



ZONIFICACIÓN DE RIESGOS POR DESLIZAMIENTOS EN ÁREAS URBANAS ANDINAS

Instrumentos de Ayuda a la Toma de Decisión en Procesos de Ordenamiento Territorial

FASE 1

Instrumentación Pluviométrica, Caracterización Morfométrica e Identificación de Factores Preliminares de Vulnerabilidad de Contexto Relevantes

-PROYECTO DE INVESTIGACIÓN-

PRESENTADO A
CONVOCATORIA MULTIDISCIPLINAR DIMA 2005 - 2007

MANIZALES, Septiembre 8 de 2005

ZONIFICACIÓN DE RIESGOS POR DESLIZAMIENTOS EN ÁREAS URBANAS ANDINAS

FASE 1

Instrumentación Pluviométrica, Caracterización Morfométrica e Identificación de Factores Preliminares de Vulnerabilidad de Contexto Relevantes

Instrumentos de Ayuda a la Toma de Decisión en Procesos de Ordenamiento
Territorial

INVESTIGADOR PRINCIPAL (CODIRECTOR)

FERNANDO MEJÍA FERNÁNDEZ

Ingeniero Civil, MsSc. Hidráulica.

Director Instituto de Estudios Ambientales - G.T.A. en Ingeniería Hidráulica y Ambiental
Departamento de Ingeniería Civil
Universidad Nacional

INVESTIGADOR PRINCIPAL (CODIRECTORA)

ANNE CATHERINE CHARDON

Geógrafa, MsSc, PhD. Gestión Global de Riesgos

Coordinadora Maestría en Hábitat - G.T.A. en Hábitat y Tecnología
Departamento de Arquitectura y Construcción
Universidad Nacional

COINVESTIGADOR GESTIÓN DE RIESGOS

JUAN PABLO LONDOÑO LINARES

Ingeniero Civil, Candidato a Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo

Instituto de Estudios Ambientales - Universidad Nacional

Estudiante Doctorado en Sostenibilidad - Universidad Politécnica de Cataluña

COINVESTIGADOR ING. ELECTRÓNICA

JORGE HERNÁN ESTRADA ESTRADA

Ingeniero Electrónico

G.T.A. en Ingeniería Hidráulica y Ambiental

Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación
Universidad Nacional

MANIZALES, Septiembre 8 de 2005

TABLA DE CONTENIDO

- 1. TÍTULO DEL PROYECTO**
- 2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN**
- 3. IMPACTO ESPERADO**
- 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**
- 5. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE**
- 6. HIPÓTESIS**
- 7. OBJETIVO GENERAL**
- 8. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**
- 9. METODOLOGÍA PROPUESTA**
- 10. PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN ESPERADOS**
- 11. ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**
- 12. BIBLIOGRAFÍA**
- 13. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**
- 14. PRESUPUESTO**

1. TÍTULO DEL PROYECTO

ZONIFICACIÓN DE RIESGOS POR DESLIZAMIENTOS EN ÁREAS URBANAS ANDINAS
- Instrumentos de Ayuda a la Toma de Decisión en Procesos de Ordenamiento Territorial -

FASE 1: INSTRUMENTACIÓN PLUVIOMÉTRICA, CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA E IDENTIFICACIÓN DE FACTORES PRELIMINARES DE VULNERABILIDAD DE CONTEXTO RELEVANTES

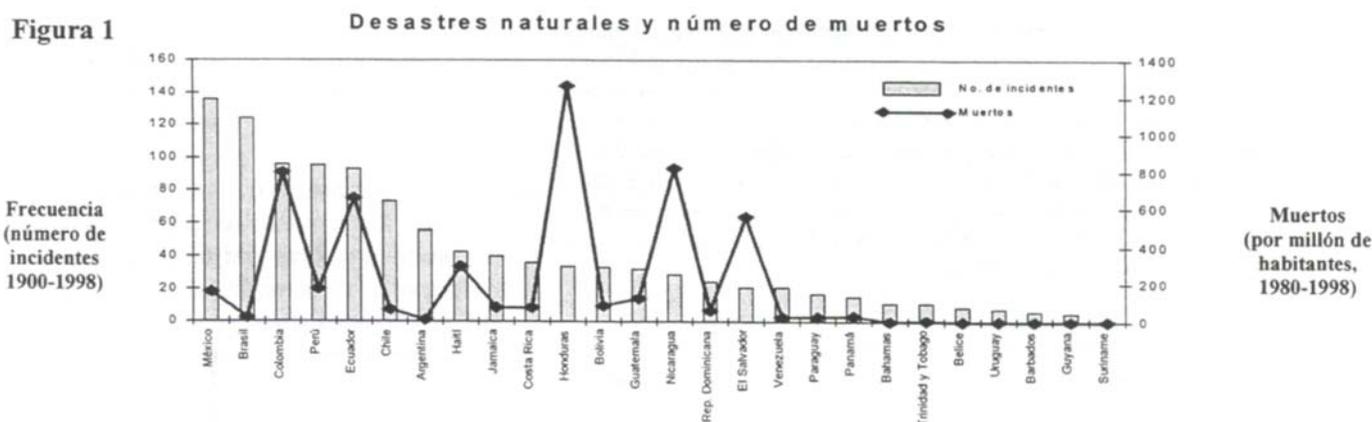
2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Dentro del contexto latinoamericano, es notable la fuerte devastación causada por eventos de origen natural. La frecuencia de los desastres y el nivel económico de los países afectados pone de manifiesto una fuerte relación entre la ocurrencia de éstos y el subdesarrollo. Los países en desarrollo se caracterizan por aportar el número de víctimas más elevado. De las 109 catástrofes más graves ocurridas en el mundo entre 1960 y 1987, el 38% sucedieron en los países en desarrollo, aportando el 73% del total de las víctimas (3 millones de personas en el siglo XX). (CHARDON, 2002 : 1).

En la última década del siglo XX, en América Latina, los desastres naturales han dejado un saldo de más de 45.000 muertos, 40 millones de damnificados y daños directos que superan los 20.000 millones de dólares, con un promedio de 40 desastres importantes al año, lo que ubica a la región en el segundo lugar después de Asia en cuanto a frecuencia (BID, 2000 : 1).

En Colombia, se conoce muy bien la devastación causada por inundaciones, terremotos, deslizamientos de tierra, flujo de lodos, entre otras amenazas naturales, que han dejado un costo importante en el aspecto económico y social (Ver Figura 1).

Figura 1. Desastres naturales y número de muertos en América Latina y El Caribe.



FUENTE: OFDA/CRED. 1999. En BID : 2000, 4.

Algunos ejemplos que hablan por sí solos de la magnitud de los desastres son los siguientes: En marzo de 1983, un sismo de magnitud 7 en la escala de Richter afectó el departamento del Cauca y destruyó el 80% de su capital Popayán; el balance fue de 300 muertos, 1500 heridos y pérdidas de por lo menos 400 millones de dólares. Un evento similar ya había destruido la ciudad en 1736. En noviembre 13 de 1985, un lahar generado por el deshielo de una parte del glaciar del volcán Nevado del Ruiz destruyó la totalidad de la ciudad de Armero (Tolima) y parte de los municipios de Villamaría y Chinchina (Caldas); se registraron 26.000 muertos, 5.200 heridos, 10.000 damnificados y pérdidas por 250 millones de dólares. En 1845 un evento similar había generado 1000 muertos en la misma zona de Armero. En septiembre de 1987 un importante deslizamiento afectó el barrio Villatina en Medellín (Antioquia) dejando 500 muertos, 150 heridos y 100 viviendas destruidas. En febrero de 1995 un terremoto afectó notablemente el centro de la ciudad de Pereira (Risaralda), ocasionando 45 muertos, 350 heridos y 700 damnificados. Y en enero 25 de 1999, un terremoto de magnitud 6.3 afectó gravemente la región cafetera, destruyendo el 50% de la ciudad de Armenia, afectando a Pereira y ocasionando un total de 1.200 muertos, 250.000 damnificados y pérdidas por más de 5 mil millones de dólares (aproximadamente el 4% del PIB nacional). (CHARDON : 2002, 9). Los efectos del sismo de enero de 1999 han sido los más graves en la región, afectando 28 municipios de los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda, Tolima y Norte del Valle.

A nivel más local, en la ciudad de Manizales, existe una serie de antecedentes de desastres, especialmente provocados por deslizamientos de tierra. Los registros se remontan al año 1948. Según la Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres OMPAD, se pueden resumir en el siguiente cuadro:

Tabla 1. Eventos de deslizamientos en la ciudad de Manizales a lo largo de su historia.

PERÍODOS	DESLIZAMIENTOS		
	CANTIDAD	EFECTOS	
		Muertos	Heridos
1948-1962	25	45	65
1963-1977	163	170	49
1978-1982	85	98	154
1983-1989	78	34	64
1990-1994	149	21	11
1995-1998	195	1	
2002	4	2	1
2003 (*)	90	16	32
TOTAL	789	387	376

(*) Corresponde al evento del 18 y 19 de Marzo.

FUENTE: Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres OMPAD Manizales

Al normalizar estos datos por año puede notarse una tendencia al incremento en el número de eventos en años recientes; entre los años 1948 a 1989 (41 años) se tiene un total de 32 eventos, mientras que para el período comprendido entre 1990 y 2003 (13 años) se registran 196 eventos, lo que muestra una tendencia al aumento en la frecuencia de los deslizamientos.

Tabla 2. Eventos de deslizamientos en la ciudad de Manizales a lo largo de su historia.

Período	Eventos por año	Muertos por año	Heridos por año
1948-1962	1.79	3.21	4.64
1963-1977	11.64	12.14	3.50
1978-1982	6.07	7.00	11.00
1983-1989	13.00	5.67	10.67
1990-1994	37.25	5.25	2.75
1995-1998	65.00	0.33	0.00
2002	4.00	2.00	1.00
2003 (*)	90.00	16.00	32.00
TOTAL	13.84	6.79	6.60

(*) Corresponde al evento del 18 y 19 de Marzo de 2003.

Un registro especialmente recordado para la ciudad fue el período del 18 y 19 de marzo de 2003, cuando se presentó un evento de lluvias fuertes que contribuyó a la desestabilización de tierras y la generación de deslizamientos que dejaron un costo total de la emergencia para la ciudad de \$17.537.900.000 y el siguiente balance de afectados (OMPAD de la ciudad de Manizales):

Tabla 3. Balance general de la emergencia ocurrida en Manizales los días 18 y 19 de marzo de 2003.

CONSECUENCIAS		CANTIDAD	TOTAL
PERSONAS AFECTADAS	Niños (**)	1369	3031
	Adultos (**)	1662	
FAMILIAS DAMNIFICADOS	Inquilinos (**)	216	713
	Propietarios (**)	497	
VÍCTIMAS	Illesos (*)	2776	2980
	Heridos (*)	32	
	Muertos (*)	16	
	Desaparecidos (*)	3	
VIVIENDA	Destruídas (*)	74	497
	Afectadas (*)	104	
	Evacuadas Preventivamente (**)	319	
REVISIONES TÉCNICAS BOMBEROS (**)		910	910

Fuentes: (*) Cruz Roja (**) Cuerpo Oficial de Bomberos Información actualizada a Abril 5 de 2003

FUENTE: Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres OMPAD Manizales

El día cuatro de diciembre de ese mismo año se presentó otro evento impactante para los habitantes de la ciudad: un deslizamiento de tierra sepultó algunas viviendas en el barrio La Sultana, provocando la muerte de 16 personas del sector bajo del talud, de estrato 3, y causando daños en viviendas emplazadas en la corona del talud, de estrato 4. Demostrando así, que actualmente el problema de los deslizamientos para la ciudad

no se restringe necesariamente a la población marginada y a los barrios considerados “cinturones de miseria”, sino que se hace extensiva a todos los habitantes de ladera, sin importar su condición socioeconómica.

MANIZALES: UN ENTORNO PROPICIO PARA EXPERIMENTAR

Física y climatológicamente, Manizales se caracteriza por los siguientes aspectos:

- ~ Se encuentra localizada en la Región Andina, con una altitud promedio de 2150 m.s.n.m., un clima característico ecuatorial de montaña, con dos periodos de máxima precipitación en el año (tipo bimodal), uno entre marzo y mayo y otro hacia los meses de septiembre a diciembre, promedio anual de precipitación alrededor de 2000mm y temperatura promedio anual de 18°C aproximadamente. Hoy posee unos 400.000 habitantes.
- ~ En cuanto al crecimiento urbano y sus patrones de expansión, en términos generales, se tiene una ciudad que nació en una meseta estrecha y poco a poco se fue extendiendo sobre las vertientes de ésta, llegando a urbanizar terrenos difíciles de fuertes pendientes.
- ~ Su ubicación espacial coincide con la zona más amenazada en el país y está sometida principalmente a las amenazas de terremoto, deslizamientos, erupciones volcánicas, y en menor medida inundaciones. En el aspecto sísmico la zona es atravesada por el sistema de fallas de Romeral, lo que determina su clasificación como zona de amenaza sísmica alta (NSR-98). La composición de los suelos está determinada por la proximidad de varios volcanes que se han encargado de moldear el relieve. El volcán Nevado del Ruiz, Cerro Bravo, El Cisne y Santa Isabel aportan a la dinámica y composición de los suelos existentes.

Estos factores, aunados entre sí, han desencadenado históricamente procesos de desestabilización de laderas, deslizamientos, avalanchas, derrumbes, etc, los cuales han afectado la vida de la comunidad y de la ciudad, al punto de poder considerar a éste como el mayor problema ambiental de Manizales y un obstáculo a los principios del desarrollo sostenible.

Tal situación ha sido enfrentada desde tiempo atrás con empeño por diferentes organismos según sus propósitos, como CORPOCALDAS (antiguo CRAMSA), la alcaldía municipal y los organismos de socorro, entre otros. Además, ha dado pie para estudios multidisciplinarios sobre causas y efectos de los fenómenos naturales o antrópicos generadores de desastres y emergencias en Manizales.

Pero una constante para todos los intentos de estudio ha sido la falta de información

histórica confiable, cuantificable, sistemática, sobre el comportamiento de las variables que describen esos fenómenos y los caracterizan: magnitud, intensidad, duración y espacialidad de las lluvias; infiltración; escorrentía; humedad del suelo; temperatura; dirección y velocidad del viento; radiación solar; humedad relativa; presión de poros en el subsuelo, nivel freático; entre otras variables naturales. Solo disponiendo de tal información es posible establecer, por ejemplo, la relación entre las condiciones antecedentes del suelo por lluvias consecutivas y la potencialidad de deslizamientos en nuestras laderas, para no mencionar sino uno de los posibles estudios para prevención de desastres con adecuados niveles de detalle.

Adicionalmente, se ha visto conceptualmente el fenómeno de deslizamiento como una consecuencia de factores netamente físicos, relacionados con la pendiente y variables naturales del entorno; sin considerar los inmensos pesos relativos que deben tener otros factores del orden socioeconómico, sociopolítico, educativo, cultural, ideológico, etc, los cuales, siguiendo los conceptos y metodologías planteados recientemente en Gestión de Riesgos, serían imprescindibles para la evaluación integral de Riesgos por Deslizamiento en la ciudad.

Otro componente importante que se ha dejado de lado hasta el presente es el esfuerzo por conformar una base sistemática, detallada y completa de eventos pasados (deslizamientos) por parte de las entidades encargadas de esta materia en la ciudad, para configurar un punto de partida para el análisis de las zonas más propensas a esta problemática y las interrelaciones entre los diferentes factores que intervienen en el fenómeno. La elaboración de cartografía digital actualizada con eventos y con variables de vulnerabilidad de contexto relevantes, constituye el insumo que debe agregarse a la zonificación de lluvias y factores topográficos para obtener un verdadero mapa de riesgos que sirva para visualizar sectores críticos y para generar alertas con la adopción de umbrales y señales oportunas para las comunidades eventualmente afectables, para contribuir así a la consolidación de un Sistema de verdadera Prevención de Desastres a nivel local.

Todo lo anterior puede lograrse por una parte con la ayuda de instrumentación y equipos modernos que permitan la toma, transmisión, acopio y procesamiento de datos de esas variables, en tiempo real. Por otro lado, se requiere el trabajo interdisciplinario de profesionales de diferentes áreas como pueden ser la Planificación Territorial, Sociología, Geografía, Cartografía, Geología, Psicología, Trabajo Social, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Civil, entre otras disciplinas tanto técnicas como sociales, que contribuyan a la comprensión integral de un problema complejo y al establecimiento de relaciones causa-efecto que expliquen las dinámicas presentes en nuestras ciudades andinas y el surgimiento de los escenarios de riesgos que se evidencian hoy en día.

En años anteriores, el grupo proponente ha planteado y desarrollado importantes trabajos sobre temas similares como la investigación Un Enfoque Geográfico de la

Vulnerabilidad en Zonas Urbanas Expuestas a Amenazas Naturales. El Ejemplo Andino de Manizales, Colombia (Chardon : 2002), Perfil Ambiental Urbano de Colombia. Caso Manizales (IDEA: 1995), Evaluación de la Oferta Hídrica de los Glaciares Tropicales Andinos del Parque Nacional Natural Los Nevados. Fase 2 (IDEA: 2004), “Plan de Ordenamiento Ambiental de la Cuenca del Río Miel” (IDEA: 2005, en elaboración), Observatorios Ambientales para el Desarrollo Urbano Sostenible en Manizales (IDEA: Permanente), y el Proyecto Red de Estaciones Meteorológicas Para la Prevención de Desastres de Manizales (IDEA: Permanente). Investigaciones y trabajos que evidencian el acervo de conocimientos técnicos y metodológicos que ha venido acumulando y consolidando el grupo de trabajo proponente en los últimos años, especialmente con el trabajo interdisciplinario y el entendimiento de las dinámicas urbanas.

3. IMPACTO ESPERADO

Con el desarrollo de este proyecto se espera incrementar el conocimiento en el campo de los riesgos y desastres en zonas urbanas, desde la perspectiva científica multidisciplinar, aportando una metodología para evaluar el riesgo, considerando simultáneamente la amenaza y la vulnerabilidad como conceptos integrales y complejos, que se incorporen a la gestión de riesgos en la planificación del desarrollo como mecanismo para la búsqueda del desarrollo sostenible.

La densificación de la red pluviométrica convertirá a Manizales en una de las ciudades mejor monitoreadas del país en cuanto a su precipitación y en las posibilidades de disponer de señales de alerta temprana en el futuro ante eventos climáticos extremos para prevención de desastres, de los cuales tiene una dolorosa experiencia tanto en el pasado lejano como reciente. Con la evaluación a escalas de detalle de la pluviometría en un centro urbano y el cruce de esta información con variables derivadas de la topografía, geología y morfometría del terreno y las bases de datos de eventos de deslizamientos registrados anteriormente, se obtendrán umbrales de lluvia que permitirán establecer niveles de amenaza para los diferentes sectores de la ciudad, y configurar así, a futuro, un sistema de alerta temprana para el caso de deslizamientos.

Indirectamente y a más largo plazo, con la identificación de factores de vulnerabilidad relevantes se busca entender las dinámicas inherentes a la configuración de escenarios marginales de riesgos y una reducción de la vulnerabilidad en sectores críticos de estas áreas; también aportar herramientas/elementos metodológicos y analíticos a los procesos municipales de desarrollo territorial.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El riesgo de deslizamiento en entornos urbanos andinos es un concepto complejo que involucra desde variables netamente físico-naturales derivadas de la topografía y la pluviometría de la zona, hasta otras sociales, económicas, políticas, demográficas, que tienen que ver con modelos de ocupación del territorio.

De esta manera, los deslizamientos no solo son el producto de unos factores físicos; además de éstos, también intervienen otros antrópicos, enmarcados en los campos social, económico, político-institucional, educativo, ideológico, cultural, que están interrelacionados, y en su conjunto conducen a la definición de un concepto de vulnerabilidad global que es necesario estudiar con detenimiento.

Si se estudian a cierto nivel de detalle estos factores (topográficos, pluviométricos, sociales, económicos, político-institucionales, educativos, ideológicos, culturales, etc.) y sus interrelaciones, es posible acercarse a un concepto holístico de riesgo y producir elementos que lleven a la elaboración de mapas de zonificación de amenaza, vulnerabilidad y riesgo que redunden en redes de alerta temprana y protección civil.

5. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

5.1. Marco Conceptual

Un acercamiento al campo conceptual que se va a manejar en el estudio es el que Cardona propuso en 1985 en el Instituto de Ingeniería Sísmica y Sismología IZIIS, de Skopje Yugoslavia (CARDONA : 2001b):

Definición de Riesgo: Una vez conocida la amenaza o peligro A_i , entendida como la probabilidad de que se presente un evento con una intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición t , y conocida la vulnerabilidad V_e , entendida como la predisposición intrínseca de un elemento expuesto e a ser afectado o de ser susceptible a sufrir una pérdida ante la ocurrencia de un evento con una intensidad i , el *riesgo* R_{ie} puede entenderse como la probabilidad de que se presente una pérdida sobre el elemento e , como consecuencia de la ocurrencia de un evento con una intensidad mayor o igual a i ,

$$R_{ie} / t = (A_i, V_e) /$$

Es decir, la probabilidad de exceder unas consecuencias sociales, económicas o ambientales durante un período de tiempo t dado.

Esta manera de conceptualizar el riesgo tiene como base los conceptos propuestos por la

UNDRO en conjunto con la UNESCO en la reunión "Natural Disasters and Vulnerability Analysis" UNDRO (1979), ampliamente utilizados en el campo técnico y científico:

Amenaza o peligro (*Hazard - H*), definida como la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado.

Vulnerabilidad (*Vulnerability -V*), como el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un evento desastroso, expresada en una escala desde 0 o sin daño a 1 o pérdida total.

Riesgo Específico (*Specific Risk - Rs*), como el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un evento particular y como una función de la Amenaza y la Vulnerabilidad.

Elementos en Riesgo (*Elements at Risk - E*), como la población, las edificaciones y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta en un área determinada.

Riesgo Total (*Total Risk - Rt*), como el número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de evento desastroso, es decir el producto del Riesgo Específico, *Rs*, y los elementos en riesgo, *E*.

Con las definiciones anteriores, la evaluación del riesgo según la UNDRO puede llevarse a cabo mediante la siguiente formulación general

$$R_t = (E)(R_s) = (E)(H \cdot V),$$

La propuesta de Cardona (1985) consistió en eliminar la variable Exposición, *E*, por considerarla implícita en la Vulnerabilidad, *V*, sin que esto modificara sensiblemente la concepción original. En otras palabras: no se "es vulnerable" si no se "está expuesto".

Definición de Amenaza: *peligro latente asociado con la posible ocurrencia de uno o varios fenómenos o eventos de origen natural, social o tecnológico, o provocados por el hombre, que pueden presentarse en un sitio específico y por un tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas, bienes y/o el medio ambiente.*

Definición de Vulnerabilidad: *factor de riesgo interno de un sujeto o sistema expuesto a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o de ser susceptible a sufrir un daño.*

Dimensiones y tipos de Vulnerabilidad

La vulnerabilidad puede tener varias dimensiones o tipologías, dependiendo del aspecto que se esté teniendo en cuenta para su análisis Wilches-Chaux (1989) propuso el

concepto de vulnerabilidad global para plantear una dimensión general que integre los diferentes aspectos o dimensiones que caracterizan la vulnerabilidad desde varias perspectivas. Dichas dimensiones de la vulnerabilidad se describen brevemente a continuación (CARDONA : 2001b):

A. *Dimensión física:* Expresa las características de ubicación en áreas propensas y las deficiencias de resistencia de los elementos expuestos, de las cuales depende su respuesta o capacidad de absorber la acción del evento que representa la amenaza. La simorresistencia de una edificación, la ubicación de una comunidad en el área de influencia de un deslizamiento o en el cauce de un río, son ejemplos de la dimensión física de la vulnerabilidad.

B. *Dimensión Económica:* Los sectores económicamente más deprimidos son los más vulnerables. La pobreza aumenta la vulnerabilidad. A nivel local e individual este aspecto se expresa en desempleo, insuficiencia de ingresos, dificultad o imposibilidad de acceso a los servicios. En la esfera nacional se expresa en una excesiva dependencia de la economía a factores externos incontrolables, la falta de diversificación de la base económica, las restricciones al comercio internacional y la imposición de políticas monetarias.

C. *Dimensión social:* Entre más integrada esté una comunidad, superando los inconvenientes que suelen presentarse, le resultará más fácil absorber las consecuencias de un desastre y podrá reaccionar con mayor rapidez que una comunidad que no lo esté. Las sociedades pueden ser más o menos vulnerables en el sentido que pueden reaccionar como grupo organizado, mediante procesos de autoorganización, ó con intereses particulares primando sobre los grupales, con relaciones más estrechas entre sus integrantes, ó relaciones meramente circunstanciales.

La proximidad de un asentamiento humano al área de influencia de un fenómeno es un actor de vulnerabilidad.

D. *Dimensión educativa:* Se expresa en una educación deficiente o que no tiene una buena cobertura en una comunidad propensa. La ausencia de conocimiento sobre las causas, los efectos y las razones por las cuales se presentan desastres, el desconocimiento de la historia y la falta de preparación y desconocimiento del comportamiento individual y colectivo en caso de desastre son aspectos que hacen que una comunidad sea más vulnerable. Igualmente, la falta de socialización de la información aumenta la vulnerabilidad.

E. *Dimensión política:* Se expresa en el nivel de autonomía que tiene una comunidad con respecto a sus recursos y para la toma de decisiones que la afectan. La comunidad se hace más vulnerable bajo esquemas centralistas en la toma de decisiones y en la organización gubernamental. La debilidad en los niveles de autonomía para decidir regional o localmente impide una mayor adecuación de las acciones a los problemas

sentidos en estos niveles territoriales. En la medida que la comunidad participa más en las decisiones que le atañen es menos.

F. *Dimensión institucional:* Está relacionada con las dificultades que tienen las instituciones para hacer la gestión del riesgo. Situación que se refleja en la falta de preparación para responder ante un evento, o cuando aún sabiendo que existe el riesgo no llevan a cabo acciones eficientes y efectivas para reducirlo o mitigarlo. Se expresa en la falta de flexibilidad de las instituciones, en el exceso de burocracia, la prevalencia de la decisión política y el protagonismo.

G. *Dimensión ambiental:* Hay un aumento de la vulnerabilidad cuando el modelo de desarrollo no está basado en la convivencia sino en la explotación inadecuada y la destrucción de los recursos naturales. Esta circunstancia necesariamente conduce al deterioro de los ecosistemas y a aumentar la vulnerabilidad debido a la incapacidad de auto ajustarse para compensar los efectos directos o indirectos de la acción humana o de eventos de la misma naturaleza.

H. *Dimensión cultural:* Esta dimensión de la vulnerabilidad está referida a la forma en que los individuos se ven a sí mismos en la sociedad y como colectividad, lo que influye en ocasiones de manera negativa debido a estereotipos perniciosos que no se cuestionan y que se consolidan. Al respecto juegan un papel crucial los medios de comunicación, puesto que contribuyen al manejo sesgado de imágenes o a la transmisión de información ligera o imprecisa sobre el medio ambiente, la misma sociedad y los desastres.

I. *Dimensión ideológica:* Esta relacionada con las ideas o creencias que tienen las personas sobre el devenir y los hechos del mundo. Se expresa en actitudes pasivas, fatalistas y en la prevalencia de mitos relacionados con creencias religiosas que limitan la capacidad de actuar de los individuos en ciertas circunstancias. La percepción dogmática de las cosas puede generar confusión acerca de un propósito, falta de reacción y muchas veces pérdida de la motivación, que debilitan una acción transformadora y propositiva.

Definición de Prevención: Conjunto de medidas cuyo objeto es impedir la ocurrencia de fenómenos que causen o den lugar a desastres o a otras situaciones de emergencia. La prevención corresponde al desarrollo de acciones, que en resumen, pretenden eliminar el riesgo impidiendo o evitando la ocurrencia de eventos que puedan generar desastres (CARDONA Y HURTADO : 2001).

Definición de Mitigación: Conjunto de medidas cuyo objeto es reducir las consecuencias de los desastres mediante la intervención del contexto social y material expuesto. El propósito de la mitigación es la reducción de los riesgos, es decir la atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes. La mitigación es un proceso complejo ya

que muchos de sus instrumentos, al igual que los de la prevención, hacen parte del desarrollo económico y social. La mitigación se lleva a cabo a de la manera más eficiente a través del ordenamiento físico de los asentamientos humanos y de la planificación de proyectos de inversión de carácter industrial, agrícola o de infraestructura (CARDONA Y HURTADO : 2001).

Definición de Preparación: Medidas cuyo objetivo es organizar y facilitar los operativos para el efectivo y oportuno aviso, salvamento, socorro y rehabilitación de la población en caso de desastre. La preparación se lleva a cabo mediante la organización y planificación de las acciones de alerta, evacuación, búsqueda, rescate, socorro y asistencia que deben realizarse en caso de emergencia. Razón por la cual, considera aspectos tales como la predicción de eventos, la educación y capacitación de la población, el entrenamiento de los organismos de socorro y la organización y coordinación para la respuesta en caso de desastre (CARDONA Y HURTADO : 2001).

5.1.1. Diferentes visiones sobre el riesgo y los desastres

Durante siglos, las decisiones sobre el riesgo, fundamentalmente estuvieron basadas en el sentido común, el saber tradicional, el ensayo y el error, las creencias o el conocimiento no científico. Kervern y Rubise (citado por CARDONA : 2001) distinguen tres períodos: La edad de la sangre, que se caracterizó porque el hombre tranquilizaba su temor con sacrificios ofrecidos a la divinidad; la edad de las lágrimas, en la cual con el desarrollo del Cristianismo el miedo mayor conducía a plegarias y procesiones de diversa índole; y la edad de las neuronas, a partir de 1755, con el terremoto de Lisboa, cuando a raíz de este suceso Rousseau afirmó que el hombre es responsable del peligro e indicó que si los efectos del terremoto fueron tan terribles, la culpa es de los habitantes. Esta opinión marcó el comienzo de lo que en francés se le denomina *cindynique*: la ciencia del peligro (Soutadé 1998, en CARDONA : 2001). Hoy en día es posible distinguir varios enfoques dependiendo del tipo de ciencias desde el cual se mire:

Visión de las Ciencias Naturales

Un primer enfoque desde las ciencias naturales, consistió en considerar los desastres como sinónimos de eventos físicos extremos, denominados desastres naturales. En otras palabras, este enfoque sugería que un terremoto, erupción volcánica, huracán u otro evento extremo era de por sí un desastre. Como consecuencia, la investigación de los desastres se centraba en el estudio de los procesos geológicos, meteorológicos, hidrológicos y otros procesos naturales que generan amenazas naturales. La investigación sobre el riesgo se centraba en la ubicación y distribución espacial de las amenazas, su frecuencia y periodicidad temporal, y su magnitud e intensidad. (MASKREY : 1998, 9)

Este punto de vista desde las ciencias naturales deja de lado la responsabilidad social o política en la creación de situaciones de riesgo al clasificar los desastres como 'actos de Dios' o, como productos inevitables de fuerzas naturales extremas. *Mediante la conceptualización de los desastres como eventos inevitables, no previsible y extremos que interrumpen procesos políticos, sociales y económicos "normales", el enfoque difunde una visión de los desastres como eventos discretos, fundamentalmente desconectados de la sociedad.* (MASKREY : 1998, 10). El objetivo social de gran parte de la investigación realizada bajo este enfoque fue lograr que se pudiera predecir con mayor exactitud la ocurrencia de los desastres.

Visión de las Ciencias Aplicadas

Una vez que la investigación se amplió hacia el estudio de las pérdidas y daños asociados con diferentes amenazas, surgió el concepto de que la magnitud de un desastre o del riesgo no fuera necesariamente función de la magnitud de la amenaza. Un ejemplo, ya hecho popular en la literatura, es que un terremoto de gran magnitud no necesariamente causaría un desastre si ocurriera en un desierto no habitado. Por lo tanto, bajo la influencia de ciencias aplicadas, como la ingeniería, se postuló que para producirse un desastre tiene que haber un impacto medible en el medio ambiente, sociedad o economía donde se manifiesta la amenaza.

Se empezó a considerar a los eventos extremos como los catalizadores que transforman una condición vulnerable en desastre (Cuny, 1983, en MASKREY : 1998). Otros definieron desastre como un evento no esperado, que causa alteraciones intensas a elementos expuestos; por ejemplo, la muerte, daños a la infraestructura o cambios ambientales (Cardona, 1992, en MASKREY : 1998).

Incorporación de factores económicos, sociales y políticos en la concepción de riesgo y desastre

En los años 70 y 80, introduciendo un concepto clave, el de la vulnerabilidad, se enfatizó que los impactos asociados con las amenazas, en vez de ser homogéneos, demuestran grandes irregularidades en el espacio y el tiempo. El riesgo empezó a ser definido como función tanto de la amenaza como de la vulnerabilidad (Davis, 1978; Romero y Maskrey, 1983, en BLAIKIE et al, 1996).

En la actualidad el punto crucial de entender por qué ocurren los desastres es que no son sólo los eventos naturales los que los causan. Se deben buscar las conexiones entre los riesgos que afronta la población y las razones de su vulnerabilidad a las amenazas. Por tanto, se trata de ver cómo los desastres se pueden percibir dentro de patrones más amplios de la sociedad y cómo analizarlos, entendiendo su intrincada maraña de causas.

Los desastres también son el producto del medio ambiente social, político y económico (diferente del medio ambiente natural) debido a la forma en que se estructura la vida de

diferentes grupos de personas. Al estar separados de las estructuras sociales que influyen en la forma como las amenazas afectan a la gente, se da demasiado énfasis en la gestión de los desastres a las amenazas naturales propiamente dichas, y no suficiente al ambiente social y sus procesos.

Muchos aspectos críticos del medio ambiente social se reconocen fácilmente: la población vive en situaciones económicas adversas que la llevan a habitar partes del mundo que se ven afectadas por amenazas naturales, sean áreas de inundación de los ríos, laderas de volcanes o zonas sísmicas. Pero hay muchos otros factores políticos y económicos menos obvios que están tras el impacto de las amenazas. Estos incluyen la forma como están distribuidos los activos y los ingresos entre diferentes grupos sociales y varias formas de discriminación que se presentan en la asignación de bienestar (que incluye el socorro). En todo el mundo, pero sobre todo en los países más pobres, la población vulnerable a menudo sufre impactos repetidos, múltiples, que se refuerzan mutuamente contra su vida, su asentamiento y su sustento, impidiendo su desarrollo y postergando el mejoramiento de su calidad de vida.

En los desastres *naturales* claramente está implicado un fenómeno geofísico o biológico que de alguna manera los causa. Pero incluso donde tales amenazas naturales parecen estar vinculadas directamente a la pérdida de vidas y daño a la propiedad, el origen político, social y económico del desastre sigue siendo una causa fundamental. La vulnerabilidad de la población se genera por procesos socioeconómicos y políticos que influyen en la forma como las amenazas afectan a la gente de diversas maneras y con diferente intensidad.

La influencia natural y humana es tan estrecha en casi todas las situaciones de desastre, sobre todo cuando se observan en marcos de referencia temporal y espacial amplios, que no se puede entender que los desastres sean realmente *naturales*.

Se pueden citar algunos ejemplos que ilustren la amplitud del espectro de causación de los desastres, desde el extremo más natural, hasta el más social-económico-político: En 1986 una nube de gas dióxido de carbono surgió del Lago Nyos en Camerún y mató a 1700 personas. El área era una rica extensión agrícola bastante poblada. Ricos y pobres sufrieron por igual. No hubo diferencia alguna posible en la protección social o personal. (BLAIKIE et al. : 1996, 11); en el otro extremo del espectro podría colocarse el gran terremoto de 1976 en Guatemala. Como la nube de gas en Camerún, el sacudimiento físico de la tierra fue un evento natural. Sin embargo, los habitantes de barrios pobres y los indios mayas que vivían en poblaciones pobres y caseríos sufrieron la más alta mortalidad. Los hogares de la clase media estaban mejor protegidos y con mejores cimientos y la recuperación fue más fácil para ellos. Los guatemaltecos pobres quedaron atrapados en un círculo vicioso en el cual la falta de acceso a medios de protección social y personal los hacían más vulnerables para el próximo desastre. El componente social fue lo suficientemente claro para que un columnista del New York

Times hablara del suceso como un "sismo de clases". (BLAIKIE et al. : 1996, 11)

Contexto Nacional

Colombia no escapa a esta evolución en la manera de tratar el tema de los desastres; a raíz de las tragedias ocurridas en el país en la década de los 80, especialmente el lahar que sepultó la ciudad de Armero (26.000 muertos), las autoridades elaboraron las bases para consolidar un Sistema Nacional de Gestión de Riesgos, creando los instrumentos y acciones necesarias para prevenir y mitigar los riesgos existentes y para fortalecer la capacidad de respuesta en caso de desastre, así como para las etapas de rehabilitación y reconstrucción.

Desde 1986, el estado Colombiano ha incorporado la mitigación de riesgos y la prevención de desastres en el proceso de desarrollo socioeconómico del país, con el fin de eliminar o reducir la pérdida de vidas y de bienes materiales y ambientales, mediante el fortalecimiento de las competencias institucionales, la organización, la participación de la población y la aplicación de medidas de intervención de los factores generadores de riesgo, tales como las amenazas o peligros potenciales de origen natural o antrópico y la vulnerabilidad del contexto social y material de los asentamientos humanos y de los ecosistemas frágiles expuestos. (plan nal para prevención y atención de desastres).

Aunque a nivel nacional y en algunas regiones se ha logrado avanzar en la instalación parcial de redes de vigilancia, monitoreo y alerta, aún falta investigación y técnicas que permitan evaluar de manera confiable los riesgos y metodologías idóneas que faciliten la consideración de los mismos en los planes de desarrollo y de ordenamiento en el caso municipal. En general, puede afirmarse que la incorporación de la prevención de desastres y la reducción de riesgos en la planificación es apenas incipiente, aunque la nueva política ambiental y urbana posiblemente permitirán mejorar en el logro de este propósito. (Plan nacional para prevención y atención de desastres)

5.2. Red de Estaciones Meteorológicas de la Ciudad de Manizales

Recientemente, y con diversos fines, Manizales empezó a contar con estaciones climatológicas de tipo telemétrico. Una primera, fue instalada por EMAS S.A. E.S.P. (1997) en el Relleno Sanitario La Esmeralda para medición de variables asociadas a la operación del relleno y al control ambiental; otra, se instaló en el Centro Comunitario y Cultural del barrio El Carmen (2005) dentro del proyecto de Observatorios Ambientales para el Desarrollo Sostenible que adelanta el IDEA para el Municipio; y una tercera, se tiene en la terraza del Edificio de Postgrados (2002) de la Universidad Nacional, con fines académicos y como aporte de esta institución al monitoreo del clima de la ciudad.

Por su parte, la Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres OMPAD, contrató con la universidad el establecimiento de tres nuevas estaciones y la puesta en red de las existentes, para evaluar, entre otras cosas, la amenaza hídrica en el municipio asociada a precipitaciones intensas y al efecto de estas en las laderas que configuran la ciudad. Estas se ubicaron en la sede de INGEOMINAS (Chipre), en el Campus La Nubia de la Universidad Nacional (La Enea) (2003) y en el Ecoparque Los Yarumos (Estación Yarumos 2004). La red telemétrica comenzó a operar con transmisión a un centro de acopio ubicado en las instalaciones del IDEA de la Universidad Nacional a partir de julio de 2003, concentrando toda la información obtenida en una base de datos disponible desde entonces. La información previa levantada por cada estación independientemente, aunque se encuentra disponible, no sigue el mismo formato y configuración de los datos posteriores a la instalación de la red de estaciones.

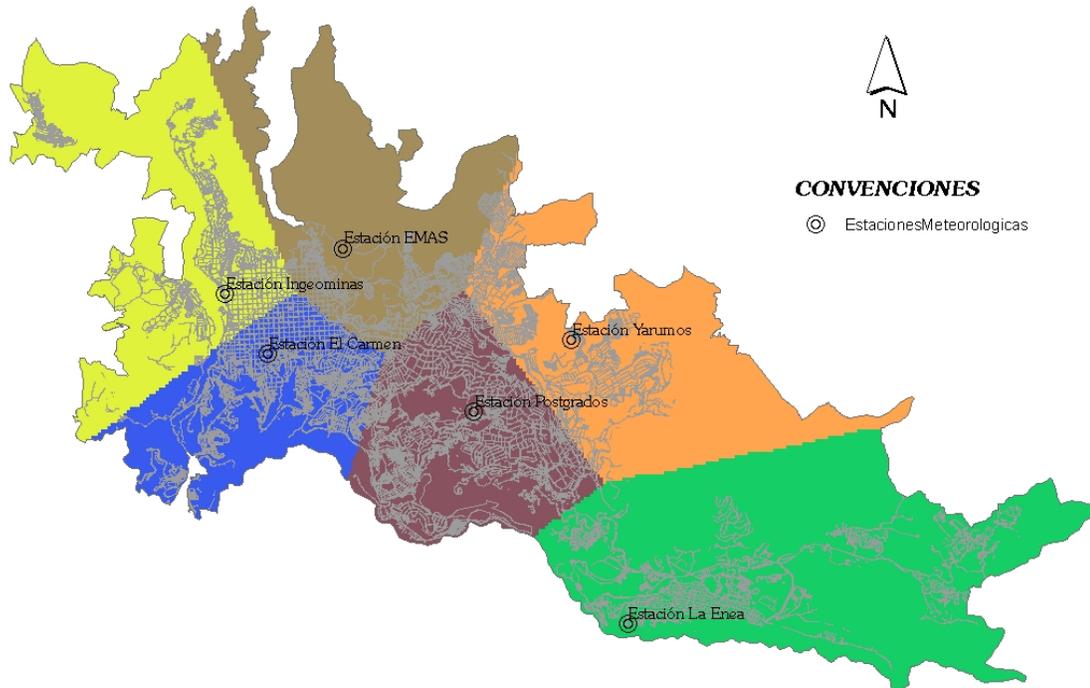
Para el 2006 se tiene planeado por parte de la OMPAD instalar una nueva estación que densifique la red en el sector oriental de la ciudad, en un sitio por definir, inicialmente planteado en las instalaciones de la Industria Licorera de Caldas.

Tabla 4. Estaciones Meteorológicas completas en la Red de Estaciones de la Ciudad de Manizales

ESTACIÓN	UBICACIÓN	
EMAS (1997) (Integrada a la red telemétrica en 2003)	Relleno Sanitario La Esmeralda EMAS	Sector Noroccidental
POSTGRADOS (2003)	Edificio de Postgrados Universidad Nacional Campus Palogrande	Sector Centrooriental
EL CARMEN (2005)	Centro Cultural y Comunitario Barrio El Carmen	Centro
INGEOMINAS (2003)	Sede del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Colombia Ingeominas en el barrio Chipre	Occidental
LA NUBIA (2003)	Campus La Nubia. Universidad Nacional.	Suroriental
YARUMOS (2004)	Ecoparque Los Yarumos.	Nororiental
LICORERA (2006) Por Instalar	Industria Licorera de Caldas	Oriental

Con lo anterior, se configura una solución con recursos técnicos y humanos calificados de la ciudad, al problema de disponer de sistemas de toma de datos en red, transmisión en tiempo real, alerta temprana frente a eventuales desastres, acopio y procesamiento de la información en forma confiable y económica, tanto en su montaje como en su mantenimiento.

Figura 1. Polígonos de Thiessen – Áreas de Influencia para la Red Actual de Estaciones de Manizales



MANIZALES: ESTACIONES METEOROLÓGICAS ACTUALES

Descripción de la Red

En general el sistema de monitoreo se conforma, hasta ahora, por una red de 6 estaciones meteorológicas distribuidas espacialmente en el área de la ciudad, con transmisión de datos vía radio a un centro de acopio localizado en las instalaciones de la Universidad Nacional, que por medio de un receptor, un PC y un software, permite registrar y procesar los datos en tiempo real, para posteriormente ser evaluados, ya sea mediante algún software o por personal especializado capaz de interpretar, procesar, analizar y dar uso a los datos meteorológicos. (Ver Figura 2 y Foto 1). La adecuada cobertura espacial de la ciudad se evidencia en los registros históricos que muestran diferencias significativas en la magnitud de las variables medidas en las diferentes estaciones, a pesar del tamaño relativamente pequeño de la ciudad.

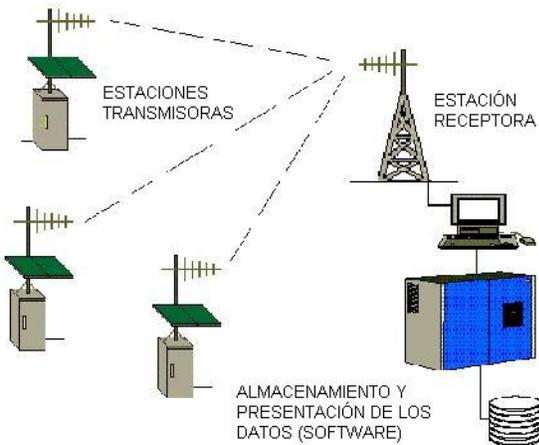


Figura 2. Esquema de funcionamiento de la red de estaciones



Foto 1. Estación Meteorológica EL CARMEN

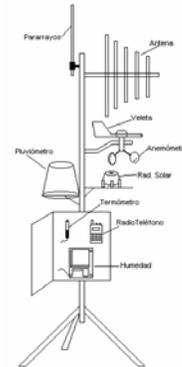


Figura 3. Esquema general de una estación típica

Los datos recolectados en la mayoría de las estaciones son: Temperatura, Precipitación, Radiación Solar, Humedad Relativa, Velocidad y Dirección del Viento, Presión Barométrica, Evapotranspiración. Información que es actualizada en un período de tiempo (que puede ser variable) de 5 minutos, lo que corresponde a 288 lecturas de cada una de las variables anteriores durante un día, intervalo suficiente para lograr una cobertura temporal satisfactoria de la serie de datos. Se dice que opera en tiempo real porque puede consultarse desde la estación receptora el estado de la estación de monitoreo que se desee.

Instrumentos de Medición en la Red

Radiación Solar

Para cuantificar esta variable se cuenta con sensores de radiación solar basados en un fotodiodo que se adapta adecuadamente al espectro solar; este instrumento de precisión detecta longitudes de onda de 300 a 1100 nanómetros. La unidad de medida es el Vatio por metro cuadrado (w/m^2)



Foto 2. Sensor de Radiación Solar

Temperatura

Para la medición de esta variable se emplea un sensor externo con un rango que se encuentra entre -15°C y 20°C . La resolución de este sensor es de 0.5° y su funcionamiento se basa en un dispositivo semiconductor constituido por un diodo zener cuyo potencial reverso es función de la temperatura (Ver Foto 3).



Foto 3. Sensor de Temperatura

Precipitación

Se emplean pluviómetros de cazoletas basculantes para medir la cantidad de lluvia caída. Básicamente se trata de un recipiente con un cono colector o área colectora que se encarga de captar la precipitación para luego conducirla a un par de cazoletas (Ver Foto 4); cuando una de ellas llega a su máxima capacidad, adquiere más peso y oscila alrededor de un eje vaciándose y haciendo que la otra repita el proceso, constituyéndose así una serie de conmutaciones sucesivas. La medida de la precipitación se hace relacionando la capacidad de las cazoletas con el número de oscilaciones generado por la lluvia caída.



Foto 4. Pluviómetro de cazoletas basculantes

Velocidad y Dirección del viento

Consiste en un anemómetro de copas, el cual registra la velocidad del viento, en m/s, y en una veleta para medición de la dirección del viento con una precisión de 3° de azimut (Foto 5). Esta última también se registra en la rosa de los vientos.

Foto 5. Anemómetro de Copas



Humedad relativa

Se tiene un sensor comercial que registra fluctuaciones en la humedad relativa con un rango de 0 a 100%. Se define como la relación que existe entre la presión parcial que ejerce el vapor contenido en el aire a la temperatura ambiente, y la que ejercería si el aire estuviera saturado a esa misma temperatura.

Foto 6. Sensor de Humedad Relativa



Procesamiento de Datos.

Para efectuar la transmisión y recepción de los datos se emplea un dispositivo denominado Unidad Inteligente de Procesamiento (U.I.P.). Recibe este nombre porque cuenta con sistemas que le permiten tomar decisiones. En este dispositivo se encuentran los circuitos electrónicos que permiten realizar las funciones de adquisición, interpretación y procesamiento de la información proveniente de los sensores de las diferentes estaciones y llevar el control sobre los sistemas de comunicación digital. En esencia es el cerebro del sistema de monitoreo y está constituido básicamente por un controlador y un modulador digital.

Funciones del controlador:

- Adquisición de señales. La señal de los diferentes sensores debe ser convertida de un formato análogo a uno digital, la lectura de la magnitud de las variables es multiplexada, es decir, que cada canal es leído en su respectivo turno. La única señal que no es necesario convertir es la del pluviómetro, pues se trata de una señal digital.
- Procesamiento de las señales. Este proceso también recibe el nombre de escalamiento o calibración y consiste en obtener un valor numérico que corresponda con la magnitud de la variable medida.
- Manejo de energía eléctrica proveniente del panel solar (en los casos en los que se requiere).

- Comunicaciones. Se genera una trama digital (cadenas de unos y ceros) que contiene en forma de serie los canales radiación, nivel, temperatura, precipitación y una clave que privatiza la comunicación y crea una alta inmunidad contra interferencias y ruido.

Funciones del modulador digital:

- Convierte las series de unos y ceros que contienen la información de las variables medidas a ráfagas senoidales de dos frecuencias distintas, 1200 Hz que corresponde al cero y 1700 Hz al uno, para poder efectuar la transmisión vía radio.

Este sistema, además, permite la programación de parámetros de la estación tanto directamente (por medio de un equipo portátil usando protocolo RS232) o remotamente (desde la estación receptora a través del sistema digital de comunicación bidireccional).

Sistemas de Comunicación Telemétrica de la Red

Cada estación constituye un punto de transmisión de señales, lo que la convierte en una estación emisora. El proceso de transmisión se logra mediante un sistema de comunicación entre las estaciones de monitoreo y la estación receptora. El medio de transmisión empleado es un sistema de radio convencional en VHF.

Se cuenta con un protocolo de comunicación digital diseñado para un dispositivo de comunicación bidireccional (radio-enlace), a través de una Interfaz de Comunicación digital remota (ICDR), la cual permite utilizar radios comerciales de fácil consecución, reparación y reemplazo. La comunicación digital permite transferir a través de un solo canal (frecuencia de radio) una gran cantidad de información e implementar sistemas de chequeo y eliminación de errores.

Estaciones Emisoras

Contienen elementos y accesorios requeridos para la conexión de los diferentes sistemas de comunicación. Entre estos elementos se pueden contar:

- Radio: recibe la trama de señales digitales provenientes del modulador y efectúa una segunda modulación a F.M. para luego transmitir a una frecuencia determinada.
- Antena: se utilizan antenas tipo Yagui de alta ganancia (10 Decibeles) y alta directividad, sintonizadas a la frecuencia de operación de la red.
- Cables de radiofrecuencia, cables de antena y conectores.

Estación Receptora

Es un dispositivo electrónico ubicado en las instalaciones de la Universidad Nacional y

que se encarga de recibir las señales provenientes de las estaciones de monitoreo. Consta de un radio receptor con su respectiva antena y demodulador que permite transformar el paquete de ondas electromagnéticas de nuevo en una señal digital y enviarlo al puerto serie de un computador personal.

En esta estación se tiene una fuente de energía eléctrica convencional de 110 V y un cable de salida que debe conectarse a uno de los puertos seriales del computador que esté destinado a recibir la información. Es importante tener en cuenta que el radio debe permanecer encendido al igual que el computador que recepcione los datos.

El computador está cargado con un programa escrito en lenguaje LAB VIEW inspirado en el concepto de instrumentos virtuales que permite una fácil visualización de los datos, ya sea numéricamente o mediante tablas y gráficas que describan la historia de la señal.

Software de Adquisición de Datos

El Software de Adquisición de Datos y Control de las Estaciones Meteorológicas e Hidrométricas instalado en la Estación Receptora, cuenta con utilidades que permiten visualizar los datos adquiridos por las Unidades Inteligentes de Procesamiento U.I.P de las estaciones instaladas. Se trata de un software en ambiente Windows, que permite conocer el estado actual de todas las variables monitoreadas. La actualización de las variables ocurre a intervalos periódicos previamente programados en cada estación, los cuales están alrededor de los cinco (5) minutos, siendo este valor configurable desde la estación central. A su vez el software permite realizar una consulta en forma instantánea de los datos para cada estación meteorológica (solicitar datos de una estación en particular cuando se desee). (Figura 4)

Utilización de la Información Recolectada

Generación de boletines meteorológicos

Con la información recolectada por la red de estaciones es posible la elaboración de cartas como las de la figura 5, donde se consignan resúmenes diarios (izq), mensuales (der) y anuales del comportamiento de las diferentes variables, esto para fines didácticos y de difusión de la información. También se publica periódicamente en la página web de la Universidad o del IDEA (Instituto de Estudios Ambientales) este tipo de boletines para uso de investigadores y del público en general.

Figura 4. Software de Adquisición de Datos

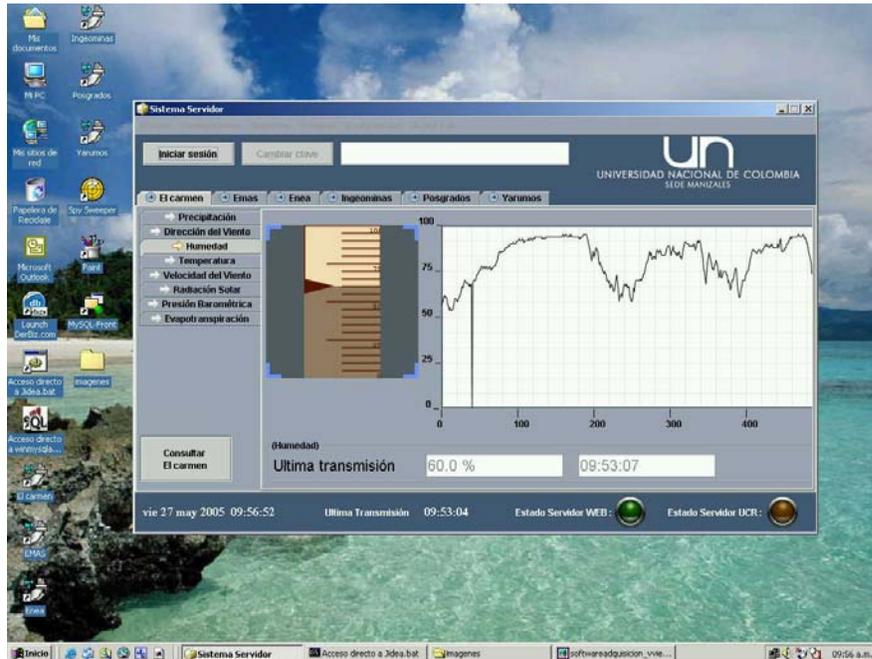
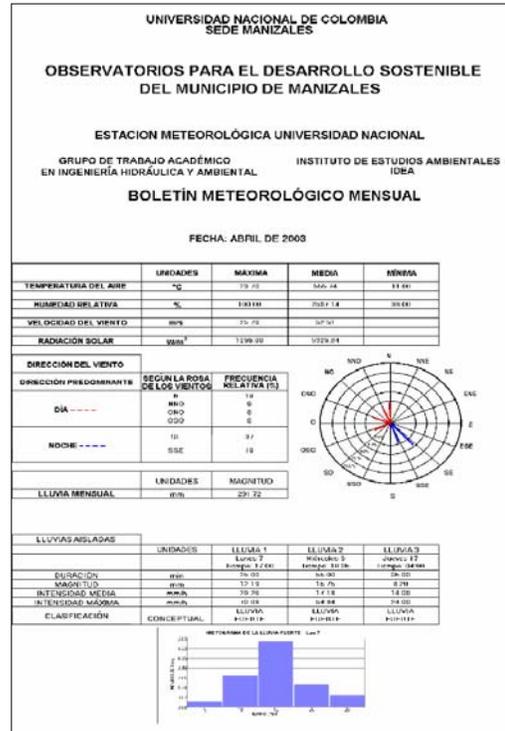


Figura 5. Boletines meteorológicos Estación Universidad Nacional.



6. HIPÓTESIS

La elaboración de cartografía digital actualizada con eventos y con variables de vulnerabilidad de contexto relevantes, el establecimiento de una red confiable de pluviómetros para evaluar la amenaza hídrica, el estudio detallado de factores naturales derivados de la geología y topografía de la zona, se constituyen como elementos de estudio fundamentales e imprescindibles para obtener un verdadero mapa de riesgos donde se visualicen sectores críticos y para generar alertas con la adopción de umbrales y señales oportunas para las comunidades eventualmente afectables, y contribuir así a la consolidación de un Sistema de verdadera Prevención de Desastres a nivel local en Manizales.

Estos planteamientos pueden lograrse, por un lado con la ayuda de instrumentación y equipos modernos de medición de esas variables, en tiempo real. Por otro lado, se requiere el trabajo interdisciplinario de profesionales de diferentes áreas, que contribuyan a la comprensión integral de un problema complejo y al establecimiento de relaciones causa-efecto que expliquen las dinámicas presentes en nuestras ciudades andinas y el surgimiento de los escenarios de riesgos presentes actualmente en nuestro territorio.

7. OBJETIVO GENERAL

Iniciar un estudio detallado del riesgo por deslizamientos en la ciudad de Manizales, instalando una red de monitoreo pluviométrico, analizando factores físico-naturales e identificando factores de vulnerabilidad global como aporte al establecimiento de una red de Alerta Temprana para Prevención de Desastres en la ciudad.

8. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ~ Instalar estaciones de monitoreo de lluvias para ampliar la cobertura de la actual red de estaciones meteorológicas para la prevención de desastres en Manizales y disponer así de registros que permitan realizar una microzonificación de la amenaza por lluvia.
- ~ Iniciar la toma de datos sistemática y continua que garantice a mediano plazo disponer de una base de datos sólida para caracterizar la dinámica pluviométrica de manera detallada en la ciudad.
- ~ Cartografiar adecuadamente los principales eventos de deslizamiento registrados en la ciudad durante los últimos diez años, incluyendo detalles como fechas exactas para disponer de una base confiable de eventos de desastre.
- ~ Identificar y analizar factores de contexto que generan vulnerabilidad en sectores

- urbanos y explican la localización particular de daños que se presentan en la ciudad.
- ~ Proponer mecanismos para medir los distintos factores que generan vulnerabilidad y riesgo frente a la amenaza de deslizamiento.

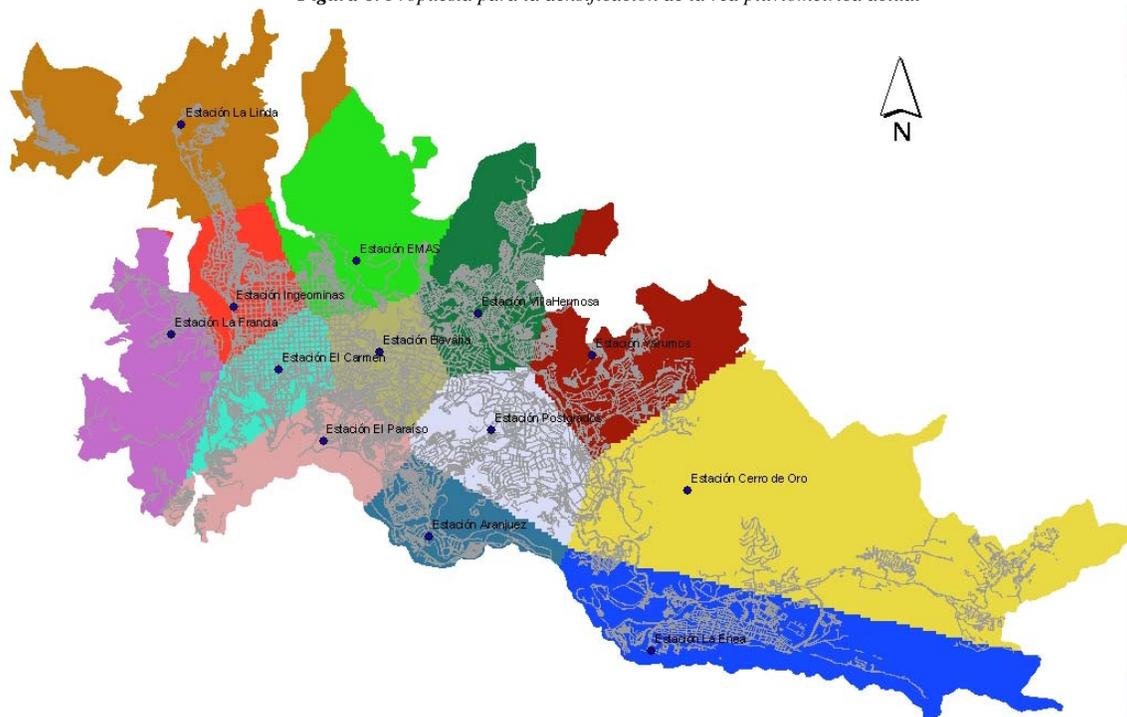
9. METODOLOGÍA PROPUESTA

Consiste en la realización de una serie de actividades secuenciales, teniendo en cuenta el marco conceptual definido anteriormente.

9.1. Instalación de estaciones pluviométricas en el perímetro urbano de Manizales.

A partir de la ubicación de las estaciones meteorológicas existentes en la ciudad desde 2003 (ver Figura 1), se hará la elección de los sitios potenciales de emplazamiento de nuevas estaciones pluviométricas – En la figura 6 se proponen algunos puntos de interés que densificarían adecuadamente la red actual – La elección de los lugares dependerá además de la disponibilidad de un sitio vinculado a alguna entidad oficial estable como un colegio, universidad o entidad municipal, que garantice la permanencia de la estación instalada allí por muchos años.

Figura 6. Propuesta para la densificación de la red pluviométrica actual



MANIZALES: ESTACIONES METEOROLÓGICAS PROPUESTAS

9.2. Elección de factores de amenaza, vulnerabilidad y definición de las variables a medir.

Con el objetivo de evaluar el riesgo de manera holística se tendrá como base metodológica una estructura en forma de árbol, que integre los diferentes factores de vulnerabilidad y amenaza (Figura 7).

La propuesta metodológica que se presenta está fundamentada en la consideración del riesgo como el resultado de la interrelación entre amenaza y vulnerabilidad, en otras palabras, como la probabilidad de que se presente una pérdida sobre el elemento e, como consecuencia de la ocurrencia de un evento con una intensidad mayor o igual a i.

$$Rie = (Ai, Ve)$$

Figura 7. Esquema general de propuesta metodológica

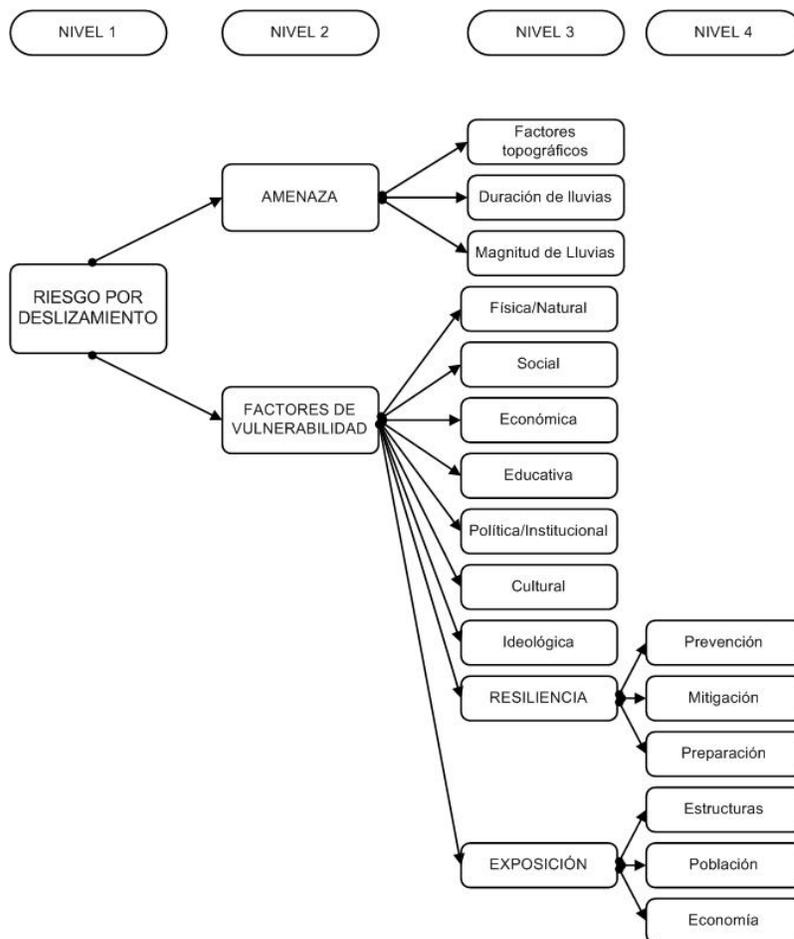


Tabla 4. Indicadores a tener en cuenta por cada factor analizado

Factor Principal	Componente	Subcomponente		Nombre del indicador	
AMENAZA	PROBABILIDAD			Ocurrencia (experiencias pasadas) Ocurrencia (posibles amenazas)	
	SEVERIDAD			Intensidad (experiencias pasadas) Intensidad (posibles amenazas)	
FACTORES DE VULNERABILIDAD	FISICA/ NATURAL			Tipo de suelo Área boscosa Pendientes Terrenos degradados Terrenos sobreusados	
	SOCIAL			Integración de la comunidad Marginalidad Densidad Presión demográfica Crecimiento poblacional	
	ECONOMICA			Acceso a servicios básicos Acceso a la propiedad Acceso a créditos Base de recursos locales Diversificación Pequeños negocios Accesibilidad al mercado	
	EDUCATIVA			Nivel de alfabetismo Acceso a la información	
	POLÍTICA/ INSTITUCIONAL			Descentralización	
	CULTURAL			Inseguridad en el sector Clase social y relación de clases	
	IDEOLOGICA			Actitud de los habitantes	
	RESILIENCIA	Prevención			Obras para prevención Manejo del ecosistema
		Mitigación			Planeación en uso del suelo Existencia de códigos de construcción Mantenimiento y adecuación
Preparación			Social	Programas de educación pública Currículos de colegios Ejercicios de respuesta a emergencias Participación pública Grupos de Gestión local del riesgo Grupos de Gestión de emergencias	

			Económico	Fondos locales de emergencias Acceso a fondos regionales Acceso a otro tipo de fondos Seguros Préstamos para mitigación Préstamos para reconstrucción Trabajos públicos
			Institucional/Gestión	Gestión de riesgos, comité de emergencias Existencia de Mapas de Riesgos Plan de emergencias Sistemas de alerta temprana Comunicación Capacidad institucional
	EXPOSICIÓN	Estructuras		Número de casas Líneas vitales
		Población		Total población residente
		Economía		Estrato socioeconómico Nivel de ingresos

Fuente: GTZ

Inicialmente se utilizará como escala de valoración para medir el riesgo y los diferentes indicadores de amenaza y vulnerabilidad la calificación de 1 a 5, con la posibilidad de síntesis en tres categorías 1, 2 y 3 que traducen bajo, medio y alto.

1: Bajo	1: Bajo
2: Medio bajo	2: Medio
3: Medio	3: Alto
4: Medio alto	
5: Alto	

9.3. Medición de las variables.

La medición de las variables puede hacerse por dos medios: el primero corresponde a las variables de índole física y consiste en la medición directa en campo, o mediante planos o algún medio cartográfico para hacerlo - se sugiere la utilización de cartografía en Sistemas de Información Geográfica SIG, para lo cual se dispone del software ArcView 8.3 en el IDEA - . El segundo caso corresponde a las variables socioculturales que se evaluarán mediante encuestas y entrevistas o a partir de indicadores existentes que tendrán que ser definidos a partir de un análisis de información dentro del proyecto.

Fuentes de información: Instituciones municipales como son las diferentes secretarías de la Alcaldía de Manizales: secretaría de Planeación, Secretaría de Educación, Secretaría de Gobierno, etc; Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres

OMPAD, Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, DANE; Organismos de socorro, Atención de Emergencias, búsqueda y rescate, Cruz Roja, Defensa Civil; líderes religiosos y comunitarios, agrupaciones comunitarias, Organizaciones no Gubernamentales ONGs, Grupos Ecológicos, Grupos Juveniles,

9.4. Diseño y Realización de Encuestas.

Para el caso de las variables socioculturales es necesario diseñar las encuestas que sean acordes con las variables a medir y aplicarlas primero a una muestra piloto para adecuarlas o corregirlas y así poderlas practicar sobre segmentos representativos de la población. En el caso de las entrevistas, se realizarán cuestionarios que sirvan de guía para sostener conversaciones dirigidas con diferentes funcionarios de las entidades a consultar.

9.5. Procesamiento de los datos obtenidos en campo

Mediante métodos de validación estadística, por ejemplo la prueba Chi Cuadrado X^2 es necesario contrastar la información obtenida para identificar preliminarmente tendencias que se puedan presentar. Con una organización sistemática de la información obtenida se podrá dar pesos a las diferentes variables medidas para combinarlas.

9.6. Procesamiento de datos pluviométricos y de eventos anteriores y propuesta preliminar de umbrales de lluvia – deslizamiento

A partir de la información encontrada sobre eventos de deslizamiento anteriores y su correlación con la información pluviométrica levantada, se podrán sugerir umbrales preliminares de lluvia detonante de deslizamientos que deberán ser ajustados en fases sucesivas.

9.7. Interrelación y cruce de la información de las variables

Con la información debidamente organizada es posible realizar el cruce y la interrelación entre las variables medidas; esto se podrá hacer mediante métodos estadísticos de correlación, para obtener resultados que lleven a validar la hipótesis planteada. Se sugerirá de esta manera una relación matemática que considere los diferentes factores e indicadores medidos.

9.8. Obtención de la vulnerabilidad global y el riesgo. Afinación de la relación matemática

Después de haber cruzado la información y descartado o incluido nuevas variables en el estudio, es posible obtener unos valores que cuantifiquen la vulnerabilidad en el área de estudio. Cuando se cruce esta información con la obtenida por la red pluviométrica sobre lluvias y la obtenida de cartografía sobre el medio físico (topografía, geología, geomorfología) se tendrá un panorama completo de Vulnerabilidad y Amenaza, para generar zonificaciones de riesgo.

9.9. Interpretación de resultados, discusión y elaboración de un modelo o implementación de una metodología para evaluar el riesgo frente a deslizamientos en áreas vulnerables de la zona urbana andina.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el cruce de variables es posible proponer una metodología general que recoja elementos usados en el estudio de caso que puedan ser extrapolables a otros tipos de escenarios. La información se presentará mediante cuadros y gráficos.

Se representará con ayuda de cartografía los resultados obtenidos. Se usarán representaciones visuales para los resultados como son mapas y un sistema de información geográfica SIG (con los programas ARCVIEW o ILLWIS)

9.10. Informe Final

De todas las actividades desarrolladas durante la ejecución de este proyecto se desarrollará un informe final escrito que incluirá las memorias del estudio de caso y la metodología propuesta con los respectivos argumentos usados.

10. PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN ESPERADOS

Con las actividades desarrolladas dentro del proyecto se obtendrán como mínimo los siguientes productos:

- ~ Artículo Indexado Nacional
- ~ Informe Final

Adicionalmente, se podrán elaborar tesis de maestría en Medio Ambiente y Desarrollo aprovechando la temática de Factores de Vulnerabilidad y los estudios relacionados con

asentamientos en zonas de ladera; tesis de pregrado en Ingeniería Civil en temas de Geotecnia y se iniciará por parte del ingeniero Juan Pablo Londoño, integrante del equipo proponente, su tesis doctoral en la temática de Evaluación Integral de Riesgos para el Doctorado en Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo de la Universidad Politécnica de Cataluña, a iniciarse en febrero de 2006. Por esta misma vía se procurará establecer relaciones académicas con pares españoles que contribuyan a la consolidación del grupo de trabajo en Gestión de Riesgos en la Universidad Nacional Sede Manizales, actualmente coordinado por el Doctor Jorge Eduardo Hurtado Gómez, y con la participación de profesores de amplia trayectoria en el área, como es el caso del Doctor Omar Darío Cardona Arboleda.

11. ESTRATEGIA DE SOCIALIZACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los resultados de este estudio en su primera fase serán divulgados a través de conferencias a profesionales de instituciones como CORPOCALDAS, Planeación Municipal, Aguas de Manizales S.A. E.S.P., Oficina para la Prevención de Desastres del Municipio de Manizales OMPAD; ponencias en eventos regionales, nacionales e internacionales, conversaciones con directivos de las instituciones antes mencionadas y con organismos nacionales e internacionales sensibles al tema de estudio, con el fin de asegurar compromisos concretos de trabajo conjunto y cofinanciación para las fases subsiguientes del mismo; artículos de prensa local y nacional y de revistas (U.N. Periódico, diario La Patria de Manizales, periódicos de circulación nacional, Boletín de Vías Universidad Nacional sede Manizales, Revista Nacional del IDEA, etc.).

12. BIBLIOGRAFÍA

BLAIKIE, Piers; CANNON, Terry; DAVID, Ian; WISNER, Ben (1996). **Vulnerabilidad: Entorno social político y económico de los desastres.** Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina LA RED. Primera edición. Encontrado en: http://www.desenredando.org/public/libros/1996/vesped/vesped-todo_sep-09-2002.pdf

CARDONA, Omar Darío (1993). **Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo.** in: MASKREY, Andrew (1993). Los desastres no son naturales. LA RED – ITDG. Primera edición. Tercer Mundo editores.

CARDONA, Omar Darío (2001). **Estimación Holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos.** Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. En: http://www.tdcat.cesca.es/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-0416102-075520/

CARDONA, Omar Darío (2001a). **Concepto, tipología y características de las amenazas naturales y antrópicas.** in: IDEA-BID (2001). Curso sobre Gestión de Riesgos Naturales. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

CARDONA, Omar Darío (2001b). **Concepto, tipología y características de la vulnerabilidad y el riesgo.** in: IDEA-BID (2001). Curso sobre Gestión de Riesgos Naturales. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

CARDONA, Omar Darío (2001c). **Instrumentos financieros para la transferencia de pérdidas por fenómenos naturales.** in: IDEA-BID (2001). Curso sobre Gestión de Riesgos Naturales. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

CARDONA, Omar Darío (2001d). **Riesgos, desastres y sostenibilidad. Conceptos fundamentales.** in: IDEA-BID (2001). Curso sobre Gestión de Riesgos Naturales. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

CARDONA, Omar Darío (2001e). **Sistemas para la gestión de riesgos. Necesidad de modernización en los países en desarrollo.** in: IDEA-BID (2001). Curso sobre Gestión de Riesgos Naturales. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

CARDONA, Omar Darío y HURTADO, Jorge (2001). **Prevención, mitigación y planificación. Medidas estructurales y no estructurales de gestión de riesgos.** in: IDEA-BID (2001). Curso sobre Gestión de Riesgos Naturales. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

CHARDON, Anne-Catherine (2002). **Un Enfoque Geográfico de la Vulnerabilidad en Zonas Urbanas Expuestas a Amenazas Naturales. El Ejemplo Andino de Manizales, Colombia.** Editorial Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

CHARDON, Anne-Catherine (2001). **Los factores socioculturales de vulnerabilidad caso de la ciudad de Manizales.** in: IDEA-BID (2001). Curso sobre Gestión de Riesgos Naturales. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

CHARDON, Anne-Catherine (2001a). **Medir la vulnerabilidad a fin de evaluar y luego reducir los riesgos en zona urbana de Manizales.** in: IDEA-BID (2001). Curso sobre Gestión de Riesgos Naturales. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

CHARDON, Anne-Catherine (2001b). **La ciudad de Manizales: un contexto poco propicio para un desarrollo urbano.** in: IDEA-BID (2001). Curso sobre Gestión de Riesgos Naturales. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

EL TIEMPO (2003). **Tragedia por Invierno.** Domingo 23 de marzo de 2003. p2-2

IDEA (1993). **Perfil Ambiental Urbano de Colombia: Caso Manizales.** Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

IDEA-BID (2001). **Curso sobre Gestión de Riesgos Naturales.** Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

LAVELL Allan (1994). **Viviendo en Riesgo: Comunidades Vulnerables y Prevención de Desastres en América Latina.** LA RED – FLACSO – CEPREDENAC. Primera edición. Tercer Mundo editores.

MASKREY, Andrew (1998). **Navegando entre brumas. La aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de riesgo en América Latina.** Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina LA RED. Primera edición. Encontrado en: http://www.desenredando.org/public/libros/1998/neb/neb_todo_nov-09-2002.pdf

MINISTERIO DEL INTERIOR (1996). **Plan Nacional Para la Prevención y Atención de Desastres.**

República Dominicana - Banco Interamericano de desarrollo (2001). Omar Darío Cardona Director del Proyecto **Plan Nacional de Gestión de Riesgos.** Santo Domingo

SANAHUJA RODRÍGUEZ, Haris Eduardo (1999). **El Daño y la Evaluación del riesgo en América Central. Una propuesta metodológica tomando como caso de estudio a Costa Rica** <http://www.disaster-info.net/idndr/public/Presskit/Art.19.pdf>
Tesis de postgrado, Maestría en Geografía de la Universidad de Costa Rica, Septiembre de 1999. publicado por La Red.

VELÁSQUEZ Andrés, ROSALES Cristina (1999). **Escudriñando en los desastres a todas las escalas.** Primera parte
http://www.desenredando.org/public/libros/1999/edete/edte1_v.1.0-ago-30-2001.pdf
Segunda parte
http://www.desenredando.org/public/libros/1999/edete/edte2_v.1.0-ago-30-2001.pdf WILCHES-

CHAÚX, Gustavo (1993). **La vulnerabilidad global.** in: MASKREY, Andrew (1993). Los desastres no son naturales. LA RED – ITDG Primera edición. Tercer Mundo editores.

ZONIFICACIÓN DE RIESGOS POR DESLIZAMIENTOS EN ÁREAS URBANAS ANDINAS

Instrumentos de Ayuda a la Toma de Decisión en Procesos de Ordenamiento
Territorial

FASE 1

Instrumentación Pluviométrica, Caracterización Morfométrica e
Identificación de Factores Preliminares de Vulnerabilidad de Contexto
Relevantes

13. CRONOGRAMA

Proyecto de investigación:
ZONIFICACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTOS EN ÁREAS URBANAS ANDINAS
Instrumentos de Ayuda a la Toma de Decisión en Procesos de Ordenamiento Territorial

FASE 1. Instrumentación Pluviométrica, Caracterización Morfométrica e Identificación de Factores Preliminares de Vulnerabilidad de Contexto Relevantes

14. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	AÑO 1 : 2006												AÑO 2 : 2007											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Revisión bibliográfica	■	■																						
2 Revisión y sistematización de información previa de Deslizamientos en Manzanas	■	■	■	■	■	■																		
3 Elección de sitios potenciales de emplazamiento de nuevas estaciones pluviométricas	■	■																						
4 Fabricación de soportes, proceso de compra de equipos		■	■	■																				
5 Instalación y puesta en funcionamiento de equipos			■	■	■	■	■																	
6 Prueba de equipos y período preliminar de operación						■	■	■	■															
7 Validación de Información suministrada por la nueva red									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
8 Elección de Factores de Vulnerabilidad y construcción conceptual de un modelo metodológico						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
9 Revisión de equipos															■		■		■		■		■	
10 Informes de avance								■											■					
11 Informe final																				■	■	■	■	
12 Divulgación de información (ponencias, presentaciones, artículos)											■						■						■	

ZONIFICACIÓN DE RIESGOS POR DESLIZAMIENTOS EN ÁREAS URBANAS ANDINAS

Instrumentos de Ayuda a la Toma de Decisión en Procesos de Ordenamiento
Territorial

FASE 1

Instrumentación Pluviométrica, Caracterización Morfométrica e
Identificación de Factores Preliminares de Vulnerabilidad de Contexto
Relevantes

14. PRESUPUESTO

**Proyecto de investigación:
ZONIFICACIÓN DE RIESGO POR DESLIZAMIENTOS EN ÁREAS URBANAS ANDINAS
Instrumentos de Ayuda a la Toma de Decisión en Procesos de Ordenamiento Territorial**

FASE 1. Instrumentación Pluviométrica, Caracterización Morfométrica e Identificación de Factores Preliminares de Vulnerabilidad de Contexto Relevantes

Presupuesto Global

Rubros	2006			2007			Valor Total Proyecto		
	Solicitado	Contrapartida	Total 1er. Año	Solicitado	Contrapartida	Total 2do. Año	Solicitado	Contrapartida	TOTAL
		UNAL Sede Manizales			UNAL Sede Manizales				
GASTOS DE PERSONAL	7.334.400.00	16.850.000	24.184.400	3.667.200	16.850.000	20.517.200	11.001.600	33.700.000	44.701.600
Sueldos de personal de nómina		16.850.000			16.850.000		-	33.700.000	33.700.000
							-	-	-
Estudiantes Auxiliares	7.334.400.00			3.667.200			11.001.600	-	11.001.600
Honorarios	-			-			-	No.Horas	-
Remuneración de servicios técnicos	-			-			-	110	110
ADQUISICION DE BIENES	27.244.000.00	2.000.000	29.244.000	244.000	-	244.000	27.488.000	2.000.000	29.488.000
Equipos		2.000.000			-		-	2.000.000	2.000.000
Compra de equipos	27.100.000.00			-			27.100.000	-	27.100.000
Materiales y suministros	144.000.00			244.000			388.000	-	388.000
ADQUISICION DE SERVICIOS	410.000.00	-	410.000	50.000	-	50.000	460.000	-	460.000
Arrendamiento de equipos	-			-			-		-
Viaticos y gastos de viaje	-			-			-		-
Impresos y Publicaciones	410.000			50.000			460.000		460.000
Comunicaciones y transporte	-			-			-		-
Subtotal (A)	34.988.400	18.850.000	53.838.400	3.961.200	16.850.000	20.811.200	38.949.600	35.700.000	74.649.600
Imprevistos (10%) (B)	3.498.840		3.498.840	396.120		396.120	3.894.960		3.894.960
Impuesto del 4x mil (C)	153.949		153.949	17.429		17.429	171.378		171.378
T O T A L E S (A+B+C)	38.641.189	18.850.000	57.491.189	4.374.749	16.850.000	21.224.749	43.015.938	35.700.000	78.715.938

Presupuesto desglosado

VALOR DE LA CONTRAPARTIDA

GASTOS DE PERSONAL

Sueldos de Personal de Nómina		Año 2006		
Nombre del Investigador	Función dentro del Proyecto	Horas dedicadas al proyecto por semestre	Horas dedicadas al proyecto por año	Valor de su participación
FERNANDO MEJÍA FERNÁNDEZ	Codirector	110	220	6.875.000
ANNE CATHERINE CHARDON	Codirector	110	220	6.875.000
JORGE HERNÁN ESTRADA ESTRADA	Coinvestigador	55	110	3.100.000
Valor Total \$				16.850.000

Sueldos de Personal de Nómina		Año 2007		
Nombre del Investigador	Función dentro del Proyecto	Horas dedicadas al proyecto por semestre	Horas dedicadas al proyecto por año	Valor de su participación
FERNANDO MEJÍA FERNÁNDEZ	Codirector	110	220	6.875.000
ANNE CATHERINE CHARDON	Codirector	110	220	6.875.000
JORGE HERNÁN ESTRADA ESTRADA	Coinvestigador	55	110	3.100.000
Valor Total \$				16.850.000

EQUIPO

Año 2006			
Nombre del Equipo	Justificación	Espacio donde se encuentra ubicado	Valor anual
Computador PC de escritorio	Procesamiento y análisis de información sobre amenazas	IDEA Unal	1.000.000
Computador PC de escritorio	Procesamiento y análisis de información sobre vulnerabilidad	Fac. Geología	1.000.000
Valor Total			\$ 2.000.000

Año 2007			
Nombre del Equipo	Justificación	Espacio donde se encuentra ubicado	Valor anual
Valor Total			\$ -

ADQUISICIÓN DE BIENES

COMPRA DE EQUIPOS

Año 2006								
Descripción del Equipo que desea adquirir	Cantidad	Marca	Modelo	Especificaciones	Justificación	Espacio donde se ubicará	Valor Unitario	Valor Total
Pluviometro de cazoletas	7	DAVIS	métrico	precisión de 0.1 mm	Dispositivo para medir precipitación	Por definir*	500.000	3.500.000
Sensor de Temperatura	7	Diseños propios	Genérico	precisión de 0.1 °C	Dispositivo para medir temperatura	Por definir*	150.000	1.050.000
Sistema Remoto de Adquisición para Estación Emisora	7	Diseños propios	Genérico		Acondicionamiento de señal de sensores y transmisión	Por definir*	1.700.000	11.900.000
Radio portátil de 4W Marca COBRA	9	COBRA, KENWOOD	Radio de mano	4 / 5 W	Emisión de datos	Por definir*	600.000	5.400.000
Antena Yagui de 10dB	9	COMUNICAMOS	Yagui	Ganancia de 10 dB	Emisión de datos	Por definir*	150.000	1.350.000
Software de adquisición, recepción e interpretación de información y empalme con la red existente	1	Diseños propios	Genérico	Compatible con la red estaciones actualmente en funcionamiento	Almacenamiento e interpretación de datos	IDEA - Universidad Nacional	1.000.000	1.000.000
Equipo de adquisición para estación receptora	1	Diseños propios	Genérico	Compatible con la red estaciones actualmente en funcionamiento	Recepción de datos	Por definir*	1.700.000	1.700.000
Sistema de Posicionamiento Global G.P.S.	1	Garmin	Etrex	Resolución de 3m	Ubicación espacial de variables, sitios de emplazamiento de estaciones e infraestructura	IDEA - Universidad Nacional	1.200.000	1.200.000
								-
Valor Total							\$	27.100.000

* El sitio de emplazamiento de las estaciones será en la ciudad de Manizales, en una institución permanente.

Año 2007								
Descripción del Equipo que desea adquirir	Cantidad	Marca	Modelo	Especificaciones	Justificación	Espacio donde se ubicará	Valor Unitario	Valor Total
								-
								-
								-
								-
Valor Total							\$	-

MATERIALES Y SUMINISTROS

2006				
Detalle	Unidad de medida	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Papel	Resma	2	12.000	24.000
Cintas para cámara filmadora digital	Unidad	1	20.000	20.000
Cartucho para impresora HP845c	Unidad	1	100.000	100.000
				-
				-
			Valor Total	\$ 144.000

Año 2007				
Detalle	Unidad de medida	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Papel	Resma	2	12.000	24.000
Cintas para cámara filmadora digital	Unidad	1	20.000	20.000
Cartucho para impresora HP845c	Unidad	2	100.000	200.000
				-
				-
				-
			Valor Total	\$ 244.000

IMPRESOS Y PUBLICACIONES

Año 2006	
Concepto	Vr. Total
Adquisición de material bibliográfico	300.000
Heliográficas	80.000
Fotocopias	30.000
Valor Total	410.000

Año 2007	
Concepto	Vr. Total
Fotocopias	50.000
Valor Total	50.000