente manera:

a) Repentinos

- Avalancha, ciclón, crecida repentina, deslizamiento de tierra, erupción volcánica, inundación, mar de leva o marea de tempestad, temporal, terremoto, tormentas, tsunamis entre otros.

b) De gestación lenta y larga duración

- Desertificación, epidemia, hambruna, sequía.

Definición de Riesgos Naturales

La Organización de la Naciones Unidas (1998) define riesgos naturales como "el producto de la probabilidad de ocurrencia de un desastre (peligrosidad) por la vulnerabilidad en tanto por uno y la exposición (número de víctimas)".

Campos (1999) define los riesgos naturales como la potencialidad de que en una población concreta ocurra determinadas situaciones de desastres, los cuales se configuran a partir de la interrelación entre ciertos eventos agresores potenciales o amenazas, y la propensión o susceptibilidad de la población a sufrir su impacto o vulnerabilidad, su interpretación como fuerzas que actúan en una misma dirección, ha dado pie a la siguiente fórmula:

Riesgo Naturales = Amenaza x Vulnerabilidad.

La Amenaza a es el factor externo a una comunidad expuesta, representado por la potencial ocurrencia de un fenómeno desencadenante (o accidente), el cual puede producir un desastre al manifestarse.

Se define la vulnerabilidad como el factor interno de una comunidad expuesta a una amenaza, resultado de sus condiciones intrínsecas para ser afectada. Hay diversos tipos de vulnerabilidad: estructural, social, económica, organizativa, cultural, urbana y ambiental.

www.bdigital.ula.ve

Según la Organización de Estados Americanos (1993) los estudios de vulnerabilidad estiman el grado de pérdida y daños que podrían resultar de la ocurrencia de un fenómeno natural de severidad dada. Los elementos analizados incluyen la población humana, la infraestructura tales como líneas vitales (vías de comunicación, acueductos, cloacas) áreas de concentraciones públicas (instituciones de educación, salud, gobierno, religión) y patrimonio cultural; también incluyen a las actividades económicas y al funcionamiento normal de los asentamientos humanos.

Por otra parte Pizarro (2001) explica que no se observa gran precisión conceptual cuando se hace referencia a la vulnerabilidad social y la mayoría de las veces se la confunde con pobreza. El concepto de vulnerabilidad social tiene dos componentes explicativos. Por una parte, la inseguridad y abandono que experimentan las comunidades, familias e individuos en sus condiciones de vida a consecuencia del impacto provocado por algún tipo de evento económicosocial de carácter traumático. Por otra parte, el manejo de recursos y las estrategias que utilizan las comunidades, familias y personas para enfrentar los efectos de ese evento.

Esta conceptualización tiene su origen en dos vertientes. Por una parte, en los estudios sobre desastres naturales, los que suelen evaluar los riesgos de comunidades y familias ante fenómenos catastróficos y diseñan estrategias para hacerles frente. Por otra parte, y muy recientemente, el mundo intelectual anglosajón comenzó a utilizar el enfoque de vulnerabilidad para comprender los cambios en las condiciones de vida que experimentan las comunidades rurales pobres en condiciones de eventos socioeconómicos traumáticos (Chambers, 1989; Chambers, 1995; Longhurst, 1994; Buchanan-Smith y Maxwell, 1994; Bayliss-Smith, 1991). La insatisfacción analítica con los enfoques de pobreza y sus métodos de medición ha extendido los estudios de vulnerabilidad. Así, estos especialistas señalan que el concepto de pobreza, al expresar una condición de necesidad resultante sólo de la insuficiencia de ingresos, se encuentra limitado para comprender el

multifacético mundo de los desamparados. En cambio, el enfoque de vulnerabilidad al dar cuenta de la “indefensión, inseguridad, exposición a riesgos, shocks y estrés” (Chambers, 1989), provocados por eventos socioeconómicos extremos entrega una visión más integral sobre las condiciones de vida de los pobres y, al mismo tiempo, considera la disponibilidad de recursos y las estrategias de las propias familias para enfrentar los impactos que las afectan.

En realidad, el enfoque de pobreza califica de forma descriptiva determinados atributos de personas y familias, sin dar mayor cuenta de los procesos causales que le dan origen. La vulnerabilidad, en cambio, hace referencia al carácter de las estructuras e instituciones económicas y sociales y al impacto que éstas provocan en comunidades, familias y personas en distintas dimensiones de la vida social. Esta diferencia conceptual tiene, desde luego, importancia explicativa. Pero además también debiera tener incidencia en las políticas públicas, con tratamientos que permitan atacar la pobreza y la vulnerabilidad de forma integral. Es posible coincidir con Moser (1998) en que los cambios en el entorno económico, social y político, generados por shocks repentinos o transformaciones de carácter estructural, pueden llegar a ser tan adversos sobre las familias y comunidades como los desastres naturales. En efecto, los ajustes macroeconómicos y los cambios en el patrón de desarrollo de América Latina, así como el paso desde el “socialismo real” al capitalismo en Europa Oriental, y el repliegue del Estado

del Bienestar en Europa Occidental, han producido reestructuraciones productivas, tecnológicas, económicas, sociales e institucionales de tal envergadura que han colocado en condiciones de indefensión e inseguridad a millones de habitantes en todo el mundo.

También es cierto que al disminuir las redes de protección social del estado en salud, educación y seguridad social, y al verse impactadas las comunidades por el mayor desempleo y precariedad en el trabajo, las familias afectadas suelen implementar estrategias basadas en el manejo de sus propios recursos para defender sus condiciones de vida. Por ello que algunos expertos del Banco Mundial hacen énfasis de que los pobres deben ser vistos como, "... administradores estratégicos de un portafolio complejo de activos" (Moser, p.4). De tal manera, constatar y valorar los recursos y capacidades que tienen los pobres en vez de insistir en la escasez de ingresos, como lo hace el enfoque de pobreza, puede resultar interesante desde el punto de vista interpretativo y de la política pública Sin embargo, a diferencia de la visión de Moser (1998), hay que reconocer las insuficiencias de las iniciativas y recursos existentes en la sociedad civil para enfrentar sus condiciones de indefensión e inseguridad cuando no tienen un adecuado acompañamiento de la política pública.

Valorar las iniciativas, capacidades y recursos existentes en los grupos vulnerables de la sociedad no debiera significar, en ningún caso, que el

estado prescinda de su actividad reguladora, compensadora y de protección social de los grupos más débiles. Por el contrario, a éste le cabe una responsabilidad insoslayable de garantizar una seguridad mínima a todas las personas y de facilitar el acceso a similares oportunidades a todos los miembros de la sociedad. De esta manera, se abre un ámbito en las políticas y programas públicos para enfrentar los desafíos de la vulnerabilidad sobre la base de una convergencia entre los recursos y estrategias existentes en las comunidades y familias y las iniciativas y recursos del estado.

Las dimensiones de la vulnerabilidad social

En mayor o menor medida, los recursos de que disponen las familias y personas en las áreas urbanas de América Latina sufrieron el impacto del nuevo patrón de desarrollo. Así, la vulnerabilidad se manifestó, en los años noventa, en las distintas dimensiones de la vida social: en el trabajo, en el capital humano, en el capital físico del sector informal, y en las relaciones sociales. Los asalariados y trabajadores por cuenta propia se encuentran expuestos a mayores riesgos en el **trabajo** a consecuencia de la preponderancia adquirida por la apertura externa, con sus mayores exigencias de competencia, lo que acentuó la heterogeneidad productiva y ha promovido la desregulación del mercado de trabajo. Los trabajadores se enfrentan a mayor inestabilidad y precariedad en el empleo y a un manifiesto

crecimiento de la informalidad. Esto ha provocado además el debilitamiento de las organizaciones sindicales y la disminución de sus capacidades de negociación.

El trabajo, sin duda el más importante de los recursos con que cuentan los grupos medios y de bajos ingresos en áreas urbanas, se encuentra acorralado por una forma de producción predominantemente basada en núcleos modernos que demandan escasa fuerza de trabajo. La incapacidad de generación de empleo de éstos, junto a la expulsión de fuerza de trabajo hacia las ramas de baja productividad y la precariedad resultante de las políticas de flexibilización, sin seguros de desempleo, ha provocado una alta condición de vulnerabilidad en el trabajo.

En la práctica, el acceso al empleo en las ramas modernas y en las grandes empresas, vale decir en el sector dinámico de la economía, se encuentra restringido a personas con formación altamente calificada. Para el resto de la fuerza de trabajo las oportunidades se reducen a las ramas de baja productividad y a las micro y pequeñas empresas, las que normalmente ofrecen bajos salarios y se caracterizan por una mayor precariedad. Es posible constatar, entonces, un estrecho vínculo entre vulnerabilidad social y empleo, que no existía con el patrón de desarrollo propio de la industrialización.

Ello explica que algunas estrategias familiares de recuperación de los niveles de ingreso se hayan centrado en la ampliación de las actividades informales y en el empleo de niños y adolescentes, los que muchas veces se ven obligados a renunciar al sistema educacional. Por su parte, los gobiernos hacen énfasis en políticas y programas de educación y capacitación para favorecer una mejor adecuación de los trabajadores ante la nueva realidad que presenta el mercado de trabajo, aunque en general con escaso éxito.

El denominado **capital humano** es otra dimensión dónde se observa un aumento de la indefensión de las personas. En efecto, a fines de la década del noventa cualquier tipo de educación y sistema de salud no asegura las mismas garantías de fortalecimiento del capital humano y por tanto oportunidades de progreso en la vida. Las nuevas instituciones y las políticas que caracterizan al patrón de desarrollo vigente han favorecido la proliferación de la educación privada y, en los hechos, se ha deteriorado la pública provocando un aumento de la vulnerabilidad de los educandos de los estratos medios y bajos de la sociedad en todos los niveles. Una característica propia de la educación en los años noventa es la segmentación según niveles de ingresos de los estudiantes.

Los niños y jóvenes de alto nivel de ingreso acuden a establecimientos privados, los que ofrecen una mejor infraestructura y calidad formativa, mientras que los provenientes de familias de bajos ingresos pueden acceder sólo a establecimientos públicos, en los que es evidente el deterioro

académico. Dadas las restringidas posibilidades de acceso al mercado de trabajo, las diferencias de calidad entre la educación pública y privada son mucho más relevantes hoy día que el número de años de estudio de los educandos.

En cuanto a la salud, la vulnerabilidad se torna manifiesta cuando se constatan las inequidades entre los servicios privados, asociados a la nueva institucionalidad con seguros de alto costo, que atienden a los sectores de altos ingresos, y seguros tradicionales, de carácter público, que ofrecen menor grado de protección para los sectores de bajos ingresos. Las tecnologías obsoletas, sistemas de administración ineficientes y los insuficientes recursos con que cuenta la salud pública en los países de América Latina han colocado a las personas de bajos ingresos en condiciones de franco riesgo cuando no pueden ser atendidas oportunamente o no pueden acceder a medicinas por sus altos costos.

Consecuentemente, la condición de vulnerabilidad en que se encuentran el capital humano de la población latinoamericana no sólo otorga al patrón de desarrollo una particularidad socialmente distintiva, sino que también muestra el escaso aprovechamiento que se hace de los recursos humanos para lograr el mejoramiento sistémico de la competitividad en los mercados mundiales.

La tercera dimensión en que se manifiesta la vulnerabilidad social se encuentra en el debilitamiento del **capital físico del sector informal**. La apertura externa y la entrada en vigencia del nuevo patrón de desarrollo provocaron un notable crecimiento del sector informal. Sin embargo, los trabajadores por cuenta propia, los artesanos, los talleres y pequeños negocios familiares, las microempresas y las unidades económicas solidarias ven debilitados sus activos productivos con un patrón de desarrollo que, al privilegiar el ordenamiento macroeconómico, limita las políticas estatales de protección y subsidios.

La importancia que tiene la tierra como activo productivo para un campesino ha sido largamente reconocida en los estudios y políticas agrarias. Aunque no en la misma medida, la utilización de la tenencia de una vivienda o de pequeñas maquinarias, herramientas y vehículos en las áreas urbanas pueden ser importantes para enfrentar los impactos provocados por el nuevo entorno económico.

La cuarta dimensión en que se constata la vulnerabilidad se refiere a las **relaciones sociales**. Los vínculos y redes que tienen las personas y familias son muy determinantes para acceder a oportunidades de trabajo, información y posiciones de poder. Como señala el PNUD: "Las redes sociales son aquellas estructuras de sociabilidad a través de las cuales circulan bienes materiales y simbólicos entre personas más o menos distantes. Es el vínculo

que permite a la madre dejar a su pequeño hijo con la vecina cuando debe llevar a la hija al policlínico, el que permite a un padre empresario solicitar trabajo para un hijo a otro colega gremial. Las redes sociales operan como uno de los recursos básicos de supervivencia de familias en condiciones de precariedad. Se trata de uno de los mecanismos importantes de movilidad social y aprovechamiento de oportunidades” (PNUD, 1998, p.142).

♣ **Riesgos Asociados al Sistema Interno Terrestre**

www.bdigital.ula.ve

Riesgos Sísmicos

Los eventos sísmicos se han convertido en los últimos años en uno de los fenómenos naturales más frecuentes en nuestro medio. Caracterizados por la rapidez con que se generan, el ruido que generalmente lo acompaña, los efectos sobre el terreno, etc. Es por esto que han sido calificados por la población como uno de los fenómenos naturales más terribles, debido principalmente a que ocurren en una forma repentina e inesperada y por su capacidad de destrucción.

Los Sismos o Terremoto según Larotta (1977) son vibraciones producidas en la corteza terrestre cuando las rocas que se han ido tensando se rompen de forma súbita y rebotan. Las vibraciones pueden oscilar desde las que apenas son apreciables hasta las que alcanzan carácter catastrófico. En el proceso se generan seis tipos de ondas de choque. Dos se clasifican como ondas internas (viajan por el interior de la Tierra) y las otras cuatro son ondas superficiales.

Las ondas se diferencian además por las formas de movimiento que imprimen a la roca. Las ondas primarias o de compresión (ondas P) hacen oscilar a las partículas desde atrás hacia adelante en la misma dirección en la que se propagan, mientras que las ondas secundarias o de cizalla (ondas S) producen vibraciones perpendiculares a su propagación. Las ondas P siempre viajan a velocidades mayores que las de las ondas S.

*** Origen de los sismos**

Para comprender mejor los orígenes de los sismos, es necesario conocer la estructura interna del planeta la cual está establecida por tres grandes capas que son:

- Núcleo
- Manto
- Corteza

El centro del planeta está constituido por el núcleo que se divide en núcleo interno compuesto de metales pesados en estado sólido y muy denso, el núcleo externo compuesto por metales

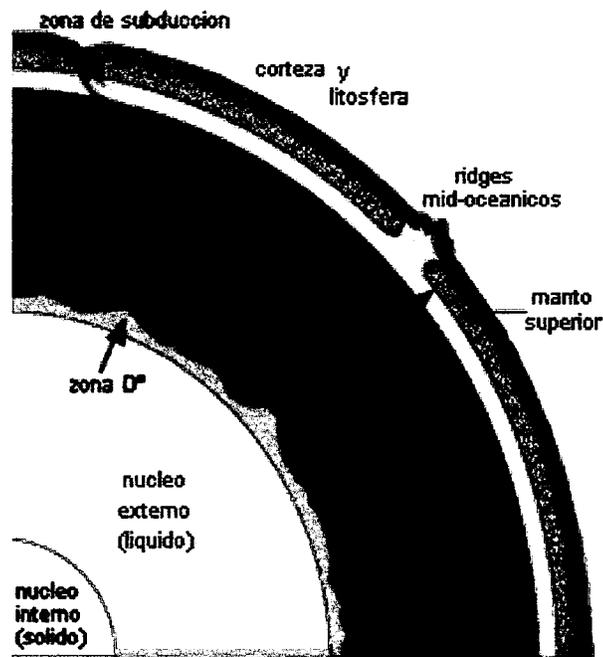


Figura N° 1 Estructura Interna de la

pesados en estado fundido y a altas temperaturas. La capa intermedia, denominada manto, es sólida de gran espesor y se caracteriza por presentar en su parte superior una zona en estado viscoso capaz de deformarse y fluir plásticamente. Finalmente, existe una pequeña capa denominada corteza que es rígida y tiene un espesor muy pequeño en comparación con las otras capas (promedio de 35 km). Esta corteza aunque es rígida, se deforma, se pliega y fractura por fuerzas que son transmitidas desde el manto superior ayudando a conformar los rasgos de la superficie terrestre actual (Rod, Jeferson y otros; 1958).

Uno de los resultados más importantes de la "dinámica interna" del planeta según Jenkins (1961) ha sido el hecho de que la corteza se muestra dividida en una serie de "placas tectónicas", parecido a un rompecabezas. Estas

placas se mueven unas respecto a otras, generándose en sus bordes la concentración de una gran cantidad de energía. Esta concentración de fuerzas puede llegar a ser lo suficientemente grande como para que se dé una liberación brusca de energía, originándose un sismo, el cual dependiendo de su posición y sus características puede ser de interplaca (falla de interplaca) o intraplaca (falla local).

- **Generación de Eventos Sísmicos**

- * Sismos Interplaca**

www.bdigital.ula.ve

Se generan en las zonas de contacto de las placas tectónicas. Se caracterizan por tener una alta magnitud (*7), un foco profundo (*20 km), gran liberación de energía.

- * Sismos Intraplaca**

Su origen se da dentro de las placas tectónicas, en las denominadas fallas locales. Se caracterizan por tener magnitudes pequeñas o moderadas

* Escalas de Medición

Por los movimientos que ocurren entre las superficies de contacto de las placas mencionadas, se acumula una gran cantidad de energía que al liberarse se convierte en ondas que se propagan desde el lugar de origen en la falla denominada **FOCO** o **HIPOCENTRO** hasta los diferentes puntos de la superficie terrestre, causando un temblor o sacudida sísmica.

El sitio de la superficie de la tierra más cercano al foco sísmico se denomina **EPICENTRO**, siendo la distancia entre estos dos la profundidad del sismo. El poder destructivo de un terremoto

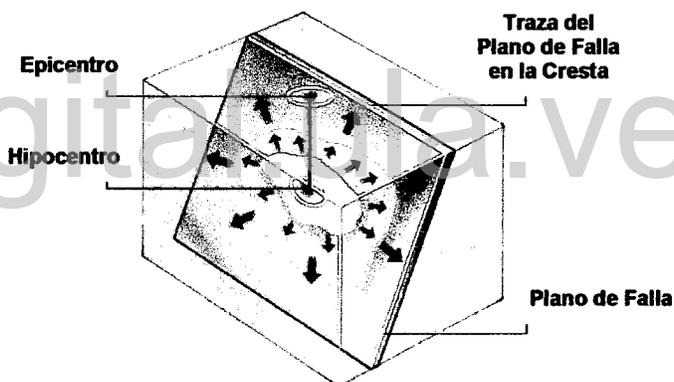


Figura N° 2 Origen del Sismo

depende de varios factores, entre los cuales destaca Bruce (1981) los principales:

- Magnitud y profundidad.
- La velocidad, aceleración, período y duración del movimiento.
- Las características de las rocas por donde viajan las ondas sísmicas y el tipo de suelos locales en el sitio donde se siente el sismo.

- El tamaño, la forma, los materiales y en general la calidad de construcción de las edificaciones y la infraestructura: carreteras, puentes, acueductos, presas, ferrocarriles, etc.
- Con el objetivo de "medir" el tamaño y los efectos de un sismo se han creado dos tipos de parámetros cuantificables: la magnitud y la intensidad.

* Magnitud

Es la medida de la cantidad de energía liberada en el foco, la cual es calculada conociendo el efecto de las ondas sísmicas sobre un sismógrafo situado a una distancia determinada del epicentro. La escala de magnitudes más conocida en nuestro país es la RICHTER, la cual en teoría no cuenta con un límite superior. Esta escala RICHTER es logarítmica y por lo tanto pasar de un grado a otro puede significar un cambio de energía liberada entre diez y treinta veces. Este concepto permite clasificar a los terremotos en:

Terremotos grandes	$M \geq 7$
Terremotos moderados	$5 \leq M < 7$
Terremotos pequeños	$3 \leq M < 5$

*** Intensidad**

Es la medida de la fuerza del movimiento del terreno, del grado en que fue sentido en un determinado lugar y de los efectos y daños causados. Esta escala en algunas ocasiones factores que son dependientes del evento sísmico o de las características del terreno, tales como la calidad de las construcciones o del grado de objetividad de las personas del lugar donde se haga la medición. La intensidad disminuye en función o la distancia de la fuente sísmica, la escala más utilizada es la denominada ESCALA MODIFICADA DE MERCALI (MM).

Esta escala, ordenada de menor a mayor grado de destructibilidad, va desde I (sólo detectable por instrumentos muy sensibles como los sismógrafos) hasta XII (catástrofe, destrucción total).

♣ Riesgos Asociados al Sistema Externo

Inundaciones

Las inundaciones son catástrofes naturales que se producen cuando el suelo y la vegetación no puede adsorber toda el agua, ésta fluye sin que los ríos sean capaces de canalizarla ni los estanques naturales o pantanos artificiales creados por medio de presas puedan retenerla. Las escorrentías alcanzan cerca de un 30% del volumen de precipitación. Las cuencas de muchos ríos se inundan periódicamente de manera natural, formando lo que se conoce como llanura de inundación (Mora, 2001). Las inundaciones fluviales son por lo general consecuencia de una lluvia intensa, con lo que los ríos se desbordan. Se dan también inundaciones relámpago en las que el nivel del agua sube y baja con rapidez. Suelen obedecer a una lluvia torrencial sobre un área relativamente pequeña.

*** Causas de las inundaciones**

Las grandes lluvias son la causa principal de inundaciones, pero además hay otros factores importantes. A continuación se analizan todos estos factores según Mora (2001):

- **Exceso de precipitación.** Cuando el terreno no puede absorber o almacenar todo el agua que cae esta resbala por la superficie (escorrentía) y sube el nivel de los ríos.
- **Actividades humanas.** Los efectos de las inundaciones se ven agravados por algunas actividades humanas. Así sucede:
 - Al asfaltar cada vez mayores superficies se **impermeabiliza el suelo**, lo que impide que el agua se absorba por la tierra y facilita el que con gran rapidez las aguas lleguen a los cauces de los ríos a través de desagües y cunetas.
 - La tala de bosques y los cultivos que desnudan al suelo de su cobertura vegetal facilitan la erosión, con lo que llegan a los ríos grandes cantidades de materiales en suspensión que agravan los efectos de la inundación.
 - Las canalizaciones solucionan los problemas de inundación en algunos tramos del río pero los agravan en otros a los que el agua llega mucho más rápidamente.
 - La ocupación de los cauces por construcciones reduce la sección útil para evacuar el agua y reduce la capacidad del área de inundación del río. La consecuencia es que las aguas suben a un nivel más alto y que llega mayor cantidad de agua a los siguientes tramos del río, porque no ha podido ser embalsada por el área de inundación, provocando mayores desbordamientos. Por otra parte el riesgo de perder la vida y de daños personales es muy alto en las personas que viven en esos lugares.

Los deslizamientos de laderas, desprendimientos de rocas y aludes de nieve son algunos de los procesos geológicos más comunes en la superficie de la Tierra. Forman parte del ciclo natural del terreno ya que la erosión y la gravedad actúan constantemente para transportar materiales de las zonas más altas hacia abajo.

*** Efectos de las inundaciones**

Las inundaciones no sólo dañan la propiedad y amenazan la vida de humanos y animales, también tienen otros efectos como la erosión del suelo y la sedimentación excesiva. A menudo quedan destruidos las zonas de desove de los peces y otros hábitats de la vida silvestre. Las corrientes muy rápidas ocasionan daños mayores, mientras que las crecidas prolongadas de las aguas obstaculizan el flujo, dificultan el drenaje e impiden el empleo productivo de los terrenos. Se ven afectados con frecuencia los estribos de los puentes, los peraltes de las vías, las canalizaciones y otras estructuras, así como la navegación y el abastecimiento de energía hidroeléctrica (Encarta 2003).

Movimientos en Masa

La expresión movimiento en masa según Fenando (1993) describe el movimiento de los materiales que se deslizan por la vertiente, consecuencia de la gravedad. no interviene ningún agente externo como el agua, el viento o el hielo. los movimientos en masa constituyen una progresión continua desde la caída de las rocas, mediante deslizamiento, hasta la reptación del suelo. según los diferentes tipos de transporte, los movimientos en masa pueden clasificarse en: desprendimientos, flujos, deslizamientos y reptación. los flujos suelen producirse en ambientes húmedos, mientras que los otros tipos tienen lugar cuando la humedad es moderada o baja.

El desprendimiento se caracteriza por un descenso a gran velocidad de las rocas o del suelo. La caída de rocas se produce como consecuencia de la rotura, por lo general, en pequeños bloques de vertientes abruptas. Esta ruptura está propiciada por grietas y otras debilidades de la roca, que reducen la resistencia de la vertiente, y tiene, normalmente, su origen en un incremento de la presión del agua que se introduce en la roca después de llover.

El deslizamiento según Legget (1973) es un movimiento lento en su inicio, aunque adquiere, más tarde, gran velocidad por el aporte de rocas, lodo o suelo a lo largo de una superficie de deslizamiento, como una línea de falla o fractura, o el punto de unión entre dos estratos rocosos diferentes. El deslizamiento consiste en un resbalón hacia superficies planas (esto es, paralelas al suelo), o puede ser generado por un movimiento rotatorio constante a lo largo de un plano de deslizamiento cóncavo.

Los deslizamientos de rocas, que pueden ser considerados como una enorme caída de roca, son, a menudo, los más espectaculares y catastróficos movimientos en masa en vertientes y pueden tener su causa en terremotos. muchas de estas caídas se inician, de forma especial, en materiales poco consolidados, por la acción de los ríos y la inundación de los materiales de las vertientes. por ejemplo, las coladas de barro son masas de derrubios arcillosos en lento movimiento que, por lo general, muestran ciclos de movimiento, relacionados con patrones estacionales de precipitaciones. los deslizamientos de materiales blandos no conservan siempre la forma inicial de la masa. en estos casos, suelen denominarse hundimientos, más que deslizamientos.

Los flujos según Valdivia (1993) son por lo general, tipos de movimientos en masa más continuos que las caídas o deslizamientos y pueden llegar a

deformar la masa hasta adquirir nueva forma. el material es, con frecuencia, pero no siempre, de tamaño más pequeño: partículas de suelo, material meteorizado o rocas pulverizadas.

Se puede distinguir, atendiendo a su tamaño, entre flujos locales, confinados a laderas de colinas, flujos de valle y flujos catastróficos, que superan cualquier barrera topográfica y destrozan todo lo que encuentran a su paso. También pueden clasificarse según su velocidad. los más rápidos, y frecuentemente los más devastadores, son las avalanchas, que pueden alcanzar hasta los 400 km por hora y se desplazan decenas de kilómetros. A su vez se subdividen en avalanchas de derrubios y de rocas. Las avalanchas de derrubios transportan materiales de escaso tamaño, como sedimentos, y están asociadas, por lo general, a suelos saturados. Se relacionan con la génesis de los conos de deyección, en aquellos lugares donde se produce la transición entre una zona montañosa y una llanura.

Los desprendimientos de roca, que suelen darse en condiciones de sequedad, se generan por la ruptura de un enorme lecho rocoso, que es destrozado durante el movimiento de descenso. Entre sus causas están la quiebra de líneas de falla o una repentina inundación de la vertiente; los terremotos u otras actividades tectónicas violentas también pueden dar lugar

a estas avalanchas. Los ríos de fango y las coladas de barro, originadas en condiciones de saturación, son otra modalidad, más lenta, de flujo.

Los ríos de fango suponen el desplazamiento de partículas arcillosas, y son, generalmente, más rápidos y fluidos que las coladas, constituidas por materiales arenosos. las formas más lentas de flujo son la soliflucción y geliflucción. la soliflucción se produce bajo condiciones climáticas frías y consiste en el deslizamiento de una masa viscosa de material del suelo saturado sobre una superficie impermeable. tiene lugar generalmente en vertientes de escasa pendiente. la geliflucción es similar, pero tiene lugar en ambientes periglaciares

www.bdigital.ula.ve

El movimiento en masa más lento es la denominada reptación del suelo según Fenando (1993). Con este término se define el movimiento lento y casi continuo del suelo, vertiente abajo. puesto que puede producirse en vertientes de muy escaso desnivel (se considera que el ángulo mínimo es de 5°), la reptación del suelo es la forma más común de movimiento de masas. al mismo tiempo, sin embargo, es el proceso más inadvertido, aunque el ladeo, cuesta abajo, de los árboles y la acumulación de materiales en torno a cercas de piedra son testimonio de su existencia.

Este movimiento tiene su origen en una serie de procesos que inician la expansión y contracción de partículas del suelo. con la expansión, éstas ascienden la vertiente en sentido perpendicular; cuando se contraen, las partículas descienden verticalmente, bajo la influencia de la gravedad, a una zona inferior. la contracción y expansión son consecuencia de un proceso alternativo de humectación y deshumectación del suelo; de cambios térmicos; de alteraciones químicas asociadas a la meteorización y formación de suelos; y de la acción de raíces, elementos del suelo y animales.

La intervención de los diversos procesos geológicos puede relacionarse con la morfología de las vertientes. Los segmentos convexos son, por lo general, zonas de erosión o de acarreo por efecto de la reptación, del choque de gotas de lluvia, lavado de la vertiente, de la solifluxión o de la gelifluxión y en ocasiones por deslizamientos. las cimas convexas también se pueden formar en zonas donde las rocas más duras desplazan lentamente a rocas más débiles y deformables, en un proceso denominado combamiento. El choque de gotas de lluvia sólo es efectivo en zonas de escasa vegetación, mientras que la reptación predomina allí donde hay suelos bien desarrollados. La erosión hídrica y los movimientos en masa predominan en las secciones rectilíneas. El ángulo de la superficie de deslizamiento depende, por ejemplo, de la fortaleza del material de la vertiente y de las condiciones de humedad.

Otras características que se deben conocer son los procesos erosivos que se definen según el Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (1993) como los procesos de degradación de la naturaleza física y química que desgastan y destruyen continuamente los suelos y rocas de la corteza terrestre; incluye el transporte de material pero no la meteorización estática.

La mayoría de los procesos erosivos son el resultado de la acción combinada de varios factores, como el calor, el frío, los gases, el agua, el viento, la gravedad, la vida vegetal y animal. En algunas regiones predomina alguno de estos factores como el viento en las zonas áridas.

De acuerdo a la influencia de la actividad del hombre según Antoine (1973), con relación al desarrollo de los procesos erosivos, pueden distinguirse dos clases generales de erosión la geológica y la acelerada.

La Erosión Geológica: Los fenómenos climáticos inician la erosión de los suelos y causan alteraciones en la superficie de sus estratos. En climas secos, el estrato superior de la roca se expande debido al calor del sol y acaba resquebrajándose, ya que si la roca está compuesta por varios minerales, éstos sufren diferentes grados de expansión y la tensión que se

genera conduce a su fragmentación. El viento puede arrastrar diversos fragmentos y acumularlos en otro lugar, formando dunas o estratos de arena. El material perdido por la roca también puede ser arrastrado por la arrollada en fenómenos de escorrentía.

El agua de los ríos es un poderoso agente erosivo; disuelve determinados minerales y los cantos que transporta la corriente desgastan y arrastran los depósitos y lechos fluviales. Los ríos helados también erosionan sus valles; el lento movimiento del glaciar remueve gradualmente todo el material suelto de la superficie por la que se desliza, dejando algunas partes de roca desnuda cuando el hielo se derrite. Además de movilizar los materiales sueltos, los glaciares erosionan activamente la roca por la que se desplazan; los fragmentos de roca inmersos en el fondo y en los lados de la masa de hielo en movimiento actúan como un abrasivo, al arañar y pulir el lecho rocoso de los lados y del fondo de los valles.

En la costa, la erosión de acantilados rocosos y playas de arena es el resultado de la acción del mar, las olas y las corrientes. Ésta es especialmente fuerte durante las tormentas. En muchos lugares del mundo, la pérdida de terreno debido a la erosión costera representa un serio problema; de cualquier modo, la acción de las olas es superficial, por lo que

la erosión marina tiende a modelar una característica plataforma plana sobre las rocas de la costa.

El agua tiene un papel aún más importante en lo que se refiere al transporte de material erosionado. Desde el momento en el que cualquier lugar reciba más agua (en forma de lluvia, nieve derretida o hielo) de la que el terreno pueda absorber, el excedente fluirá hacia niveles más bajos arrastrando el material suelto. Las laderas suaves sufren una erosión laminar y abarrancamientos, durante los cuales la denominada escorrentía arrastra la fina capa superior del suelo sin dejar rastros visibles de haber erosionado esa superficie. Este tipo de erosión puede compensarse con la formación de nuevos suelos. A menudo, especialmente en zonas áridas con escasa vegetación, el agua deja un rastro de cárcavas. Parte de los detritos y de los suelos que arrastran las aguas se depositan en los valles, pero una gran parte llega hasta el mar a través de los cursos de agua. En el caso específico del río Nuestra Señora, principal afluente de agua del río Chama en el área de estudio se tienen según la Agencia Internacional del Japón (1991) que este curso de agua arrastra un caudal de sedimentos que alcanzan $1.456.000 \text{ m}^3$ los cuales son arrastrados hacia el Lago de Maracaibo.

La erosión esculpe constantemente nuevos relieves en la superficie de la tierra. La forma de los continentes cambia continuamente, a medida que las olas y las mareas invaden tierra firme y el limo de los ríos gana terreno al mar. De igual modo que los arroyos y ríos ahondan sus cauces, las cárcavas se convierten en barrancos y éstos en valles.

El efecto conjunto del desgaste de montañas y mesetas tiende a nivelar el terreno; existe una propensión a la reducción del relieve al nivel del mar (nivel de base). La tendencia contraria la representan los movimientos de la corteza terrestre, que levantan montañas, mesetas y nuevas islas. Gran parte de la geología y de la geografía (en particular la geomorfología) se ocupa de las fuerzas y resultados de las formas de erosión sobre la tierra.

La Erosión Acelerada: Sin la intervención humana, las pérdidas de suelo debidas a la erosión probablemente se verían compensadas por la formación de nuevos suelos en la mayor parte de la Tierra. En terreno sin alterar, los suelos están protegidos por el manto vegetal. Cuando la lluvia cae sobre una superficie cubierta por hierba u hojas, parte de la humedad se evapora antes de que el agua llegue a introducirse en la tierra. Los árboles y la hierba hacen de cortavientos y el entramado de las raíces ayuda a mantener los suelos en el lugar, frente a la acción de la lluvia y el viento. La agricultura y la explotación forestal, la urbanización, la instalación de industrias y la

construcción de carreteras destruyen parcial o totalmente el dosel protector de la vegetación, acelerando la erosión de determinados tipos de suelos.

El exceso de pastoreo, que a la larga puede transformar la pradera en desierto, y las prácticas agrícolas poco cuidadosas, han tenido efectos desastrosos en determinadas regiones del mundo. Algunos historiadores piensan que la erosión del suelo ha sido un factor determinante en el conjunto de causas que han provocado algunos desplazamientos de población, debidos a la sequía, y en la decadencia de algunas civilizaciones.

www.bdigital.ula.ve

El agua y el viento son los principales agentes de la erosión y es de acuerdo al agente erosivo actuante que se distinguen dos formas generales de erosión: hídrica y eólica.

La Erosión Hídrica: Es el proceso en el cual el agente erosivo es el agua, principalmente la precipitación natural, pero también la irrigación. Las gotas de agua, al caer sobre terrenos de vegetación rala, dependen el suelo no protegido y lo arrastran junto con el agua de escorrentía, siendo depositados los sedimentos en las tierras bajas donde la corriente es débil.

por acción del agua. Tal erosión se evidencia también por las raíces de las plantas que quedan al descubierto y por la exposición de capas subyacentes del perfil del suelo.

- Erosión en surcos: producida cuando la escorrentía no es uniforme sobre toda la superficie sino que se concentra en filetes líquidos, cuyo caudal y velocidad son suficientes para generar una acción erosiva.
- Erosión en cárcavas: ocurre cuando hay una mayor concentración de escurrimiento y la topografía del terreno permite la unión de surcos, formándose zanjas de gran tamaño, a las que se les denomina cárcavas. Estas pueden provenir de pequeños canales, el fluir agua extrae del fondo el material de lavado o caído dentro de la cárcava profundizándose así gradualmente.
- Erosión regresiva: como su nombre lo indica es una forma de erosión que hace retroceder las entalladuras de los surcos y cárcavas en desarrollo, lo que trae como consecuencia un aumento regresivo de su tamaño y longitud, hasta llegar en ocasiones a la cima de las laderas.
- Remoción en masa: esta forma de erosión se debe en términos generales y bajo condiciones particulares, a la acción del agua que se infiltra en el suelo, al desequilibrio del suelo ante dicha acción y al

efecto de la gravedad. El movimiento de las masas del suelo originado por tales mecanismos pueden ser de flujo lento, como la solifluxión o de flujo rápido como los derrumbes.

La remoción en masa puede expresarse de diferentes formas, siendo las principales las siguientes:

- **Deslizamientos:** son movimientos de suelo en masa rápidos, que ocurren debido a una saturación y aumento de peso de la masa del suelo. Tiene lugar cuando existe una capa impermeable en el perfil del suelo, que puede ser una masa rocosa, a poca profundidad.
- **Derrumbes:** son desmoronamientos progresivos, por acción del agua y la fuerza gravitacional de las capas superficiales de los terrenos ubicados en zonas pendientes, que resultan en desplazamientos violentos de masas considerables de suelo.
- **Flujos de Lodo:** es un movimiento del suelo causado por sobresaturación de la capa superior de los suelos delgados, que sobrepasan el límite de liquidez, en terrenos de alta pendiente, dando lugar a un movimiento o flujo rápido en forma de lodo.
- **Solifluxión:** es el movimiento o flujo muy lento de suelo o detritus saturados con agua, en el sentido de la pendiente, sobre un sustrato impermeable. Los problemas de solifluxión son ocasionados por aguas internas provenientes de infiltración o corriente subterránea, y

se hacen evidentes por la presencia de postes o árboles inclinados y hundimientos suaves que forman terrazas que avanzan varios centímetros por año. La remoción de masas de suelo por soliflucción puede, de acuerdo a su magnitud de expresión, destruir terrenos, construcciones y carreteras.

- Hundimientos: pueden expresarse como procesos rápidos o lentos. Son rápidos cuando se manifiestan como una consecuencia del lavado diferencial de materiales por socavación, por disolución o por falla de los estratos subyacentes. Es así que se presentan en áreas con minas bajo explosión, en áreas con corrientes subterráneas cartesianas, en áreas con calizas cavernosas subyacentes y en estratos de materiales de baja estabilidad. Los hundimientos se manifiestan lentamente cuando se trata de la acción de sobre peso o por consolidaciones naturales.

Existe otro tipo de erosión hídrica de ocurrencias menos frecuentes y por lo tanto menos conocidos, tal como es el caso de la erosión subterránea o sufusión mecánica, definida por Gásperi (1982) citado por CIDIAT (1993) como un proceso de arrastre de material a poca profundidad por efecto de escurrimiento subsuperficial. Gásperi ha estudiado este fenómeno en zonas áridas y señala que esta forma de erosión se caracteriza por la formación

de sumideros, vacíos y túneles subterráneos que posteriormente evolucionan hacia zanjas o surcos abiertos de erosión.

Los túneles de sufusión mecánica no siguen un patrón definido de distribución espacial y se les encuentra diseminados en los alrededores de las cárcavas de las cuales son tributarios.

Una de las condiciones para que este proceso se genere y evolucione es la acumulación de agua en el terreno y la ocurrencia de superficies de debilidad en el terreno por donde el agua puede penetrar, acumularse y actuar.

La Erosión Eólica: Es la erosión causada por el viento, en aquellas regiones donde no hay vegetación suficiente para cubrir y proteger el suelo, condición natural en tierras áridas a lo largo de las riberas arenosas de los lagos, mares y ríos.