

EL COLEGIO DE MEXICO, A. C.

**CENTRO DE ESTUDIOS DEMOGRÁFICOS Y DE DESARROLLO URBANO
(CEDDU)**

Promoción 1999 - 2001

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA
EL ANÁLISIS DEL RIESGO EN EL ESTADO DE MÉXICO:
UN CRUCE DE VARIABLES EN EL ESPACIO
MARGINACIÓN SOCIOECONÓMICA Y
AMENAZAS NATURALES**

**Tesis que para obtener el grado de
MAESTR(A) EN ESTUDIOS URBANO**

PRESENTA

Cloris Patricia Velásquez Calles

DIRECTORA DE TESIS

2002

Dra. Ma. Eugenia Negrete

LECTOR

Dr. Jorge Dehays Rocha



"El hombre permanece en el rincón de la oscuridad por temor a que la luz de la verdad le deje ver cosas que derrumbarían sus conjeturas".
J. J. Benitez

DEDICATORIA

A Dios por la existencia, por su infinito amor y por los dones recibidos.

A la Santísima Virgen por su intercesión y abogacía.

A mis padres por su disposición de sacrificio y por darme siempre amor, guía, apoyo, comprensión, confianza y libertad.

A mis amistades por todo el cariño y el apoyo anímico indispensable para sobrellevar agradablemente la existencia, por estar ahí en las buenas y en las malas y por aceptarme tal cual soy sin intentar cambiarme.

AGRADECIMIENTOS

A Raul Lemus, Emelina Nava y Jaime Ramirez, del Área de Sistemas de Información Geográfica del Colegio de México, por todo el apoyo académico, técnico y moral. Por permitirme aprender sobre la marcha. Gracias por dejarme invadir su espacio laboral y no laboral sin hacerme sentir una intrusa, y por aguantarme todo el tiempo de elaboración de mi tesis.

A la Junta de Profesores del CEDDU, gracias por creer en mi capacidad y por concederme, dada mi condición de extranjera sin beca externa, la oportunidad de ingresar al programa apoyándome, como un caso especial, con la beca de manutención de esta institución en un inicio y con la exención del pago de colegiaturas a lo largo de todo el programa. Especial agradecimiento a Valentín Ibarra y Manuel Ordorica por todas sus demostraciones de apoyo.

A la fundación japonesa Sasakawa y a la fundación alemana Heinrich Böll, por el apoyo económico de manutención que me brindaron el primero y el tercero y cuarto semestres, respectivamente.

A Protección Civil del Estado de México, por facilitarme en formato digitalizado, la información base para el análisis de las amenazas naturales.

A Carlos Gutierrez y Marco Antonio Salas de CENAPRED, por dedicar un momento de su ocupado tiempo para brindarme orientación e información para el análisis de las amenazas naturales.

Finalmente a mi asesora María Eugenia Negrete y a mi lector Jorge Dehays Rocha, por no presionarme más allá de lo indispensable, por orientarme y confiar en mi capacidad de trabajo y toma de decisiones.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ENFOQUE ANALÍTICO Y MODELO CONCEPTUAL.....	4
3. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL RIESGO ESPECÍFICO.....	7
4. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA AMENAZA Y EL RIESGO CONJUNTO.....	10
5. INTRODUCCIÓN AL ÁREA DE ESTUDIO: CIFRAS DEL ESTADO DE MÉXICO.....	12
6. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA	
6.1. LA MARGINACIÓN SOCIOECONÓMICA COMO MEDIDA DE LA VULNERABILIDAD.....	13
6.2. ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE MARGINACIÓN POR LOCALIDAD.....	15
6.3. MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE MARGINACIÓN POR LOCALIDAD.....	16
6.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL MAPA DE LA MARGINACIÓN.....	17
7. DETERMINACIÓN DEL RIESGO ESPECÍFICO HIDROMETEOROLÓGICO GRANIZADAS	
7.1. EVALUACIÓN DE LA AMENAZA ESPECÍFICA GRANIZADAS	
7.1.1. CONCEPTO INSTITUCIONAL.....	20
7.1.2. METODOLOGÍA ESPECÍFICA PARA ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE PELIGRO.....	20
7.1.3. MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE AMENAZA.....	22
7.1.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MAPA DE AMENAZA.....	23
7.2. EVALUACIÓN DEL RIESGO ESPECÍFICO HIDROMETEOROLÓGICO GRANIZADAS	
7.2.1. MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE RIESGO ESPECÍFICO.....	26
7.2.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL GRADO DE RIESGO ESPECÍFICO.....	27
7.2.3. CONFORMACIÓN DEL RIESGO ESPECÍFICO: RESULTADOS ESTADÍSTICOS.....	29
8. DETERMINACIÓN DEL RIESGO ESPECÍFICO HIDROMETEOROLÓGICO HELADAS	
8.1. EVALUACIÓN DE LA AMENAZA ESPECÍFICA HELADAS	
8.1.1. CONCEPTO INSTITUCIONAL.....	30
8.1.2. METODOLOGÍA ESPECÍFICA PARA ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE PELIGRO.....	30
8.1.3. MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE AMENAZA.....	32
8.1.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MAPA DE AMENAZA.....	33
8.2. EVALUACIÓN DEL RIESGO ESPECÍFICO HIDROMETEOROLÓGICO HELADAS	
8.2.1. MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE RIESGO ESPECÍFICO.....	36
8.2.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL GRADO DE RIESGO ESPECÍFICO.....	37
8.2.3. CONFORMACIÓN DEL RIESGO ESPECÍFICO: RESULTADOS ESTADÍSTICOS.....	38
9. DETERMINACIÓN DEL RIESGO ESPECÍFICO HIDROMETEOROLÓGICO INUNDACIONES	
9.1. EVALUACIÓN DE LA AMENAZA ESPECÍFICA INUNDACIONES	
9.1.1. CONCEPTO INSTITUCIONAL.....	39
9.1.2. METODOLOGÍA ESPECÍFICA PARA ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE PELIGRO.....	40
9.1.3. MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE AMENAZA.....	44
9.1.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MAPA DE AMENAZA.....	45

9.2. EVALUACIÓN DEL RIESGO ESPECÍFICO HIDROMETEOROLÓGICO INUNDACIONES	
9.2.1. MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE RIESGO ESPECÍFICO.....	49
9.2.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL GRADO DE RIESGO ESPECÍFICO.....	50
9.2.3. CONFORMACIÓN DEL RIESGO ESPECÍFICO: RESULTADOS ESTADÍSTICOS.....	52
10. DETERMINACIÓN DEL RIESGO ESPECÍFICO GEOMORFOLÓGICO: VULCANISMO	
10.1. EVALUACIÓN DE LA AMENAZA ESPECÍFICA GEOMORFOLÓGICA: VULCANISMO	
10.1.1. CONCEPTO INSTITUCIONAL.....	53
10.1.2. METODOLOGÍA ESPECÍFICA PARA ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE PELIGRO.....	53
10.1.3. MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE AMENAZA.....	55
10.1.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MAPA DE AMENAZA.....	56
10.2. EVALUACIÓN DEL RIESGO ESPECÍFICO GEOMORFOLÓGICO: VULCANISMO	
10.2.1. MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE RIESGO ESPECÍFICO.....	58
10.2.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL GRADO DE RIESGO ESPECÍFICO.....	59
10.2.3. CONFORMACIÓN DEL RIESGO ESPECÍFICO: RESULTADOS ESTADÍSTICOS.....	61
11. DETERMINACIÓN DEL RIESGO ESPECÍFICO GEOMORFOLÓGICO: DESLIZAMIENTOS DE TIERRA	
11.1. EVALUACIÓN DE LA AMENAZA ESPECÍFICA GEOMORFOLÓGICA: DESLIZAMIENTOS DE TIERRA	
11.1.1. CONCEPTO INSTITUCIONAL.....	62
11.1.2. METODOLOGÍA ESPECÍFICA PARA ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE PELIGRO.....	63
11.1.3. MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE AMENAZA.....	64
11.1.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MAPA DE AMENAZA.....	65
11.2. EVALUACIÓN DEL RIESGO ESPECÍFICO GEOMORFOLÓGICO: DESLIZAMIENTOS DE TIERRA	
11.2.1. MAPA DE ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE RIESGO ESPECÍFICO.....	67
11.2.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL GRADO DE RIESGO ESPECÍFICO.....	68
11.2.3. CONFORMACIÓN DEL RIESGO ESPECÍFICO: RESULTADOS ESTADÍSTICOS.....	69
12. DETERMINACIÓN DE LA AMENAZA CONJUNTA	
12.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	70
12.2. MAPA DE AMENAZA CONJUNTA.....	72
12.3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MAPA DE AMENAZA CONJUNTA.....	73
13. DETERMINACIÓN DEL RIESGO CONJUNTO	
13.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	74
13.2. MAPA DE RIESGO CONJUNTO.....	76
13.3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MAPA DE RIESGO CONJUNTO.....	77
13.4. CONFORMACIÓN DEL RIESGO CONJUNTO: RESULTADOS ESTADÍSTICOS.....	78
14. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES METODOLÓGICAS.....	79
15. BIBLIOGRAFÍA.....	88
16. ANEXOS ESTADÍSTICOS.....	90

ÍNDICE DE MAPAS

No. 1.	VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA: GRADO DE MARGINACIÓN 1995.....	16
No. 2.	AMENAZA HIDROMETEOROLÓGICA GRANIZADAS.....	22
No. 3.	RIESGO HIDROMETEOROLÓGICO GRANIZADAS.....	26
No. 4.	AMENAZA HIDROMETEOROLÓGICA HELADAS.....	32
No. 5.	RIESGO HIDROMETEOROLÓGICO HELADAS.....	36
No. 6.	AMENAZA HIDROMETEOROLÓGICA INUNDACIONES.....	44
No. 7.	RIESGO HIDROMETEOROLÓGICO INUNDACIONES.....	49
No. 8.	AMENAZA GEOMORFOLÓGICA VULCANISMO.....	55
No. 9.	RIESGO GEOMORFOLÓGICO VULCANISMO.....	58
No. 10.	AMENAZA GEOMORFOLÓGICA DESLIZAMIENTOS DE TIERRA.....	64
No. 11.	RIESGO GEOMORFOLÓGICO DESLIZAMIENTOS DE TIERRA.....	67
No. 12.	AMENAZA CONJUNTA.....	72
No. 13.	RIESGO CONJUNTO.....	76

ÍNDICE DE GRÁFICAS

No. 1.	TENDENCIAS OBSERVADAS PARA EL GRADO DE MARGINACIÓN.....	18
No. 2.	GRADO DE MARGINACIÓN EN EL ÁMBITO RURAL.....	19
No. 3.	RELACIÓN ENTRE AMENAZA GRANIZADAS Y GRADO DE MARGINACIÓN.....	24
No. 4.	TENDENCIAS DE LA AMENAZA GRANIZADAS PARA CADA GRADO DE MARGINACIÓN.....	25
No. 5.	TENDENCIAS OBSERVADAS PARA EL RIESGO ESPECÍFICO GRANIZADAS.....	28
No. 6.	RELACIÓN ENTRE AMENAZA HELADAS Y GRADO DE MARGINACIÓN.....	34
No. 7.	TENDENCIAS DE LA AMENAZA HELADAS PARA CADA GRADO DE MARGINACIÓN.....	35
No. 8.	TENDENCIAS OBSERVADAS PARA EL RIESGO ESPECÍFICO HELADAS.....	37
No. 9.	RELACIÓN ENTRE AMENAZA INUNDACIONES Y GRADO DE MARGINACIÓN.....	47
No. 10.	TENDENCIAS DE LA AMENAZA INUNDACIONES PARA CADA GRADO DE MARGINACIÓN.....	48
No. 11.	TENDENCIAS OBSERVADAS PARA EL RIESGO ESPECÍFICO INUNDACIONES.....	51
No. 12.	RELACIÓN ENTRE AMENAZA VULCANISMO Y GRADO DE MARGINACIÓN.....	57
No. 13.	TENDENCIAS DE LA AMENAZA VULCANISMO PARA CADA GRADO DE MARGINACIÓN.....	57
No. 14.	TENDENCIAS OBSERVADAS PARA EL RIESGO ESPECÍFICO VULCANISMO.....	60
No. 15.	RELACIÓN ENTRE AMENAZA DESLIZAMIENTOS DE TIERRA Y GRADO DE MARGINACIÓN.....	66
No. 16.	TENDENCIAS DE LA AMENAZA DESLIZAMIENTOS DE TIERRA PARA CADA GRADO DE MARGINACIÓN.....	66
No. 17.	TENDENCIAS OBSERVADAS PARA EL RIESGO ESPECÍFICO DESLIZAMIENTOS DE TIERRA.....	68
No. 18.	DISTRIBUCIÓN DE LA AMENAZA CONJUNTA.....	70
No. 19.	RELACIÓN ENTRE AMENAZA CONJUNTA Y GRADO DE MARGINACIÓN.....	70
No. 20.	DISTRIBUCIÓN DEL RIESGO CONJUNTO.....	74
No. 21.	RELACIÓN ENTRE RIESGO CONJUNTO Y GRADO DE MARGINACIÓN.....	74

INTRODUCCIÓN

El presente artículo de investigación, es un trabajo de carácter exploratorio, que intenta analizar en el plano de la concreción empírica, para un caso de estudio particular (el estado de México), un concepto polémico larga y ampliamente debatido a nivel teórico pero de reciente y poca aplicación práctica: el análisis del riesgo.

La inquietud de investigación inicial, es plantear una propuesta metodológica de análisis del riesgo, que nos permita observar si el difundido supuesto de que existe una alta correlación entre las áreas de mayor amenaza y la localización de los más desposeídos o marginados, se cumple para la zona de estudio o que comportamiento presenta el fenómeno en la misma. Las distintas amenazas naturales siguen un patrón de comportamiento similar? Que ámbito es el más expuesto, el rural o el urbano...

Se presenta, empleando técnicas y herramientas de análisis propias del campo urbano-regional (Sistemas de Información Geográfica), un estudio empírico del grado de correlación de variables del medio físico (características físicas geográficas de un territorio que condicionan una amenaza natural) y del medio social (características socioeconómicas que determinan la vulnerabilidad de la población) en la conformación del riesgo, para un contexto territorial regional específico, sin pretender una generalización de los resultados obtenidos, que se interpretarían únicamente en el contexto particular en el cual se generaron.

Se elige un ámbito de estudio regional puesto que las causas y efectos de los riesgos urbanos están vinculados a ámbitos regionales que superan el espacio urbano. Esto está ligado al problema de la falta de correspondencia en muchos casos, entre el “territorio de las causalidades” y el de los “impactos” de las amenazas.

La pertinencia de la temática dentro de la maestría radica en que dentro del área de estudios urbanos, la evaluación del riesgo, constituye un insumo fundamental para el ordenamiento

territorial o la planeación física, especialmente al determinar la aptitud de posibles zonas de expansión urbana o de localización de nueva infraestructura.

No obstante, en el proceso de determinación del riesgo se requiere de un punto de partida conceptual muy distinto al que ha dominado tradicionalmente la gestión de los desastres ligada predominantemente a actividades de preparación y respuesta, de predicción y monitoreo científico y de ingeniería estructural. Enfoque que conlleva a ignorar el hecho de que las amenazas se potencian en ámbitos vulnerables. Todos ponemos atención en el desastre, nos sorprendemos, lo vemos como un evento excepcional; pero estuvo construyéndose paulatinamente ante nosotros, sin que lo reconociéramos.

Como dijera Allan Lavell: Desastre sigue siendo una preocupación de alguien más (de los tectónicos en emergencias) y ese alguien más no domina ni el conocimiento, ni el método ni los recursos, ni la decisión política requerida para reducir “vulnerabilidades” ... Deben compenetrarse con el tema actores ligados a la planificación y desarrollo económico, urbano o espacial ... La misma comunidad científica tiene una gran responsabilidad en el cambio de concepciones, en “vender” ideas, en lograr infundir pragmatismo y presunción a sus argumentos, en ser oportunos y políticos para que la sociedad transite a estadios de conocimiento y acción más adecuados y actualizados ... los mensajes son difusos ... los argumentos presentados con un ropaje muy atractivo, no llegan a la fiesta correcta, se predica a oídos sordos y/o convertidos ... los mecanismos de difusión deben ser más incisivos y directos, ofreciendo alternativas viables de cambio, formas de deslizarse hacia el escenario de las decisiones fundamentales. Esta debe ser la tónica de la investigación que ayude realmente a convertir el problema del riesgo y de los desastres en un problema social y político de peso ... ¹

Se encara el estudio con los datos generados por CONAPO para indicar la estratificación resultante de agrupar a las localidades de acuerdo al valor de su Índice de marginación para

¹ En “Navegando entre Brumas” Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica al Análisis del Riesgo en América Latina. ITDG, La RED 1998.

1995 y las base de datos de los mapas de amenazas naturales proporcionadas por Protección Civil del Estado de México.

Las fuentes pueden tener sus fallas y limitantes en cuanto a su poder explicativo de los fenómenos que se pretenden estudiar conjuntamente; pero, es la información de que se dispone y la que se maneja institucionalmente y se difunde públicamente. Por lo limitado del tiempo que se tiene para la investigación, no fue posible agregar otras variables importantes para describir ambos fenómenos (amenaza y vulnerabilidad); tales como aquellas que midieran las vulnerabilidades específicas a cada amenaza particular. La base de datos no obstante pueden enriquecerse en un futuro, para proporcionar respuestas a preguntas sobre características puntuales o detalles de los grupos vulnerables, expuestos y en riesgo e incluso permitir determinar y describir patrones tipológicos de los mismos.

ENFOQUE ANALÍTICO Y MODELO CONCEPTUAL:

Se aborda la temática del Riesgo, bajo una perspectiva analítica social: La idea de amenazas afectando sociedades “normales” se reemplaza con la idea de Sociedades en crisis afectadas por eventos previsibles y “normales”.

El modelo conceptual a tomar como punto de partida es la ecuación:

$$\text{RIESGO} = \text{AMENAZA} * \text{VULNERABILIDAD}$$

Para que exista un riesgo debe haber tanto una amenaza como una población vulnerable a sus impactos. Si alguno de los dos no existe, el riesgo será cero. Al reducir el valor de cualquier factor en una multiplicación, reduciremos el valor del resultado. Por lo cual es factible reducir el riesgo.

En general la información sobre vulnerabilidad social y económica se limita a señalar la ubicación de concentraciones de población o de importantes actividades productivas en zonas susceptibles a amenazas

Es preciso establecer que existe una diferencia entre población expuesta, población vulnerable y población en riesgo ante una determinada amenaza, aún cuando los términos se usan general y erradamente en forma indistinta, como si se tratase de sinónimos.

La *exposición* se refiere a la simple localización del grupo en cuestión dentro del área de amenaza potencial.

El *grado de vulnerabilidad* ante una amenaza, es independiente de la localización de la población en cuestión. Está determinado por características internas de la misma, que la vuelven susceptible a sufrir daños, en caso de que esta se exponga a cualquier grado de peligro de la amenaza en cuestión. Es el factor interno (a la población) de selectividad de la severidad de los impactos asociados a la amenaza. Ante un mismo grado de peligro; los impactos serán más severos en los más vulnerables y viceversa.

Para aclarar el concepto, imaginémosnos por un momento una noche de helada (T° inferior a los 0° C). Mientras uno duerme tranquilamente muy bien abrigado y arropado junto a su calefactor, otro puede arrojarse lo suficiente para soportar el frío que se filtra a su vivienda y lograr dormirse con esfuerzos, amaneciendo la mañana siguiente con síntomas de gripe; mientras otro muere congelado incapaz de procurarse los suficientes medios que le generen el abrigo o calor, indispensable para sobrevivir.

Todos estuvieron “expuestos” a la misma intensidad de la amenaza. Esta se distribuyó homogéneamente en el espacio habitado por las tres personas; sin embargo la severidad de los impactos fue proporcional a la capacidad de respuesta o protección de los tres habitantes ante la amenaza. En el recuento de los daños de la mañana siguiente, notamos que al primero, quizás solo le afectó el hecho de tener que levantarse y dejar su confortable cama; el segundo perdió la salud y tuvo que enfrentar las molestias de la gripe y el tercero perdió la vida y enfrentó la muerte. Su grado de vulnerabilidad “seleccionó” la severidad del impacto asociado a la amenaza; tornando heterogéneo el espacio que en un primer acercamiento al fenómeno, la amenaza había señalado como homogéneo.

Si encontramos estas diferencias en espacios señalados como homogéneos por la amenaza, que diferencias no habrá entre espacios señalados por la misma como heterogéneos...

Se puede ser vulnerable a un fenómeno específico, pero no estar expuesto al mismo y por consiguiente no se estará en riesgo. En igual forma se puede estar expuesto y ser poco vulnerable, con lo cual la intensidad del riesgo disminuirá.

El *riesgo* es una condición latente o potencial, y su grado depende de la magnitud de sus factores componentes: la intensidad probable de la amenaza (condiciones del medio físico: factor externo a la comunidad) y los niveles de vulnerabilidad existentes (condiciones del medio social: factor interno a la comunidad expuesta).

Los impactos asociados con las amenazas, en vez de ser homogéneos, demuestran grandes irregularidades en el espacio: La vulnerabilidad es el factor interno de selectividad de la intensidad del potencial impacto asociado a la amenaza: el nivel o grado en el que puede

verse afectado un sujeto o elemento expuesto cuando está sometido a una amenaza, es decir, la propensión a sufrir daños y la capacidad de recuperarse de ellos que exhibe un componente de la estructura social.

La vulnerabilidad global es siempre una variable sumamente compleja, con múltiples componentes (físico, económico, social, político, técnico, ideológico, cultural, educativo, ecológico e institucional); no obstante, existe una vulnerabilidad de tipo estructural que se configura históricamente y puede definirse como “el grado en que factores socioeconómicos afectan la capacidad de una población para absorber y recuperarse del impacto de un evento asociado con una amenaza determinada”. Es más o menos permanente para grandes sectores de la población y contribuye a la creación de condiciones propicias para desastres periódicos. Para este caso de estudio en particular se tomara como medida o indicador descriptivo de la misma el grado de marginación de la localidad para 1995 elaborado por CONAPO.

La Amenaza se tomará como la probabilidad de ocurrencia de un evento o fenómeno no deseable, con potencial destructivo y con una cierta intensidad, en un cierto sitio y en un cierto período de tiempo. Constituye el factor de riesgo externo a la comunidad expuesta. Su origen puede ser natural o antrópico.

Las amenazas de origen natural, tienen que ver con la dinámica terrestre y atmosférica. Son manifestaciones de la naturaleza completamente normales; su origen puede ser hidrometeorológico o geomorfológico. Las amenazas consideradas en este estudio son cinco. Dos geomorfológicas: vulcanismo y deslizamientos de tierra y tres hidrometeorológicas: heladas, granizadas e inundaciones.

Exceptuando las condiciones socioeconómicas y las características físico-geográficas naturales; quedaran fuera de los alcances del presente trabajo, por razones de tiempo, el resto de condicionantes mencionadas; no obstante, se deja constancia del conocimiento de su existencia e importancia, proponiendo su consideración en una posterior línea de investigación de la temática, que pueda ser complementaria de la que aquí se presenta y constituirse en tema de tesis doctoral.

METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL GRADO DE RIESGO ESPECÍFICO.

Partiendo del modelo conceptual presentado, se emplea la fórmula: $Re = Ae * V$

RIESGO ESPECÍFICO = AMENAZA ESPECÍFICA * VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA

Donde:

Ae = Valor del grado de peligro que representa la amenaza específica en la localidad

V = Valor del grado de Marginación de la localidad

Los valores del grado de marginación, oscilan en un rango de ponderación de 1 (muy baja) a 5 (muy alta). Los valores de la intensidad de la amenaza (cuando esta existía) se reclasificaron en un inicio también en 5 grados de variación ponderados de manera equivalente que la vulnerabilidad: desde 1 (grado de peligro muy bajo), hasta 5 (grado de peligro muy alto). Sin tomar en cuenta las áreas exentas de amenaza; los resultados de la matriz cuadrada producto de ambas variables oscilaran por tanto entre 1 (áreas donde coinciden los valores mínimos de ambas variables) a 25 (áreas donde coinciden los valores máximos de ambas variables).

MATRIZ DEL PRODUCTO

		<i>Amenaza</i>				
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Vulnerabilidad</i>	<i>1</i>	1	2	3	4	5
	<i>2</i>	2	4	6	8	10
	<i>3</i>	3	6	9	12	15
	<i>4</i>	4	8	12	16	20
	<i>5</i>	5	10	15	20	25

TABLA DE FRECUENCIAS

RESULTADO	FRECUENCIA
1	1
2	2
3	2
4	3
5	2
6	2
8	2
9	1
10	2
12	2
15	2
16	1
20	2
25	1

Se tienen 25 datos y solo 14 posibles resultados para reclasificar en los mismos 5 rangos de inicio. Al dividir el total de datos (25) entre el total de rangos (5) nos da como resultado 5 datos por rango. Siguiendo la lógica común; se procedería a establecer intervalos regulares y la clasificación sería:

Rango	Ponderación	Descripción	# de datos	Porcentaje de datos
1-4	1	Muy bajo	8	32 %
5-9	2	Bajo	7	28 %
10-14	3	Medio	4	16 %
15-19	4	Alto	3	12 %
20-25	5	Muy Alto	3	12 %

Puede observarse que los grupos no están equilibrados, pues el 60% de los datos se agrupado en tan solo 2 rangos. Para evitar este problema, se reclasifico a los datos a partir de la tabla de la tabla de frecuencias de los resultados, como se muestra a continuación:

Rango	Ponderación	Descripción	# de datos	Porcentaje de datos
1-3	1	Muy bajo	5	20 %
4-5	2	Bajo	5	20 %
6-9	3	Medio	5	20 %
10-15	4	Alto	6	24 %
16-25	5	Muy Alto	4	16 %

La distribución de datos así obtenida es equivalente; y aunque no se logra una distribución igual en todos los casos por la frecuencia de aparición de los resultados; el porcentaje acumulado para los 2 mayores valores si es exactamente equivalente al porcentaje acumulado de los 2 valores mínimos.

Esta última clasificación será entonces la que se empleará en el análisis para determinar el grado de riesgo específico.

Es preciso aclarar que para poder llevar a cabo la clasificación del riesgo específico; requeríamos tener un solo valor del grado de amenaza por localidad; por lo que previamente se debió obtener el valor promedio de amenaza específica al que estaba expuesta cada localidad. Mismo que fue al final el valor que se empleo para llevar a cabo todas las operaciones.

Dado que los polígonos de incidencia de las localidades son áreas relativamente pequeñas; aunque la amenaza no sigue la forma ni respeta los límites de las mismos, las variaciones de grado a su interior no son bruscas ni generalizables a todas, lo que permite usar promedios sin perder la heterogeneidad de intensidad de la amenaza. Este proceso se dificultaba con el análisis en el ámbito municipal, donde al subir la información por promedios a los municipios se generaba una forzada homogeneidad de la intensidad de la amenaza.

Como siempre se requiere tener datos para unidades de análisis más agregadas, la información de los resultados finales se subió al ámbito municipal, considerando respectivamente para cada municipio; los promedios estadísticos por cada una de las amenazas y riesgos específicos de aquellas localidades pertenecientes al mismo.

Se logró así una base de datos síntesis de todas las variables estudiadas para un ámbito más agregado: el municipio, con ello es posible generar los mismos mapas para esta unidad de análisis mayor.

Los resultados aquí obtenidos deben tomarse con cautela, sin intentar generalizarlos para otros casos de estudio cuyas condicionantes pueden ser en apariencia similares a las aquí presentadas, pero diferir en el contexto de sus interacciones e interrelaciones, el cual va más allá de las variables consideradas. El territorio de los efectos no coincide siempre con el de las causalidades.

METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA AMENAZA Y EL RIESGO CONJUNTO

AMENAZA CONJUNTA

Se parte de la ecuación:

$$A_c = \sum A_e$$

La amenaza conjunta será igual a la sumatoria de los valores que cada Amenaza natural específica considerada presenta en la localidad.

RIESGO CONJUNTO

Se parte de la ecuación:

$$R_c = \sum R_e$$

El Riesgo conjunto será igual a la sumatoria de los valores del Riesgo específico para cada una de las amenazas naturales consideradas que se presentan en la localidad.

Se consideran 5 tipos de amenazas en el análisis. De estas tres (deslizamientos, inundaciones y vulcanismo) pueden tomar 6 valores entre 0 y 5 (nulo a muy alto) y las dos restantes (heladas y granizadas) 5 valores entre 1 y 5 (muy bajo a muy alto).

Los resultados así obtenidos oscilarán entre los valores 2 (en caso de que todas las variables presenten sus valores mínimos) y 25 (en caso contrario, que todas tengan valores máximos).

Se enfrenta de nuevo la tarea de reclasificar los datos en los 5 rangos originales.

No obstante, en este caso la situación es más compleja que para la reclasificación de los resultados del riesgo específico.

Las probabilidades de combinación son:

$$(6)(6)(6)(5)(5) = 5400 \text{ tanto para las amenazas como para los riesgos}$$

Los posibles resultados y su respectiva frecuencia de ocurrencia para el caso de que cualquier valor tenga la misma probabilidad de aparecer en la fórmula (no hay condicionamiento previo), serán muy diferentes de los que se obtendrían considerando la probabilidad de aparecer en la fórmula de los valores que ya se tienen, cuya ocurrencia

estará condicionada en términos porcentuales por su número con respecto al resto. Para este caso en particular dado que el número de combinaciones es considerablemente grande y el porcentaje de los valores mínimos a medios es mayor; al establecer los rangos con los valores esperados de las simples combinaciones, al final la mayoría de los valores caería en los dos primeros rangos sesgando los resultados a favor de los valores mínimos, perdiéndose los medios para obtener un espacio sumamente homogenizado, que no es reflejo de las variaciones a su interior, que podrían mostrarse con otra forma de clasificación de los datos.

Se optó entonces por utilizar el análisis de cluster del programa estadístico SPSS (Statistical Package for Social Sciencies) para agrupar los datos obtenidos de la sumatoria.

Primeramente, se dividió la variable conjunta en 5 grupos o clusters y luego se aplicó el análisis discriminatorio de cluster a estos resultados. Considerando como dependientes cada una de las variables de la sumatoria se tomó como variable de agrupación, el grupo de clasificación de la variable conjunta obtenida del primer análisis de cluster.

Para la amenaza conjunta las variables consideradas fueron todas las amenazas específicas por separado, y para el riesgo conjunto, todos los riesgos específicos. Esto permitió corregir la clasificación del primer cluster, para obtener así grupos más homogéneos hacia su interior y más heterogéneos hacia su exterior, con respecto a los valores promedio por unidad de análisis (localidad) de cada variable introducida en el análisis.

INTRODUCCIÓN AL ÁREA DE ESTUDIO: CIFRAS DEL ESTADO DE MÉXICO

Los datos más relevantes considerados para el análisis son:

Superficie territorial: 22, 183. 7 Km²

Población en 1995: 11, 799, 723 habitantes.

Número de localidades en 1995: 4, 204

Población urbana en 1995²: 10, 015, 687 habitantes

% de población urbana con respecto al total en 1995: 85.61%

Número de localidades urbanas en 1995: 349

% de localidades urbanas con respecto al total en 1995: 8.3 %

Población rural en 1995: 1, 684, 036 habitantes

% de población rural con respecto al total en 1995: 14.39 %

Número de localidades rurales en 1995: 3855

% de localidades rurales con respecto al total en 1995: 91.7 %

Población rural en localidades de menos de 500 habitantes en 1995: 463, 595 habitantes

% de población rural en localidades de menos de 500 hab. con respecto al total en 1995: 3.96 %

Número de localidades rurales de menos de 500 habitantes en 1995: 2719

% de localidades rurales de menos de 500 habitantes con respecto al total en 1995: 64.68 %

Población rural en localidades de más de 500 habitantes en 1995: 1, 684, 036 habitantes

% de población rural en localidades de más de 500 hab. con respecto al total en 1995: 10.43 %

Número de localidades rurales de más de 500 habitantes en 1995: 1136

% de localidades rurales de más de 500 habitantes con respecto al total en 1995: 27.02 %

Los datos estadísticos de población y localidades ubicadas en cada grado de amenaza y riesgo, tanto específicos como conjuntos, resultantes del análisis desarrollado en el presente documento, pueden ser consultados por el lector, en el Anexo.

² Se consideró como urbanas aquellas localidades con más de 2,500 habitantes

LA MARGINACIÓN SOCIOECONÓMICA COMO MEDIDA DE LA VULNERABILIDAD:

La vulnerabilidad global es un sistema dinámico, que surge como consecuencia de la interacción de una serie de factores y características que convergen en una comunidad en particular. Vulnerabilidad, como dijera Gustavo Wilches-Chaux, es *un sinónimo de inseguridad, en el sentido más profundo del término: inseguridad para la existencia; incertidumbre frente a la historia cotidiana y frente al mundo circundante ... Los diferentes ángulos del fenómeno global de la vulnerabilidad están estrechamente interconectados entre sí ... La vulnerabilidad socioeconómica es quizás el eje más significativo de la vulnerabilidad global: Grupos humanos altamente vulnerables desde el punto de vista económico son a partir de allí, vulnerables desde los demás puntos de vista; el político, el educativo, el tecnológico, el ecológico, etc, que pueden considerarse en función del económico. La vulnerabilidad humana, resultante de la pobreza y la desigualdad es una de las causas fundamentales que domina los procesos de desastre en el mundo en desarrollo, donde precisamente la incidencia de los mismos es mayor*³.

Se ha tomado como parámetro de medición o indicador de la vulnerabilidad socioeconómica, el grado de marginación por localidad 1995, calculado por CONAPO (Consejo Nacional de Población). Este tiene un rango de variación que oscila entre 1 (grado de marginación muy bajo) y 5 (grado de marginación muy alto)

El índice de marginación por localidad, en base al cual se hizo la estratificación en grados de marginación; está conformado por 7 indicadores socioeconómicos de los catálogos de integración territorial del Censo de Población de 1990 y del Censo de 1995 (INEGI).

De los 7 indicadores asociados con las dimensiones de educación, ocupación y vivienda, la información del Censo de Población y Vivienda 1995 permite construir cuatro relacionados con vivienda y educación:

- % de viviendas particulares sin agua entubada

³ En Pensar Globalmente "La Vulnerabilidad Global", Bogotá, 1988

- % de viviendas particulares sin drenaje
- % de viviendas particulares sin electricidad y
- % de población de 15 años y más que es analfabeta.

Con el fin de construir un índice con mayor capacidad descriptiva, CONAPO consideró además, tres indicadores con información censal de 1990:

- % de viviendas particulares con piso de tierra
- Promedio de ocupantes por cuarto y
- % de población ocupada en el sector primario.

El índice de marginación en el ámbito de localidad, es hasta ahora, la unidad de análisis más desagregada con la información disponible; y permite captar la diversidad de situaciones micro regionales que prevalecen en el interior de los municipios.

Las tendencias generales del fenómeno de la marginación encontradas por CONAPO a nivel nacional se reflejan fielmente en el estado de México. Estas son:

El ámbito regional, está caracterizado por una dinámica demográfica y territorial sumamente diferenciada. Esa diversidad se expresa en una alta concentración demográfica en un número pequeño de asentamientos urbanos, y una reducida proporción de población en un gran número de localidades (gran dispersión poblacional).

La geografía de la marginación se encuentra íntimamente relacionada con el patrón de distribución de la población, de forma tal que a mayor población menor grado de marginación.

Destaca la estrecha asociación entre la marginación, la dispersión territorial de la población y la incidencia del fenómeno en las localidades pequeñas.

En el otro extremo de la distribución de la población, destaca que la mayoría de los asentamientos urbanos tienen grado de marginación muy bajo.

ZONIFICACIÓN DE LA MARGINACIÓN POR LOCALIDAD

Para la elaboración del mapa de marginación socioeconómica por localidades; se utilizó la base de datos ITER (Integración territorial del INEGI), que muestra las localidades como puntos georreferenciados (coordenadas de longitud y latitud). Las únicas superficies que pueden calcularse o tomarse de otra fuente son las zonas metropolitanas y áreas urbanas.

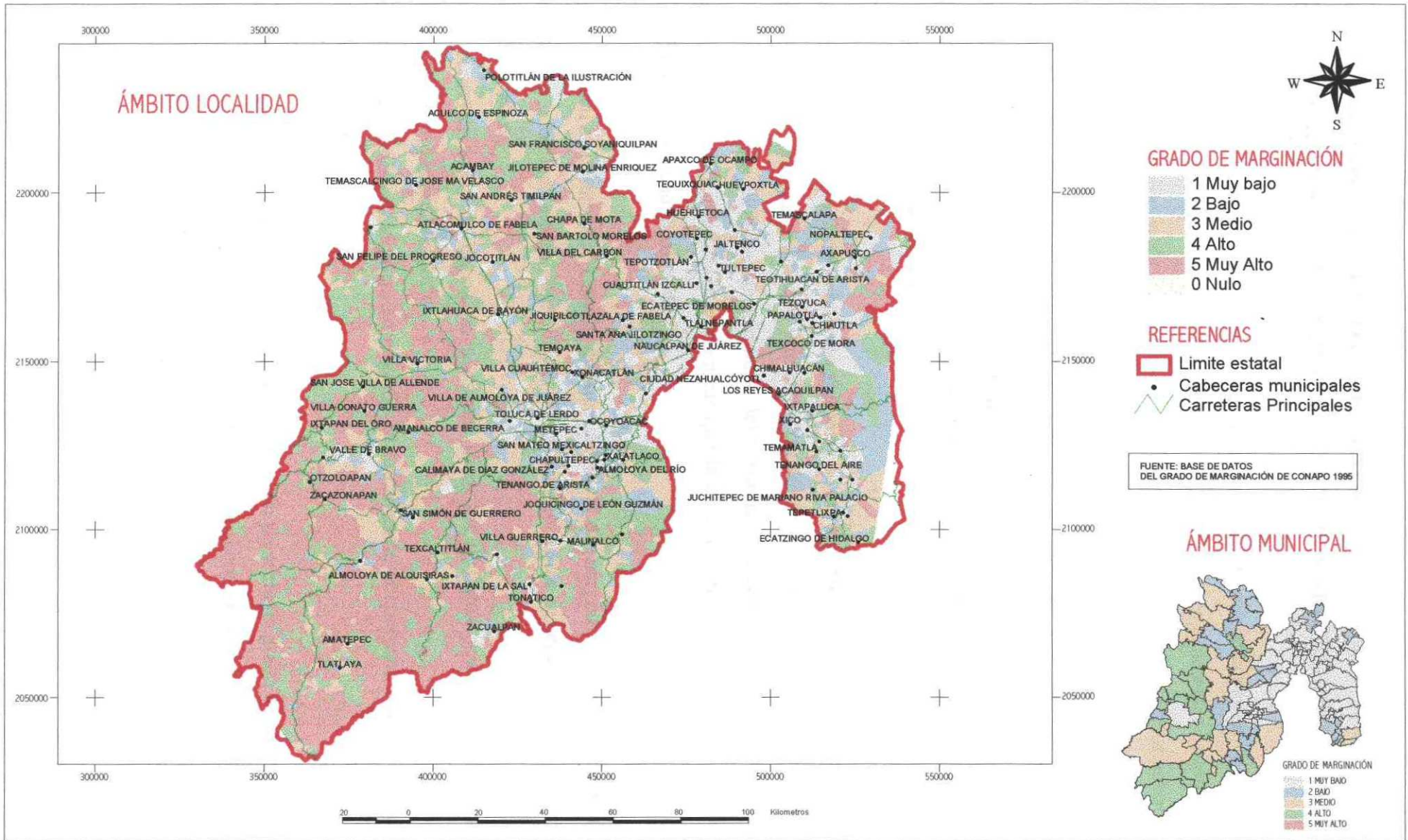
Dado que el fenómeno de la marginación se encuentra estrechamente ligado con el de aislamiento y dispersión de las localidades (existe una circularidad viciosa entre tamaño, dispersión territorial y la incidencia de la marginación); se buscó una técnica de interpolación de los puntos que permitiese representar espacialmente esta circularidad, mostrando como el ámbito territorial de incidencia del fenómeno se extiende más allá de la delimitación física del espacio construido habitado.

Para representar las localidades como áreas y poder llevar a cabo los cruces entre amenazas y vulnerabilidad se empleó la técnica de Voronoi, fundamentada en los polígonos de Thyssen, que asigna a cada punto un área física de influencia, en base a su distancia respecto a los puntos más próximos. Se trazan líneas de cada punto a los puntos más próximos; y de la unión de las mediatrices de las líneas se obtienen los polígonos de influencia; en forma tal que cualquier punto al interior de estos estará más próximo al punto que originó el polígono que a cualquier otro.

Resulta interesante también observar como se refleja en el tamaño de los polígonos una mayor área de incidencia de la marginación más alta, ligada a las localidades más pequeñas y aisladas, pues no hay cerca otros asentamientos que puedan compensar en alguna medida su marginación. El aislamiento entonces magnifica el ámbito de influencia de la marginación. El reducido poblamiento no solo hace difícil aprovechar las economías de escala de los servicios básicos, de la infraestructura y el equipamiento, sino que por razones de costo beneficio de las intervenciones estatales, la política social ha debido priorizar a los centros de mayor concentración poblacional. Reforzándose así la circularidad entre tamaño del asentamiento y grado de marginación.

MAPA No. 1

VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA GRADO DE MARGINACIÓN



DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS EN EL MAPA

VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA: ÍNDICE DE MARGINACIÓN

Se observa una significativa concentración del nivel más alto de marginación en el sector suroeste del estado, caracterizado por su accidentado relieve y fuertes pendientes denotadas por la cercanía de las curvas de nivel en esa zona; y del nivel más bajo en el sector centro-este y noreste, en los municipios conurbados y en los valles.

Se confirma así la estrecha relación existente entre el índice de marginación y el grado de urbanización de las localidades. El costo de introducir servicios es mayor en las zonas de asentamiento de los grupos más carenciados, ya sea porque se trata de áreas marginales o por la ausencia de economías de escala.

Los centros urbanos siguen concentrando volúmenes considerables de población, servicios e infraestructura, personal calificado y recursos económicos; a su vez, en un gran número de asentamientos que se dispersan a lo largo del territorio vive una pequeña proporción de la población en condiciones socioeconómicas que la ubican como uno de los grupos más rezagados de la sociedad mexicana.

Resulta llamativo observar el cambio drástico del nivel de marginación de las cabeceras con respecto a las localidades circundantes de su entorno. Estas se separan del mismo en uno o dos grados.

No se observan zonas de transición marcadas entre los distintos grados, más bien su distribución tiene carácter aleatorio

No existen similitudes ni siquiera en el grado de la cabecera, al comparar marginación en los ámbitos local y municipal.

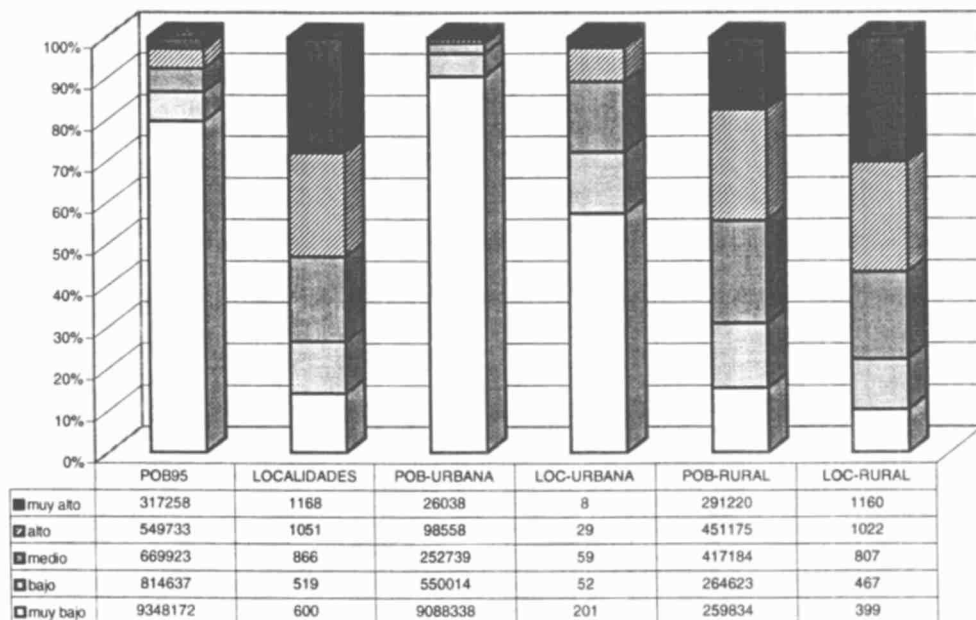
Las estadísticas nos muestran que el 80% de la población presenta un grado de marginación muy bajo; sin embargo este alto porcentaje poblacional se encuentra concentrado en apenas el 14% del total de localidades.

En este grado de marginación (muy baja) se ubican el 91% de la población urbana residente en el 58% de las localidades urbanas y solo el 15% de la población rural residente en el 10% de las localidades rurales.

En el otro extremo del espectro, la marginación muy alta; encontramos solo al 3% de la población total que sin embargo habita en el 28% del total de las localidades, más de la cuarta parte del total. Al observar ámbitos rural y urbano por separado, se encuentra que solo el 0.3% de la población urbana tiene una marginación muy alta; en contraposición a un 17% de la población rural que presenta una alta marginación. Casi la 5ª parte del total de la población rural.

Las Gráficas que relejan la información estadística presentada espacialmente en el mapa, se muestran a continuación:

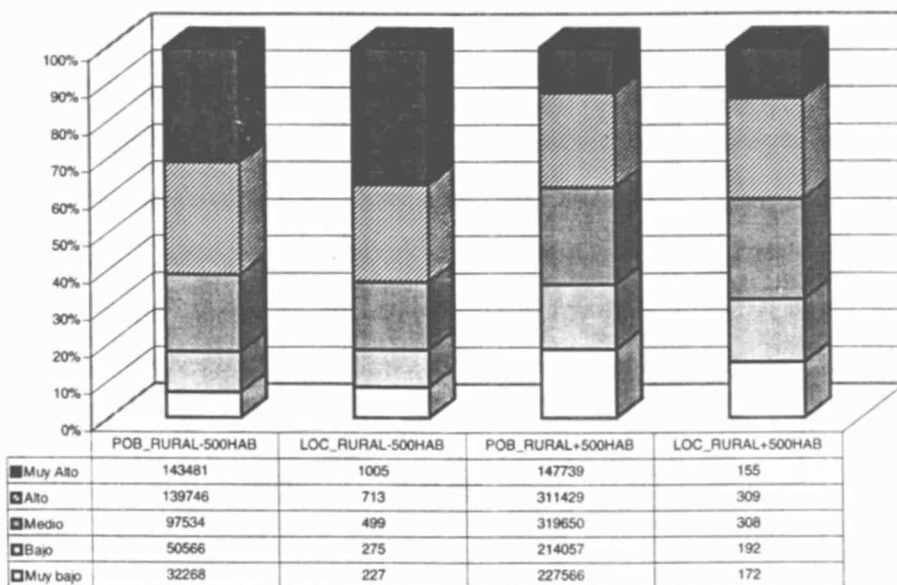
GRÁFICO No. 1
Tendencias observadas para el Grado de Marginación



En esta gráfica puede observarse la tendencia que sigue el fenómeno de la marginación en los distintos ámbitos de concentración o dispersión de la población sobre el territorio y en la que a continuación se muestra; el comportamiento del fenómeno aislando el ámbito rural

y estudiándolo en forma desagregada para dos tamaños de localidad: mayor y menor a 500 habitantes:

GRÁFICA No. 2
Grado de Marginación en el Ámbito Rural



Se observa que el comportamiento del fenómeno no tiene diferencias significativas en cuanto a porcentajes de incidencia. La tendencia de que a menor tamaño de localidad mayor marginación se conserva aunque en forma más sutil que al comparar el ámbito urbano contra el rural.

AMENAZA HIDROMETEOROLÓGICA GRANIZADAS

CONCEPTO:

Las granizadas son un caso especial de precipitación; resultado del violento movimiento convectivo existente durante el desarrollo de una tormenta. Esto se debe a las fuertes corrientes verticales de aire que arremolinan las gotas de lluvia por encima y por debajo del punto de congelación del agua. Su origen está estrechamente relacionado con las nubes de gran desarrollo vertical (cumulonimbos), que se forman durante la estación lluviosa de verano, principalmente en las partes altas de la nube donde la temperatura es baja.

Durante este proceso el pedrisco va adquiriendo mayor tamaño hasta el momento en que la nube ya no lo puede sostener y se precipita hacia la superficie terrestre. En este trayecto puede llegar a fundirse, dependiendo de su tamaño, la distancia recorrida y el efecto de gradiente térmico. La probabilidad de ocurrencia está asociada a las precipitaciones intensas, en las que es común también la presencia de rachas de fuertes vientos y tormentas eléctricas.⁴

ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE PELIGRO

El único dato cuantificable que se tenía sobre el fenómeno para el estado de México es el promedio anual de días con granizadas y las superficies afectadas por municipio; no obstante no se tenían los mismos rangos para el mapa y para las estadísticas en cuanto a superficies afectadas.

Se tomó por tanto, como única característica discriminadora de la intensidad del fenómeno, la frecuencia de ocurrencia anual del mismo.

Se partió de un mapa con la información de frecuencia desagregada en 10 rangos; se procedió como primera medida a reagrupar y reclasificar los datos en 5 rangos, en función de los niveles de amenaza que deseábamos definir.

⁴ Concepto tomado del Atlas Estatal de Riesgos de Estado de México; elaborado por Protección Civil de dicho estado.

La decisión de estratificar en 5 niveles las amenazas, obedeció a la necesidad de tener el mismo nivel de desagregación del grado de peligro que ya se tiene para el grado de marginación como indicador de la vulnerabilidad. Esto con el objeto de obtener en el cruce de ambos fenómenos una matriz cuadrada que facilite el proceso de reclasificación e interpretación de los resultados, pues se estaría asignando a ambos, igual peso en la conformación del riesgo.

A continuación se presenta el cuadro de rangos y ponderaciones asignadas a la amenaza de granizadas:

Característica: Frecuencia de ocurrencia de fenómeno

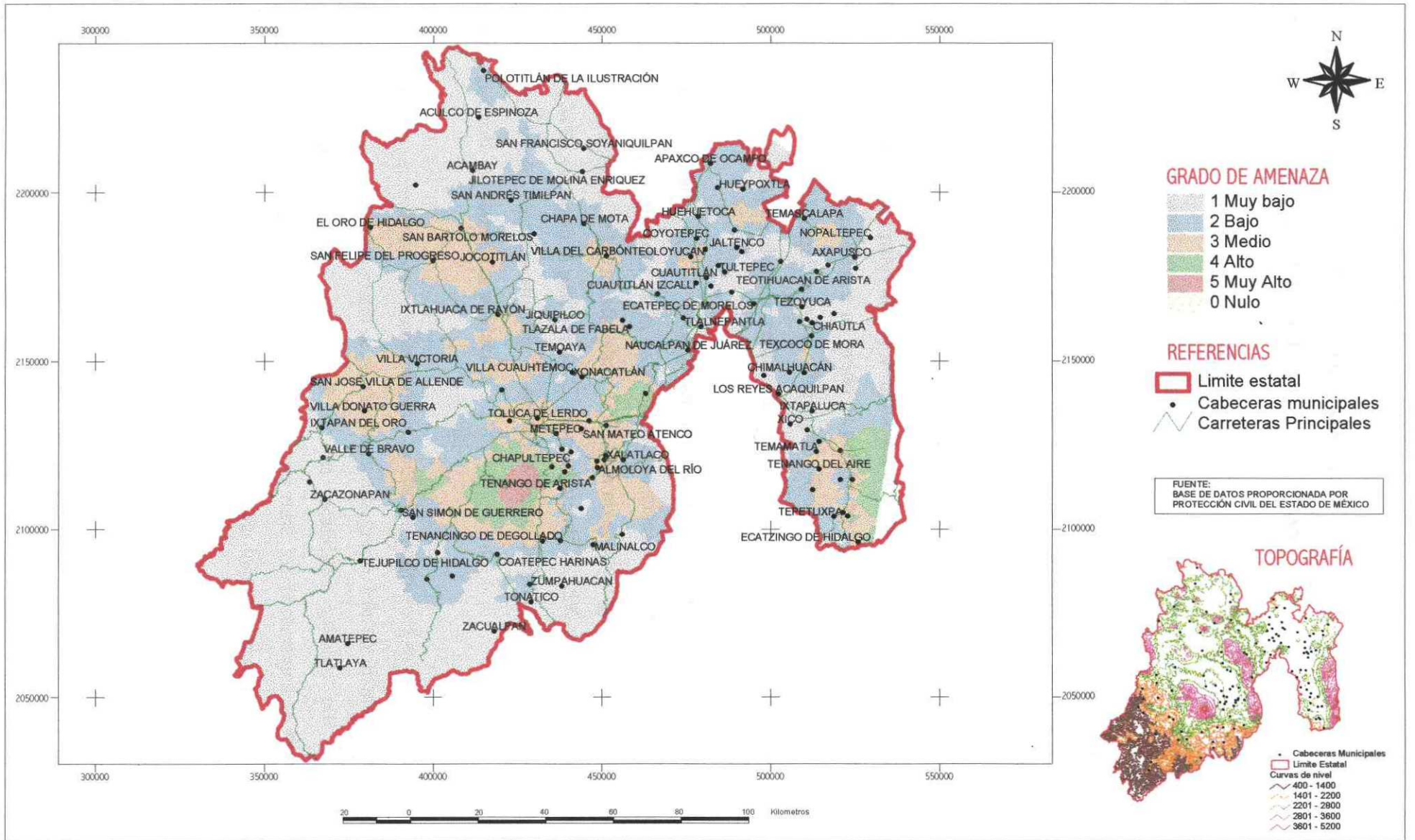
Descripción: Promedio anual de días con granizadas

DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN	GRADO DE PELIGRO	FRECUENCIAS (Número de localidades)
0 - 2	1	MUY BAJO	1977
2 - 4	2	BAJO	1420
4 - 8	3	MEDIO	712
8 - 14	4	ALTO	91
14 - >20	5	MUY ALTO	4

No se eligió una distribución de datos en rangos regulares; puesto que con dicha forma de reagrupación, se homogenizaba demasiado el espacio, perdiéndose detalle en la información. La clasificación que se presenta permite mostrar una mayor diferenciación espacial; pues los valores más altos del fenómeno presentan también una alta concentración y circunscripción en las zonas de mayor elevación; por lo que es posible agruparlos, sin afectar de manera notoria, la heterogeneidad lograda en el mapa base con un mayor nivel de desagregación de datos, que no obstante, por lo anteriormente señalado, no resulta práctico mantener, para el proceso de análisis que se pretende realizar.

MAPA No. 2

AMENAZA HIDROMETEOROLÓGICA GRANIZADAS



DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MAPA AMENAZA HIDROMETEOROLÓGICA GRANIZADAS

En términos generales, el fenómeno presenta sus mayores grados de amenaza en las zonas montañosas de mayor altitud; concentrándose en el sector centro-sur y sureste del estado. La relación de condicionamiento de las características topográficas del terreno, sobre la intensidad de incidencia del fenómeno puede observarse en la gradual disminución de la misma, conforme disminuye la elevación de los accidentes orográficos. No hay cambios abruptos en los niveles de peligro. La transición es ordenada y estrictamente consecutiva; lo que permite una fácil delimitación de zonas homogéneas.

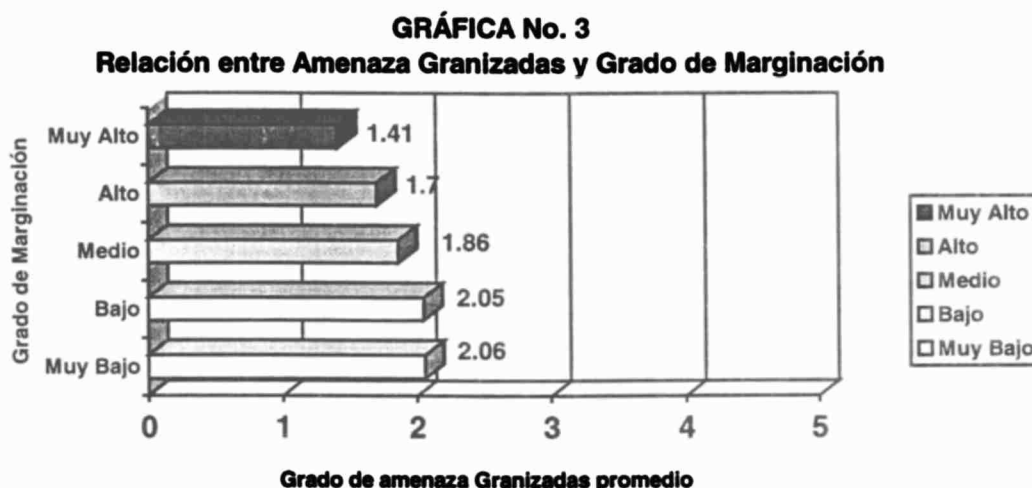
De las 122 cabeceras municipales no hay ninguna expuesta a un nivel de amenaza muy alto y únicamente tres están expuestas a un grado de peligro alto: Calimaya de Díaz González, Santa María Rayón y Huixquilucan de Degollado; localizadas en la región central del estado. Todas localizadas en el sector centro-sur.

Las estadísticas generadas con la información presentada en el mapa, nos muestran que más del 80% de las localidades están expuestas a los niveles más bajos de amenaza por granizadas: casi la mitad de las localidades (47%) a un nivel de peligro muy bajo (1) y una tercera parte (34%) expuesta al grado bajo (2); representando el 35% y 51% del total de la población del Estado respectivamente, y sumando entre ambos grados un porcentaje acumulado del 86% del total de la población.

Por la similitud en porcentajes entre localidades y población podríamos inferir de antemano que gran parte de la población urbana se encuentra en este grupo. Efectivamente, el 88% de la población urbana, residente en el 73% de las localidades urbanas esta expuesta únicamente a niveles bajos de peligro. En el ámbito rural los porcentajes se mantienen similares: 78% de la población rural ubicada en el 81% de las localidades rurales.

En lo que respecta a la exposición a los niveles de amenaza más altos (4 y 5) tenemos en este grupo; únicamente al 1% de la población total, distribuida en el 2% del total de localidades. En el ámbito urbano la incidencia es del 0.8% de la población en el 3% de las localidades; mientras que en el ámbito rural los porcentajes son del 2% de la población en el 2% de las localidades.

No se observa ninguna relación en el grado de peligro por exposición a la amenaza y la distribución en el territorio del grupo poblacional expuesto; ya sea el urbano, altamente concentrado, o el rural aislado y disperso. Ni siquiera desagregando la información para analizar el comportamiento del grupo más disperso (localidades de menos de 500 habitantes) se observan cambios significativos en los porcentajes de localidades y población expuestas de acuerdo al grado de peligro.



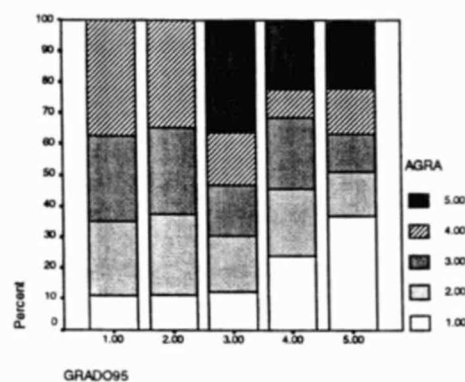
Al analizar el tipo de grupo poblacional expuesto en lo que concierne a sus características socioeconómicas o grado de marginación, como medida de la vulnerabilidad (factor interno de selectividad de la intensidad del riesgo para cada grupo); observamos una correlación inversa entre este tipo de amenaza y el grado de marginación de las localidades expuestas: es decir a medida que aumenta el grado de marginación del grupo en cuestión, disminuye el grado de peligro a que esta expuesto. La tendencia no obstante es sutil y no proporcional.

Al sacar el coeficiente de Pearson se obtuvo una correlación inversa muy pobre o escasa entre ambas variables. Las mismas están correlacionadas únicamente para un nivel de confiabilidad del 99%, perdiéndose la correlación al reducir el nivel de confiabilidad al 95%; esto podría estar indicando que la evidencia de correlación no es significativa.

Este tipo de amenaza presenta un condicionamiento directo de su intensidad o grado de peligro dado por las características topográficas del territorio. A mayor elevación mayor incidencia. La correlación inversa mostrada por las estadísticas puede observarse espacialmente en el mapa con la ubicación predominante en forma casi homogénea de las localidades más marginadas en el sector suroeste del territorio del estado y con la tendencia declinatoria de la altura de los accidentes orográficos en la misma dirección. Esta zona del estado presenta un relieve muy accidentado pero menores elevaciones sobre el nivel del mar (oscilando entre los 400 y 2,200 mts s.n.m.), que determinan por tanto una menor frecuencia e intensidad del fenómeno granizadas.

Al determinar el nivel de riesgo de las distintas localidades; el grado de marginación como factor interno de selectividad de la intensidad de la amenaza hará evidentes las diferencias (heterogeneidad) en cuanto a impacto de los distintos grados de peligro aparentemente “homogéneos” potenciales que la amenaza representa.

En la gráfica se muestra la relación entre los distintos grados de marginación y los distintos

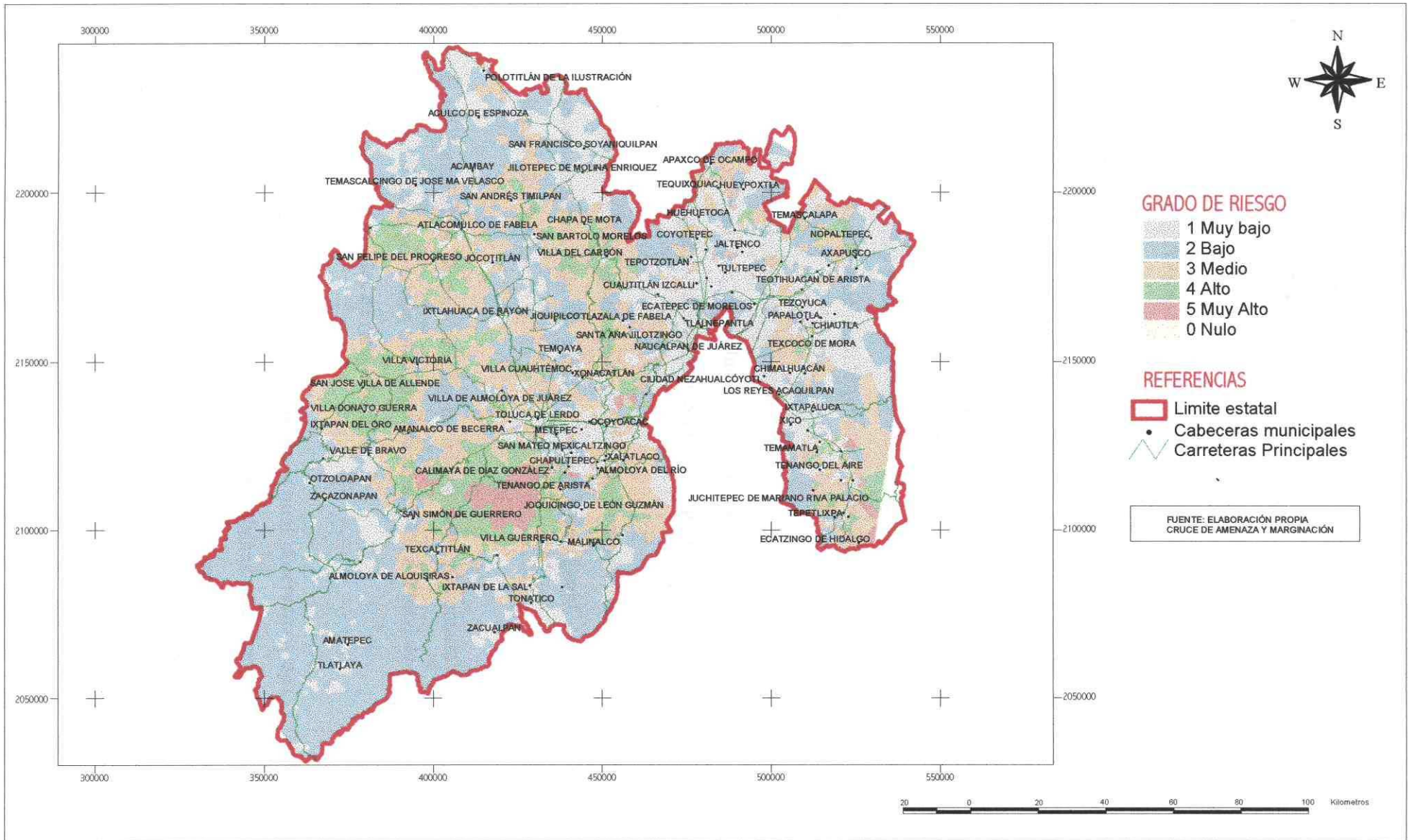


GRAFICA No. 4
TENDENCIAS DE LA
AMENAZA GRANIZADAS
PARA CADA GRADO DE
MARGINACIÓN

grados de peligro que la amenaza granizadas (AGRA) presenta en el ámbito localidad.

El valor de amenaza máximo aparece hasta que el grado de marginación es 3 (medio); pero los valores de amenaza medios y altos predominan en términos porcentuales en los grupos de menor marginación. Esto se indica en el valor de correlación bajo, pero negativo.

MAPA No. 3 RIESGO HIDROMETEOROLÓGICO GRANIZADAS



DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MAPA RIESGO ESPECÍFICO: GRANIZADAS

En términos generales se observa que el valor del riesgo supera en un grado al de la amenaza en la mayoría de los casos; las zonas urbanas sobresalen al disminuir su nivel de riesgo con respecto al grado de amenaza al que están expuestas. Demostrándose que el impacto asociado a las amenazas se potencia en los sitios más vulnerables y se minimiza en los menos vulnerables.

Los valores de riesgo máximo se concentran en la porción sur centro del Estado, ubicándose sobre el espacio de la amenaza máxima (muy alta) y superándolo al extenderse a zonas con amenaza alta. Este valor de riesgo aparece también pero con menor presencia en algunas localidades del sureste del Estado próximas al volcán Popocatepetl.

Los valores mínimos los encontramos predominantemente en la porción central de la zona conurbada y en el sector urbano de Toluca, así como también, en menor medida, en el sector noroeste del Estado que se encuentra más próximo al límite estatal.

El sector suroeste del estado donde se concentra predominantemente la población con mayor marginación presenta solo un nivel de riesgo bajo (grado 2), con una pequeña incidencia de los grados 3 y 4.

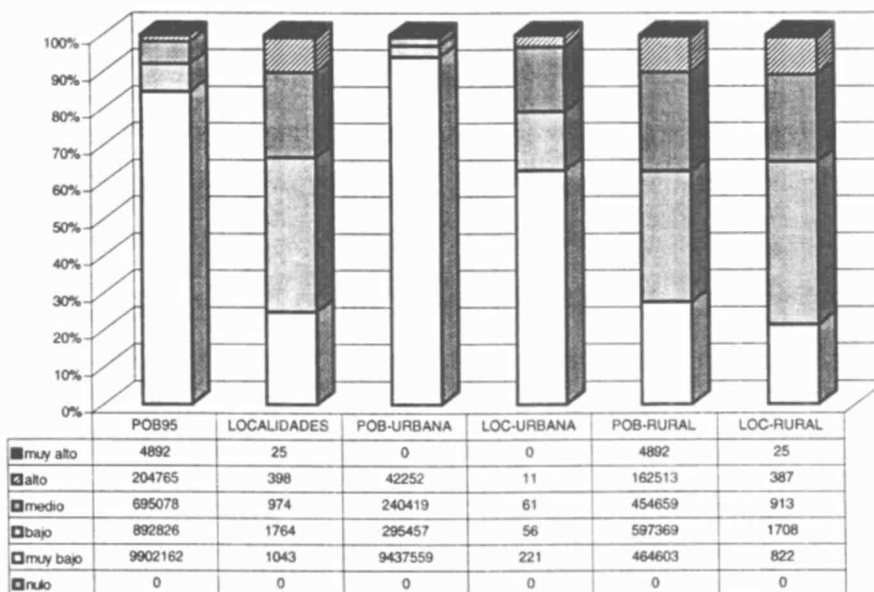
Al observar las estadísticas generadas con la información presentada en el mapa; se encuentra que el 92% de la población total ubicada en el 67% del total de localidades en el estado de México presenta niveles de riesgo bajos

Si se desagrega la información por ámbitos urbano y rural observamos que el 97% de la población urbana residente en el 79% de las localidades urbanas, se encuentra en niveles de riesgo bajos contra sólo el 63% del total de la población rural en el 65% de las localidades rurales en las mismas condiciones.

Esta tendencia a disminuir el porcentaje de población en riesgo bajo al pasar del ámbito urbano altamente concentrado, al rural disperso. No se mantiene al desagregar en dos tamaños de localidades (mayores y menores de 500 hab) el ámbito rural pues los porcentajes son muy similares entre los dos grupos 63% de la población en localidades rurales de más de 500 hab se encuentra en riesgo bajo, mientras que para las localidades de menos de 500 hab en igual circunstancia, el porcentaje llega al 64%

A continuación se presenta la gráfica de las tendencias que los 5 niveles del riesgo presentan para las variables población y localidades.

GRÁFICA No. 5
Tendencias observadas para el Riesgo Específico Granizadas



CONFORMACIÓN DEL RIESGO HIDROMETEOROLÓGICO GRANIZADAS: RESULTADOS ESTADÍSTICOS:

ABREVIATURAS EMPLEADAS:

GRADO95: Vulnerabilidad Socioeconómica

AGRA: Grado de amenaza granizadas

RGRA: Grado de riesgo granizadas

ESTADÍSTICAS DE GRUPO

GRADO DE RIESGO GRANIZADAS	DESCRIPCIÓN	VARIABLE	MEDIA	DESVIACIÓN STANDARD	CASOS (# DE LOCALIDADES)
1.00	Muy Bajo	GRADO95	1.7689	.9081	1043
		AGRA	1.5360	.7301	1043
2.00	Bajo	GRADO95	4.0624	1.1051	1764
		AGRA	1.2681	.5337	1764
3.00	Medio	GRADO95	3.4836	.9120	974
		AGRA	2.3285	.5158	974
4.00	Alto	GRADO95	4.4221	.6003	398
		AGRA	2.8342	.5289	398
5.00	Muy Alto	GRADO95	4.6400	.4899	25
		AGRA	4.0800	.2769	25
Total		GRADO95	3.3968	1.3779	4204
		AGRA	1.7452	.8186	4204

CORRELACIÓN: Coeficiente de Pearson

	RGRA	AGRA	GRADO95
RGRA	1.000	.568	.497
AGRA	.568	1.000	-.290
GRADO95	.497	-.290	1.000

Se observa en los resultados un mayor grado de correlación entre las variables amenaza y riesgo, que entre el riesgo y la marginación.

Los valores promedio por grupo nos muestran pesos similares de ambas variables en la conformación del riesgo para el primero y último estrato, es decir para el menor (muy bajo) y mayor (muy alto) nivel de riesgo.

En los otros estratos, bajo, medio y alto, el peso lo otorga la variable marginación. El estrato de riesgo bajo esta conformado por localidades que presentan un grado de marginación alto y están expuestas a niveles de amenaza muy bajos.

AMENAZA HIDROMETEOROLÓGICA: HELADAS

CONCEPTO:

Las heladas son un fenómeno meteorológico característico de las regiones donde oscilaciones de T° son grandes, especialmente en las zonas áridas y semiáridas o lugares de gran altitud. Se define una helada como la disminución de la T° ambiente, al grado de igualar los 0° C ó incluso registrar T° inferiores. Su presencia es más frecuente durante la época invernal e inicios de la primavera, cuando por la oblicuidad de incidencia de las radiaciones solares el aporte de energía es menor y las temperaturas en consecuencia son más bajas.

El contenido de humedad atmosférica es determinante en la ocurrencia y tipo de helada, ya que de alguna manera actúa como una pantalla conservadora del calor, evitando se den grandes fluctuaciones diurnas de T° y puesto que hay un continuo intercambio de energía calorífica entre el suelo y la atmósfera, las grandes masas de cubierta vegetal, por su aporte de humedad durante su proceso metabólico (evapotranspiración) tienen relevancia en el proceso de regulación térmica.

La disminución de la humedad atmosférica puede ocurrir ya sea por convección o por irradiación⁵.

ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE PELIGRO

El único dato disponible para medir el grado de peligro de las heladas, al igual que para las granizadas, es la frecuencia de ocurrencia del fenómeno, expresada como el promedio anual de número de días con heladas.

Se parte de un mapa con los datos desagregados en 10 rangos; con un valor mínimo de 0 días y uno máximo de 200 días. Se procede como primer paso a la reagrupación de los mismos en 5 rangos. Al igual que para el caso anterior, y por las mismas razones, no se llevo a cabo una distribución de los datos en rangos regulares.

⁵ Tomado del Atlas Estatal de Riesgos del Estado de México, elaborado por Protección Civil del Estado de México, con sede en Toluca.

De los 10 rangos de los que se parte; se dejó el de los valores mínimos igual, agrupando en pares el resto de los rangos; a excepción del último que comprendía los valores máximos, donde el nuevo rango agrupó 3 de los anteriores. Esto con el objeto de perder la menor heterogeneidad espacial, que fuese posible.

A continuación se presenta el cuadro de rangos y ponderaciones asignadas a la amenaza de heladas:

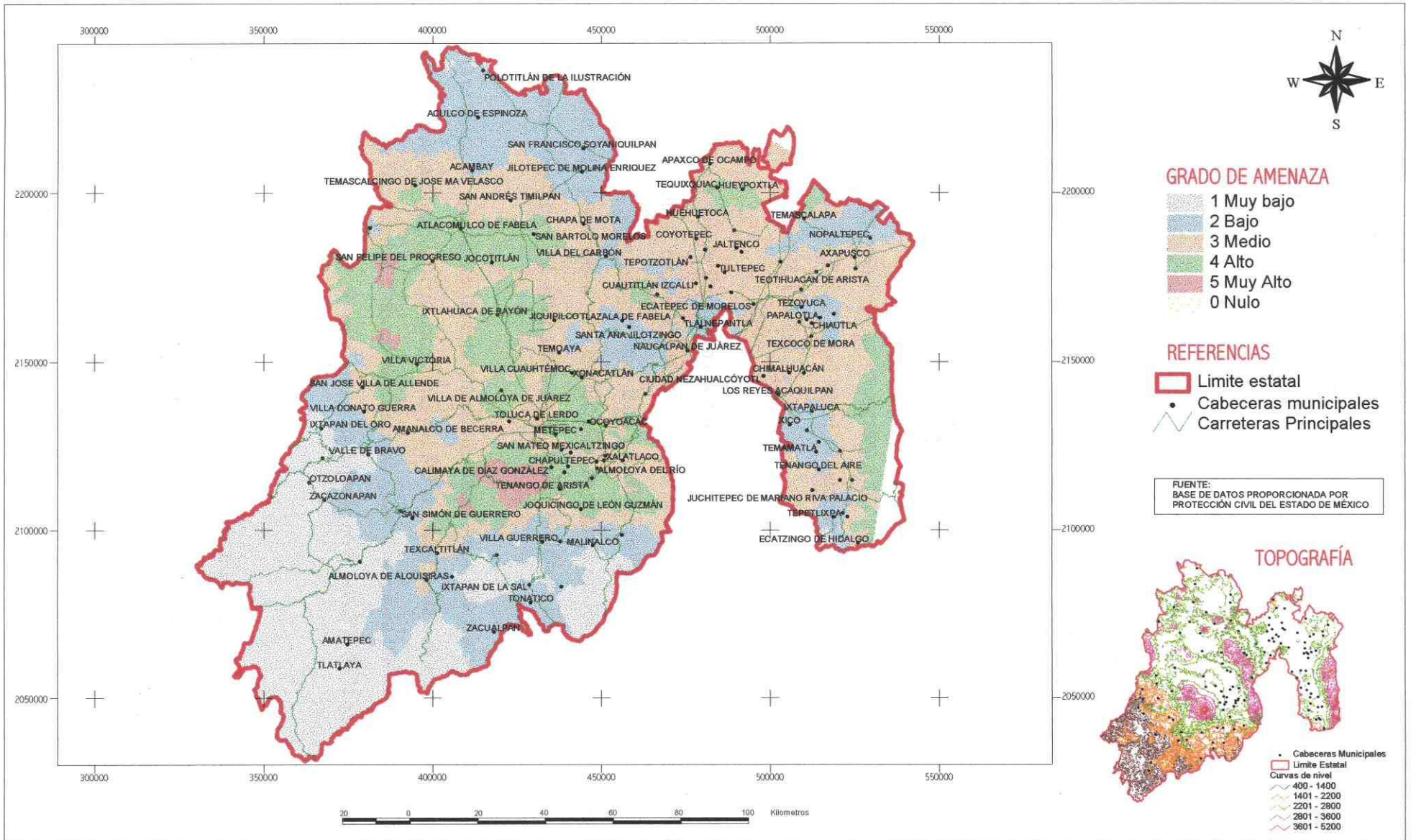
Característica: Frecuencia de ocurrencia de fenómeno

Descripción: Promedio anual de días con heladas

DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN	GRADO DE PELIGRO	FRECUENCIAS (Número de Localidades)
<20	1	MUY BAJO	901
20 – 60	2	BAJO	1078
60 – 100	3	MEDIO	1504
100 – 140	4	ALTO	688
140 – 200	5	MUY ALTO	33

MAPA No. 4

AMENAZA HIDROMETEOROLÓGICA HELADAS



DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MAPA AMENAZA HIDROMETEOROLÓGICA HELADAS

Se observa al igual que para el caso anterior, un condicionamiento de las características del relieve topográfico, sobre la incidencia e intensidad del fenómeno.

No obstante aún cuando se mantiene muy similar la distribución y extensión espacial, del mayor nivel de amenaza; en este caso se observa una distribución espacial más extendida de los niveles de amenaza alto y medio, ocupando el sector centro y noreste del estado en detrimento de las zonas de menor peligro, que se observaban para la amenaza anterior cuya extensión se ve reducida significativamente, limitándose al sector suroeste del estado.

No se observan cabeceras municipales expuestas a un nivel de amenaza muy alto; sin embargo 16 cabeceras se localizan en el nivel de amenaza alto, registrando frecuencias anuales entre 100 y 140 días con heladas.

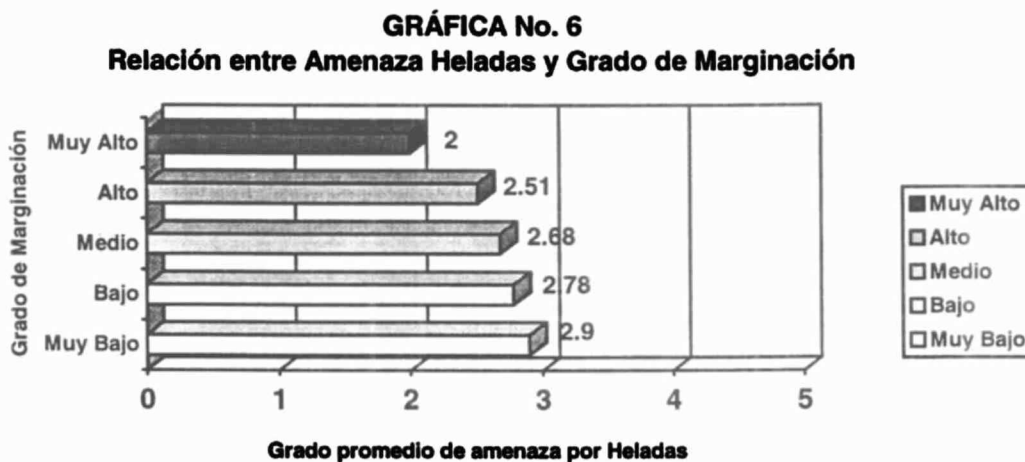
Las estadísticas resultantes de la información mostrada en el mapa nos indican que cerca del 28% de la población se encuentra expuesta a los niveles más bajos de peligro por el fenómeno de heladas: 2 % en peligro muy bajo y 26% en peligro bajo; siendo 21% y 26% respectivamente los porcentajes de localidades expuestas a los niveles más bajos totalizando entre ambas un 47% acumulado del total de localidades del estado.

En el otro extremo de intensidad de esta amenaza, observamos que a los niveles más altos de peligro, se encuentra expuesto un poco más del 8% del total de la población residente en el 17% del total de localidades. Concentrándose este grupo casi en su totalidad en el grado alto, siendo la exposición al grado más alto poco significativa (0.23% de la población del 0.78% del total de localidades).

Si se observan los resultados a partir de la distribución espacial territorial del grupo poblacional expuesto: concentrado (ámbito urbano) o disperso (ámbito rural) se encuentran diferencias en cuanto a porcentajes de poblaciones y localidades expuestos en los dos extremos de intensidad de la amenaza.

El mayor contraste entre el ámbito urbano y rural ocurre en el nivel de amenaza más alto; donde se tiene expuesto solo al 6% de población urbana total en el 23 % de las localidades urbanas contra el 23% de la población rural total en el 16% del total de localidades rurales en las mismas condiciones.

Se infiere también, de las diferencias en porcentajes de población y localidades de un mismo ámbito, que se trata de localidades urbanas pequeñas (muchas localidades totalizan poca población) y rurales de medianas a grandes (el % de población es solo ligeramente superior al de localidades). Al desagregar los datos del ámbito rural en 2 grupos: localidades de menos de 500 habitantes y localidades de más de 500 habitantes; se ve como efectivamente es mayor el % de exposición del grupo de localidades más grandes que tiene al 25% de su población expuesta contra el 18% de la población expuesta a este grado residente en localidades de menos de 500 habitantes.



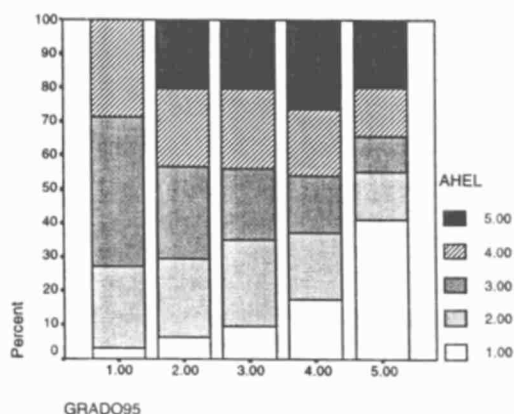
Al analizar la relación entre las características socioeconómicas del tipo de grupo poblacional expuesto, reflejadas en el grado de marginación, y la intensidad de la amenaza heladas, puede observarse al igual que para el caso anterior (granizadas) una correlación inversa entre la amenaza y el grado de marginación o factor interno de fragilidad de las localidades expuestas: a medida que una aumenta, la otra disminuye.

Contrario a lo que se esperaría si existiera una correlación total y directa que los más marginados ocuparían las zonas de mayor amenaza; se esta encontrando que para las

amenazas vinculadas a T° extremas: heladas y granizadas, cuya intensidad esta condicionada a la altitud s.n.m. a que se encuentren las localidades, independiente de lo accidentado o plano del relieve, aquí lo que importa es la elevación de las curvas de nivel de la zona; los grupos de menor marginación se ubican en el Estado de México, primordialmente en áreas cuya elevación sobrepasa los 2400 mts. s.n.m. donde la intensidad y frecuencia de fenómenos directamente relacionados con la T° es mayor. No obstante las intensidades o grados de peligro altos en estos grupos no representan ni siquiera el mismo impacto que las intensidades bajas de este fenómeno en grupos de escasa capacidad de respuesta para estas situaciones, dadas sus condiciones de marginación.

De ahí la necesidad de no confundir grado de exposición a una amenaza, con grado de riesgo ante la misma. Es indispensable considerar el factor interno de fragilidad de la población expuesta, la vulnerabilidad, como factor de selectividad de la intensidad de los impactos asociados a la amenaza a la que está potencialmente expuesto.

En la gráfica No. 7 se muestra la relación entre los distintos grados de marginación y los distintos grados de peligro que la amenaza Heladas presenta en el ámbito localidad. En el



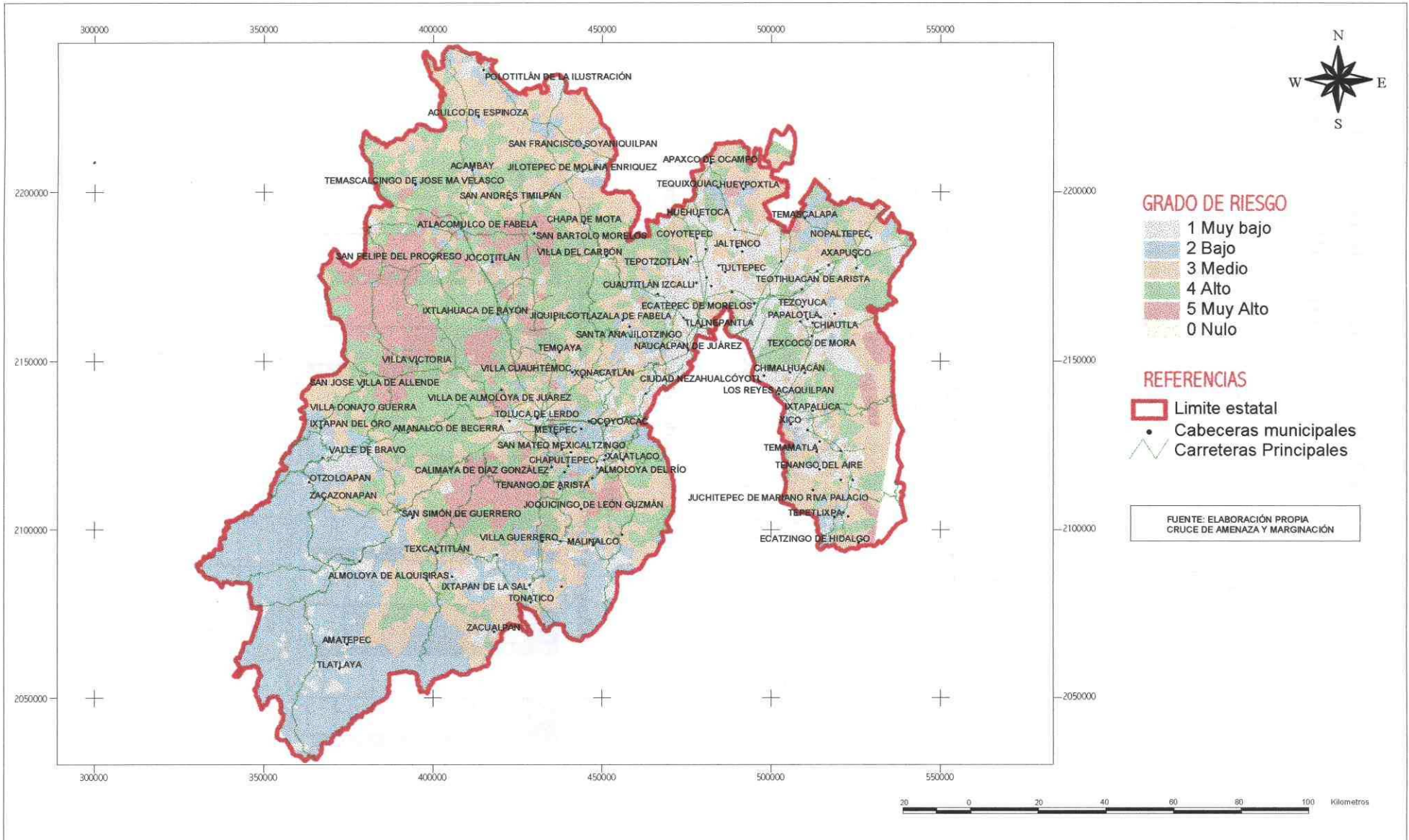
GRÁFICA No. 7
TENDENCIAS DE LA AMENAZA
HELADAS PARA CADA GRADO
DE MARGINACIÓN.

eje de las X se grafica el grado de marginación y en el de las Y el grado de amenaza.

El grado de amenaza máximo no presenta incidencia en el grupo de los menos marginados, manteniendose casi constante su incidencia en términos porcentuales cuando aparece en los grupos con niveles de marginación del 2 al 5. El porcentaje de localidades en el grado de amenaza mínimo se incrementa conforme aumenta el grado de marginación. Denotando la presencia de una correlación negativa pero no determinante.

MAPA No. 5

RIESGO HIDROMETEOROLÓGICO HELADAS



DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MAPA

RIESGO ESPECÍFICO: HELADAS

Observamos nuevamente como en el caso anterior que en general a excepción de las zonas urbanas y cabeceras municipales, el riesgo esta por encima de los valores de la amenaza.

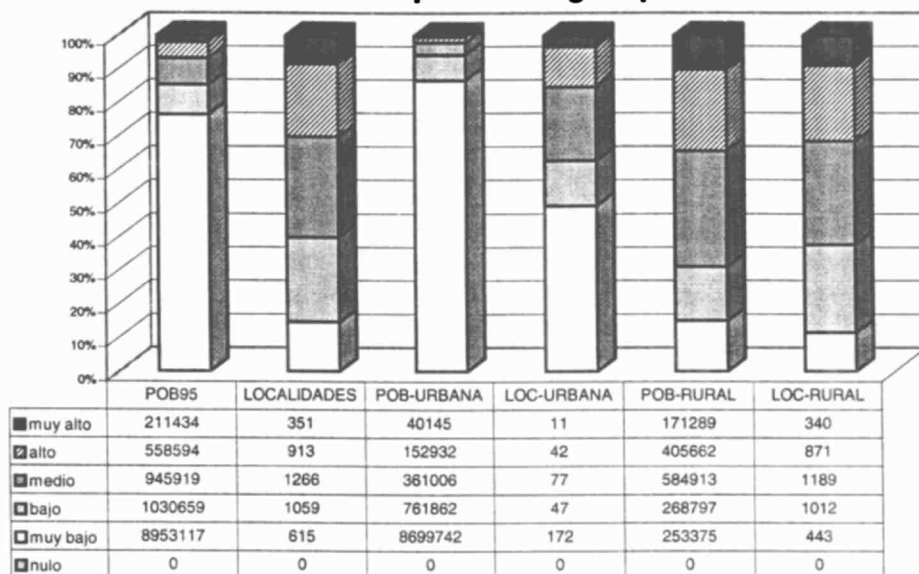
En las zonas urbanas y cabeceras municipales, la tendencia es a disminuir su riesgo, con respecto a su nivel de amenaza.

Los niveles de riesgo más bajos están en la zona conurbada, principalmente en el sector central de la misma. Los niveles más altos se localizan en la región centro-oeste y sur centro del estado, ubicados sobre áreas de amenaza alta y muy alta.

Las estadísticas muestran a solo un 7% de la población en los niveles de riesgo más altos; no obstante este pequeño porcentaje poblacional representa el 30% del total de localidades, esto es casi la tercera parte de las mismas. Al desagregar los datos por ámbito urbano y rural se encuentran significativas diferencias: Solo un 2% de la población urbana en el 15% de las localidades urbanas presenta los niveles más altos de riesgo; contra un 34% del total de la población rural residente en el 32% de las localidades rurales del estado en los niveles de riesgo más altos.

En la gráfica No. 8 se muestran las tendencias observadas para los otros grados de riesgo

GRÁFICA No. 8
Tendencias observadas para el Riesgo específico Heladas



CONFORMACIÓN DEL RIESGO HIDROMETEOROLÓGICO HELADAS: RESULTADOS ESTADÍSTICOS:

ABREVIATURAS EMPLEADAS:

GRADO95: Vulnerabilidad Socioeconómica

AHEL: Grado de amenaza heladas

RHEL: Grado de riesgo heladas

ESTADÍSTICAS DE GRUPO

GRADO DE RIESGO HELADAS	DESCRIPCIÓN	VARIABLE	MEDIA	DESVIACIÓN STANDARD	CASOS (# DE LOCALIDADES)
1.00	Muy Bajo	AHEL	2.3463	.8124	615
		GRADO95	1.3317	.7063	615
2.00	Bajo	AHEL	1.4712	.9140	1059
		GRADO95	3.9056	1.4104	1059
3.00	Medio	AHEL	2.5940	.6245	1266
		GRADO95	3.0869	.8558	1266
4.00	Alto	AHEL	3.0405	.6243	913
		GRADO95	4.2267	.7609	913
5.00	Muy Alto	AHEL	4.0598	.2492	351
		GRADO95	4.4387	.4969	351
Total		AHEL	2.4943	1.0263	4204
		GRADO95	3.3968	1.3779	4204

CORRELACIÓN: Coeficiente de Pearson

	RHEL	AHEL	GRADO95
RHEL	1.000	.569	.516
AHEL	.569	1.000	-.296
GRADO95	.516	-.296	1.000

Se observa en los resultados un grado de correlación similar entre las variables amenaza y riesgo y entre el riesgo y la marginación.

Los valores promedio por grupo nos muestran pesos similares de ambas variables únicamente en el estrato de mayor nivel de riesgo (muy alto). En el resto de los estratos se observa mayor peso de la variable marginación. Siendo la diferencia de pesos mayor en el estrato bajo donde se ubica al igual que para el fenómeno de las granizadas; una población en localidades con alto grado de marginación expuesta a niveles de amenaza bajos.

AMENAZA HIDROMETEOROLÓGICA INUNDACIONES

CONCEPTO

Las inundaciones son un evento natural y recurrente para un río o zona susceptible, que tiene su origen como resultado de la presencia de lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de descarga de los ríos, riachuelos y áreas costeras, haciendo que un determinado curso de agua rebase su cauce y descargue (inunde) en tierras adyacentes (Dirección General de Obras Hidráulicas y de Ingeniería Agrícola para el Desarrollo Rural, 1992)⁶.

Las inundaciones son consecuencia de la confluencia de diversos factores:

Climáticos: Características de la precipitación: tipo, duración, extensión y frecuencia.

Geomorfológicos: Características superficiales del relieve, que determinaran los procesos de escurrimiento de las aguas, a través de la cuenca hidrográfica y su red de drenaje: tamaño, orientación y forma de la cuenca; longitudes, pendientes y secciones de los cauces y embalses en la cuenca.

Extrahidrológicos y obras artificiales: Deslizamientos de laderas, barreras artificiales en ríos; obras artificiales en la cuenca (cultivos, puentes, embalses y encauzamientos) que modifican las avenidas, pudiendo ser sus efectos positivos o negativos.

El origen principal de las inundaciones es la lluvia, pero antes de que estas ocurran se da un proceso que transforma a la lluvia en escurrimiento. Al iniciarse la lluvia, una parte de ella moja la vegetación, otra se infiltra en la tierra, dejando un escurrimiento prácticamente nulo, y el resto llena las depresiones del terreno. Una vez que la cantidad de agua supera las posibilidades de contención y absorción del terreno, se inicia el escurrimiento por los cauces de pequeños arroyos, aunque una parte continúa alimentando el proceso de infiltración.

Para modelar correctamente el proceso de transformación de la precipitación en escurrimiento, es necesario considerar que tanto las características de la precipitación como

⁶ Citado en el Atlas Estatal de Riesgos del Estado de México, elaborado por Protección Civil del Estado de México, con sede en Toluca.

las de la superficie del terreno, varían de un punto a otro de la cuenca. En consecuencia lo que realmente ocurre es el resultado de la superposición de muchos factores en el área de estudio.

ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE PELIGRO

Se parte de un mapa en el que se identifican grandes áreas susceptibles de inundación; catalogadas por el INEGI, como tales, en la carta hidrológica de aguas superficiales del Estado de México, por ser zonas bajas o depresiones, que resultan fácilmente invadidas por las aguas cuando estas alcanzan su nivel más alto; a una escala de resolución de 1:50,000; que permite hacer un análisis general a nivel regional.

Se enfrentó la necesidad de obtener o generar información, que permitiese determinar una diferenciación del grado de peligro al interior de las zonas inundables, ya identificadas.

Para ello se requería establecer aspectos del fenómeno que permitieran caracterizar la intensidad del mismo. Se dejaron de lado aquellos aspectos técnicos, cuya modelación requería conocimiento especializado de la disciplina hidrología, entre estos, las características físicas incidentes en el proceso de transformación de la precipitación en escurrimiento y luego en inundaciones.

Esto no causó preocupación, dado que el paso de identificación de zonas potencialmente inundables ya se tenía resuelto. Se tomó la decisión, entonces, de evaluar las características de intensidad del fenómeno en sí mismo y no ya de su potencial desencadenamiento. Esto implicó el uso de información relativa a la afectación ya evidenciada por el fenómeno; la decisión se justifica en el hecho que no es posible marcar una línea divisoria tajante, entre datos de potencial afectación y afectación; de hecho el dato de probabilidad de ocurrencia de un fenómeno generalmente es producto de la observación histórica de los eventos precedentes. Ambas técnicas inductiva y deductiva pueden combinarse; integrando los datos para modelar la amenaza de inundaciones.

Se tomaron como características físicas determinantes de la intensidad e incidencia de una inundación: la superficie afectada, el tirante o nivel alcanzado por el agua y la duración de

la inundación y recurrencia anual del problema. Aunque existen múltiples factores que determinan la cuantía de los daños ocasionados por una inundación, se toma como el factor más importante o fundamental en la mayoría de los casos, el nivel alcanzado por el agua (tirante), dado que otros factores que pueden disparar los daños producidos, tales como la velocidad del agua o la cantidad de sedimentos arrastrados, están altamente correlacionados con el tirante.

Como fuente de información, fue consultado el documento No. 5 “Sitios susceptibles de inundación Valle Cuautitlán-Texcoco, Valle de Toluca”⁷, que muestra los sitios afectados por inundación en la temporada de lluvias de 1998.

La intensidad de los fenómenos hidrometeorológicos que se presentaron durante 1998, generó una temporada de lluvias extraordinaria, en comparación con otros años. Superándose lo ocurrido en los últimos 20 años en el área metropolitana de la Ciudad de México. Al utilizar estos datos; se estaría construyendo un escenario de peligro, que reflejaría la situación más desfavorable y adversa de eventos, pues incluye datos no arrojados en otros años.

Para analizar el grado de amenaza en el ambiente SIG; los datos fueron representados, ubicados e incorporados a la cartografía, bajo una topología de puntos. Al contrastar esta información con las áreas que ya teníamos; se observó que todos los puntos de eventos de afectación, se localizaban dentro del área definida como susceptible de inundación.

Se establecieron matrices de ponderación de los datos, sobre la base de las tres variables mencionadas, con el objeto de clasificar los datos, en distintos niveles de amenaza. Posteriormente se procedió a la interpolación de los puntos, con el objeto de mapear, la variación del grado de amenaza reflejada por los mismos.

⁷ Publicado anualmente por la Dirección General de Protección Civil y la Dirección General del Programa Hidráulico, desde abril de 1995

Para la asignación de ponderaciones; se elaboró una matriz que consideraba en una primera evaluación; 3 rangos de tirante y dos de área. Los datos de grado de peligro así obtenidos, se reclasificaron posteriormente sobre la base del dato de duración, desagregado en 3 rangos.

A continuación se muestra el cuadro final de ponderaciones y las matrices empleadas para su elaboración:

Característica: Extensión, Tirante y Duración o Frecuencia de ocurrencia de fenómeno

Descripción: Superficie inundada en Km², Nivel alcanzado por el agua (altura), Número de eventos en el año o Días de duración del problema.

Matriz No.1 Clasificación de los datos en base al tirante y la superficie afectada

Tirante \ Área	Área	
	Menos de 1 Km	Más de 1 Km
0.05 – 0.30 m	1	2
0.35 – 0.70 m	3	4
0.75 – 2.50	5	5

Matriz No.2 Reclasificación de los datos en base a la duración o a la recurrencia

Duración o recurrencia \ 1ª. Ponderación	Duración o recurrencia		
	Menos de una semana	Más de una semana	Toda la temporada de lluvias
1	1	2	3
2	2	3	4
3	3	4	5
4	4	5	5
5	5	5	5

CUADRO PONDERATIVO FINAL

DESCRIPCIÓN			PONDERACIÓN	GRADO DE PELIGRO	FRECUENCIAS (# DE LOCALIDADES)
TIRANTE (M ²)	AREA (KM ²)	DURACIÓN			
HASTA 0.30	HASTA 1	- DE UNA SEMANA	1	MUY BAJO	288
HASTA 0.30	HASTA 1	+ DE UNA SEMANA	2	BAJO	34
HASTA 0.30	MÁS DE 1	- DE UNA SEMANA			
HASTA 0.30	HASTA 1	TODA LA T DE LLUVIA	3	MEDIO	244
HASTA 0.30	MÁS DE 1	+ DE UNA SEMANA			
DE 0.35 A 0.70	HASTA 1	- DE UNA SEMANA			
HASTA 0.30	MÁS DE 1	TODA LA T DE LLUVIA	4	ALTO	66
DE 0.35 A 0.70	HASTA 1	+ DE UNA SEMANA			
DE 0.35 A 0.70	MÁS DE 1	- DE UNA SEMANA			
DE 0.35 A 0.70	HASTA 1	TODA LA T DE LLUVIA	5	MUY ALTO	286
DE 0.35 A 0.70	MÁS DE 1	+ 1 SEM A TODA LA TLLUVIAS			
DE 0.75 A 2.50	CUALQUIERA	CUALQUIERA			
-	-	-	0	NULO	3286

En términos generales:

El grado de peligro *muy bajo*, presenta tirantes bajos, cubre extensiones pequeñas de terreno por una corta duración.

El grado de peligro *bajo*, presenta tirantes bajos, cubre extensiones pequeñas por períodos de duración medios o extensiones grandes con una corta duración.

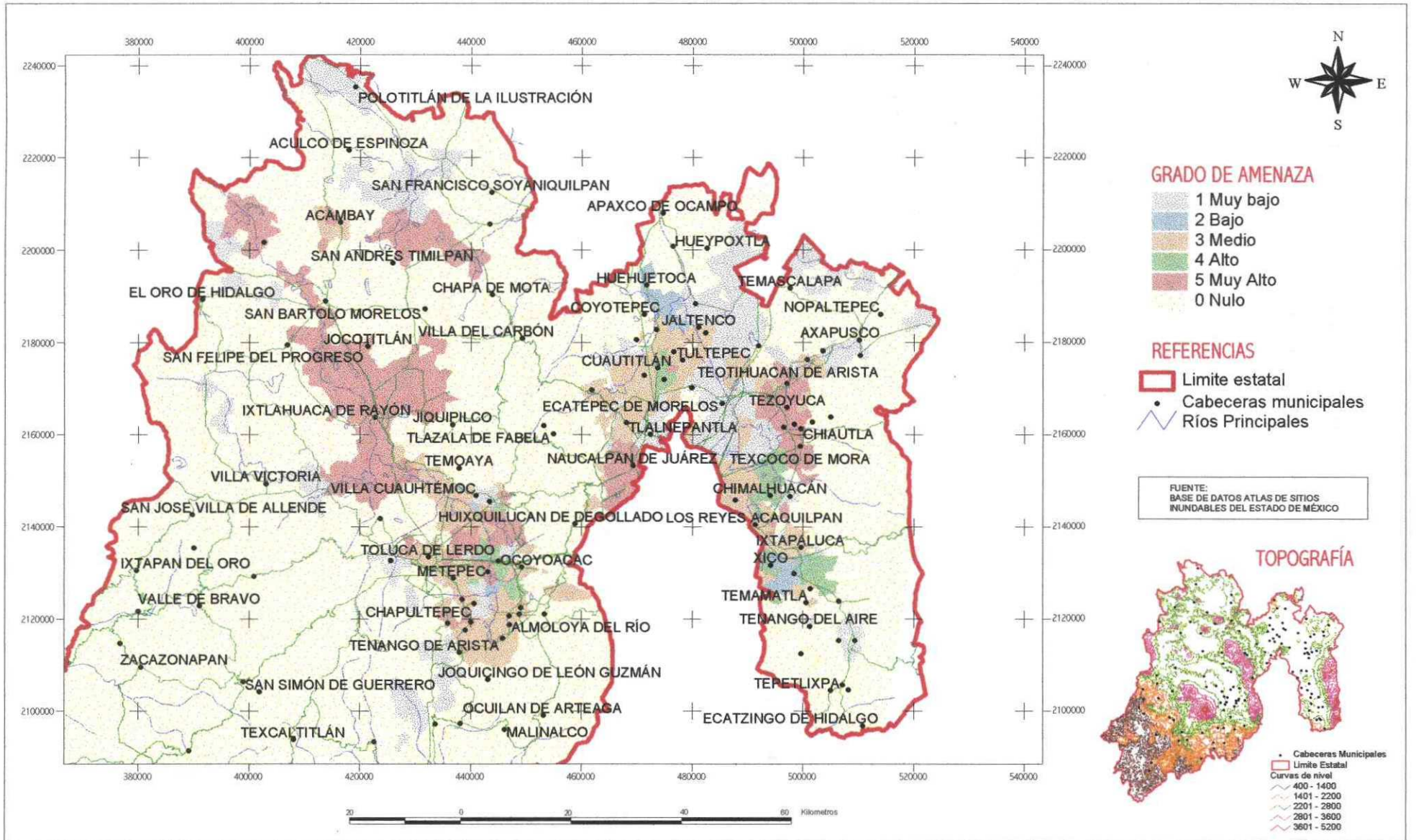
El grado de peligro *medio*, presenta 3 variantes: tirantes bajos, cubriendo extensiones pequeñas por períodos de duración largos; tirantes bajos, cubriendo extensiones grandes con una duración media o tirantes medios, cubriendo extensiones pequeñas con una corta duración.

El grado de peligro *alto*, presenta también 3 variantes: tirantes bajos, cubriendo extensiones pequeñas por períodos de duración largos; tirantes medios, cubriendo extensiones pequeñas con una duración media o tirantes medios, cubriendo extensiones pequeñas con una duración media.

El grado de peligro *Muy Alto*, contempla los casos de tirantes medios, cubriendo extensiones pequeñas por un período de duración largo o cubriendo extensiones grandes, y todos los tirantes altos independientemente de los valores referentes al área de exposición y a la duración del fenómeno.

MAPA No. 6

AMENAZA HIDROMETEOROLÓGICA INUNDACIONES



DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MAPA

AMENAZA HIDROMETEOROLÓGICA INUNDACIONES:

Puede observarse que el fenómeno se circunscribe a la zona de los valles, claramente definida por las curvas topográficas de nivel más espaciadas que denotan depresiones y pendientes bajas.

El mayor grado de peligro se presenta principalmente en el sector noroeste, pero también se observa aunque en menor medida en los sectores centro y noreste del estado; en los valles de Toluca y Cuatitlán-Texcoco.

No se observan cambios graduales en los niveles de peligro, los que se distribuyen espacialmente, de manera aleatoria.

El menor nivel de peligro se observa en la región centro del Valle Cuatitlán-Texcoco.

La región suroeste del estado, se encuentra libre del problema de las inundaciones, coincidiendo también en esta área los menores niveles de peligro de las amenazas anteriores.

Resulta llamativo observar que Chalco, una zona históricamente identificada por la afectación de este fenómeno, resulta en el mapa expuesta a un grado de peligro bajo. Al revisar los datos que se utilizaron para generar el mapa, se observa que la duración de los eventos es siempre mayor a una semana; no obstante el nivel promedio alcanzado por el agua es menor a los 30 cms y las superficies afectadas son menores a 1 Km, oscilando entre 0.016 y 0.078 Km². Aparte se investigó que la identificación de esta zona como inundable proviene de un evento máximo debido a la ruptura de un canal de aguas; evento no recurrente y no debido a condiciones físicas latentes en la zona.

Al revisar las estadísticas arrojadas por la información presentada en el mapa se observa que el 20 % de la población ubicada en cerca del 80% de las localidades no esta expuesta a esta amenaza. Y que alrededor de un 28% de la población ubicada en un 8% del total de localidades, esta expuesto solo a niveles bajos de peligro.

En el otro extremo de peligro; se encuentra expuesto al nivel más alto, el 13% de la población en cerca del 9% del total de localidades.

Al comparar los ámbitos de incidencia urbano y rural; se observa que el ámbito rural esta casi exento de la amenaza, puesto que tiene alrededor del 80% de su población con un grado de exposición nulo y un 8% expuesto a los niveles bajos de peligro, contra un 10% expuesto a los niveles más altos.

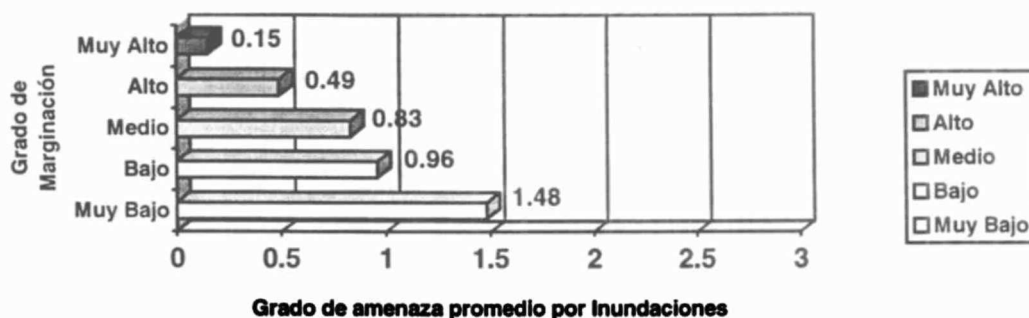
En el ámbito urbano no ocurre la misma historia pues tiene apenas un 11% de su población libre de la amenaza y un 31% en los niveles de peligro bajos, contra un 44% en el nivel medio y alrededor de un 14% expuesto a los niveles de amenaza más altos.

Estas diferencias se observan espacialmente en la localización predominante de las áreas urbanas en zonas de valles que por las características de su relieve topográfico: curvas de nivel muy espaciadas denotando pendientes mínimas (depresiones topográficas) son altamente susceptibles a inundaciones, aparte del hecho de que las áreas urbanizadas impermeabilizan grandes extensiones de terreno interfiriendo negativamente en el proceso natural de infiltración del agua hacia el subsuelo. Existen también zonas que antes fueron lagos y cuyo alto nivel freático ocasiona que los niveles de filtración y captación de agua hacia el subsuelo sean relativamente bajos, transformándose las precipitaciones extensas y extraordinarias en escurrimiento y este en inundaciones.

Al desagregar el ámbito rural en dos tamaños de localidades: de más de 500 y de menos de 500 habitantes se mantiene la misma tendencia aunque de manera más sutil; las localidades más pequeñas tienen al 83% de su población libre de la amenaza, alrededor del 6% en los niveles de peligro bajos y a un 7% en los niveles más altos; mientras que las de mayor tamaño tienen al 76% de su población sin peligro, al 8% en los niveles bajos y al 11% en niveles de peligro más altos, inclusive de este 11% más del 10% se ubica en el nivel de amenaza máximo.

El que la tendencia se mantenga, podría explicarse por el hecho de que las localidades rurales más grandes son justamente las más cercanas en ubicación a las áreas urbanas, y tengan en consecuencia un mayor grado de urbanización con las consecuencias señaladas.

GRÁFICA No. 9
Relación entre Amenaza Inundaciones y Grado de Marginación



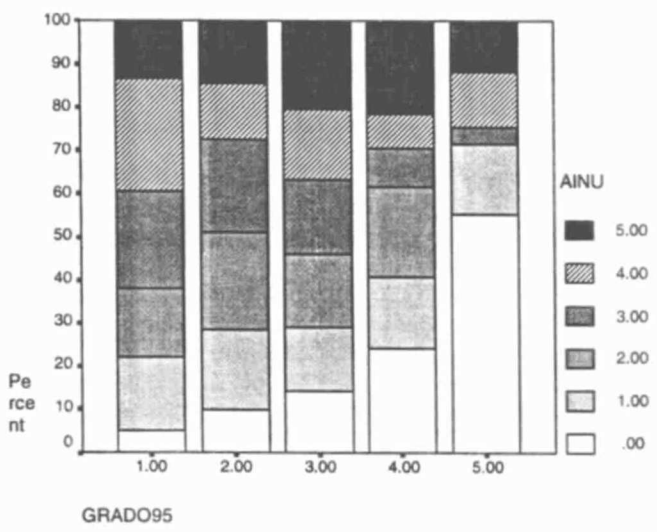
Dado que el ámbito urbano presenta los menores grados de marginación, se observa para esta amenaza al igual que para los casos anteriores (heladas y granizadas) una correlación inversa entre amenaza y grado de marginación.

También la correlación inversa entre tamaño y grado de marginación de las localidades se hace evidente aquí pero en sentido directo, como se observó en las estadísticas a menor tamaño menor grado de peligro a inundaciones, pero mayor marginación por la ubicación en extremo dispersa de estas localidades, que dificulta la introducción de los servicios básicos.

El coeficiente de Pearson nos muestra la presencia de una correlación negativa de -0.298 entre la amenaza inundaciones y el grado de marginación Significativa para un nivel de confiabilidad del 99%, pero que desaparece al disminuir el rango de aceptación al 95% de confiabilidad. Como en los casos anteriores, la evidencia de correlación no es significativa.

En la gráfica que a continuación se presenta; se muestra la relación entre los distintos grados de marginación y los distintos grados de peligro que la amenaza Inundaciones presenta en el ámbito localidad.

En el eje de las X se grafica el grado de marginación y en el de las Y el grado de amenaza.

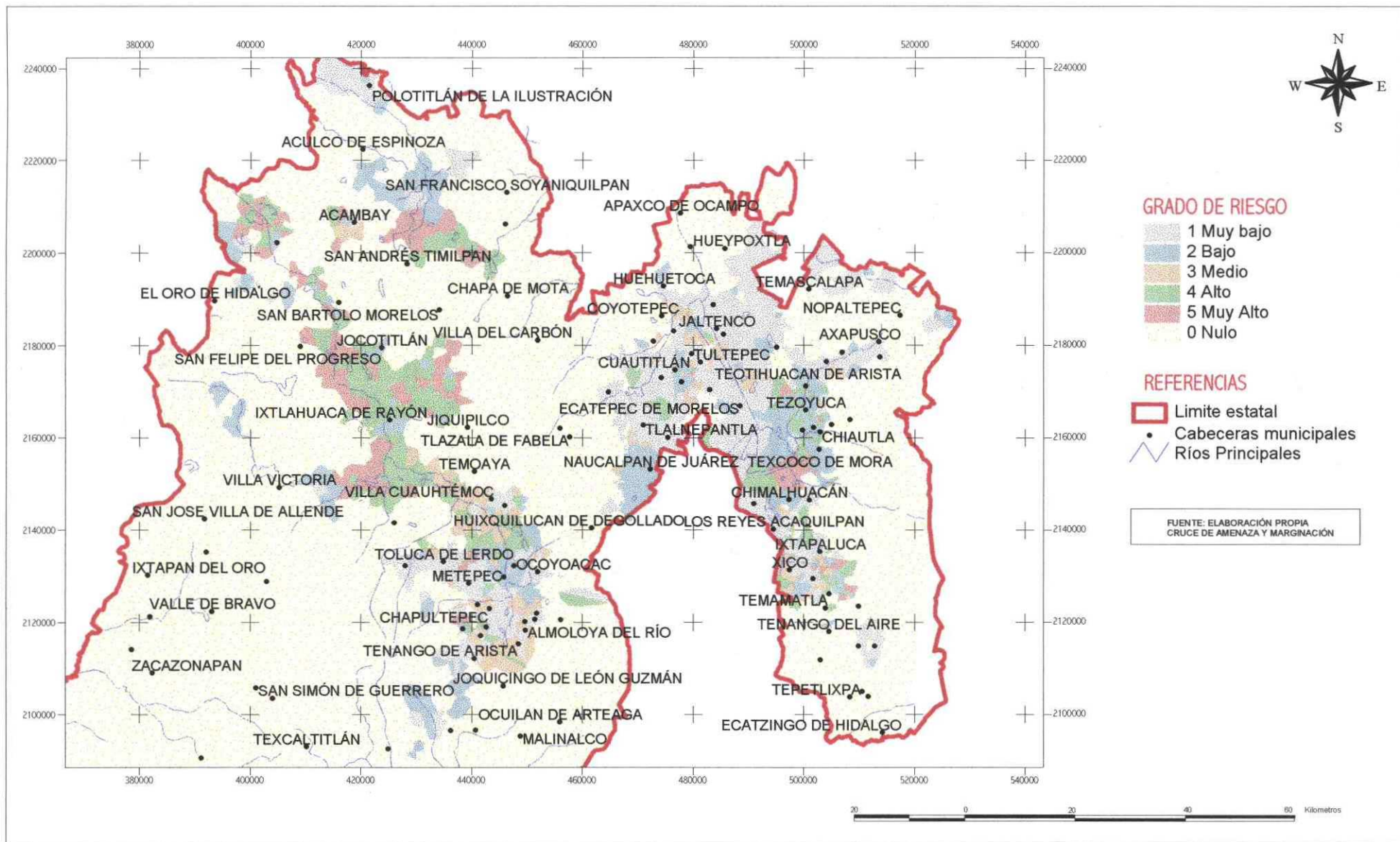


GRÁFICA No. 10
TENDENCIAS DE LA AMENAZA
INUNDACIONES PARA CADA GRADO
DE MARGINACIÓN

Podemos observar una tendencia inversa entre ambas variables: a medida que el grado de marginación aumenta, disminuyen en términos porcentuales las localidades expuestas a niveles de amenaza altos y medios incrementándose aquellos expuestos a niveles de amenaza bajos.

MAPA No. 7

RIESGO HIDROMETEOROLÓGICO INUNDACIONES



DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MAPA RIESGO ESPECÍFICO: INUNDACIONES

En este mapa la tendencia general es a disminuir el nivel de riesgo, con respecto al nivel de amenaza. Esto se estaría explicando porque las áreas expuestas a la amenaza son en gran parte áreas urbanas o con grados de marginación bajos.

La región con los menores niveles de riesgo es nuevamente el sector central del área conurbada y algunas cabeceras de la región centro sur y noreste. Los valores máximos de riesgo, se ubican en parte de las zonas de amenaza máxima, que pierden el carácter homogéneo mostrando la heterogeneidad de condiciones de los grupos expuestos, que en su mayoría pertenecen a los niveles de menor marginación para este caso.

Históricamente las zonas de valles que son sitios propensos a inundación han estado habitados por las poblaciones urbanas, que presentan los menores niveles de marginación, concentrando altos volúmenes de población en un pequeño número de localidades.

Al observar las estadísticas de este riesgo se encuentra que pese a que el área de incidencia de la amenaza inundaciones es pequeña, la población residente en esa área está altamente concentrada. Se tiene así que únicamente el 18% del total de la población, residente no obstante, en el 75% del total de localidades está exento de este riesgo.

Al analizar por separado los ámbitos urbano y rural, se encuentra que solo el 9% de la población urbana, residente en el 48% del total de localidades urbanas, esta libre de este riesgo; en contraposición a un 74% de la población rural ubicada en el 77% del total de localidades, que esta libre de este riesgo.

Los grados más altos de riesgo afectan únicamente al 0.42% de la población residente en menos del 2% de las localidades del estado. No hay localidades urbanas que presenten el máximo valor de riesgo (5) y en el nivel alto (4) se encuentra apenas un 0.18% de la población urbana en un 1.43% de las localidades urbanas. La población en grado máximo

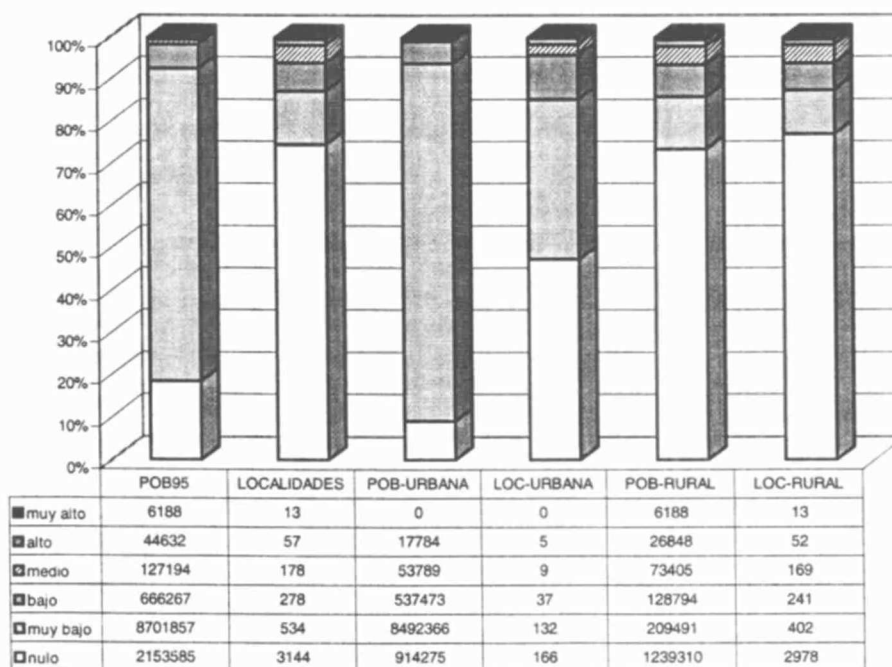
de riesgo es sólo un 0.37% toda perteneciente al ámbito rural. El porcentaje conjunto de población rural en los niveles de riesgo más alto es del 2% ubicado en un porcentaje similar pero un poco menor de localidades urbanas (1.69%).

La población en los niveles de riesgo bajo constituye cerca del 80% del total de la población y cerca del 20% de las localidades del estado. En esta condición se encuentra el 90% de la población urbana y el 50% de sus localidades; así como también el 20% de la población rural en el 17% de las localidades rurales.

Sacando los porcentajes conjuntos de riesgo nulo, bajo y muy bajo tenemos al 98% del total de la población total; al 99% de la población urbana y al 94% de la población rural.

Las tendencias de los distintos grados de riesgo pueden observarse en la gráfica que a continuación se muestra.

GRÁFICA No. 11
Tendencias observadas para el Riesgo específico: Inundaciones



CONFORMACIÓN DEL RIESGO HIDROMETEOROLÓGICO INUNDACIONES: RESULTADOS ESTADÍSTICOS

ABREVIATURAS EMPLEADAS:

GRADO95: Vulnerabilidad Socioeconómica

AINU: Grado de amenaza inundaciones

RINU: Grado de riesgo inundaciones

ESTADÍSTICAS DE GRUPO

GRADO DE RIESGO INUNDACIONES	DESCRIPCIÓN	VARIABLE	MEDIA	DESVIACIÓN STANDARD	CASOS (# DE LOCALIDADES)
0.00	Nulo	GRADO95	3.6592	1.2859	3286
		AINU	.0000	.0000	3286
1.00	Muy Bajo	GRADO95	1.5584	.7919	317
		AINU	1.6625	.9259	317
2.00	Bajo	GRADO95	2.4607	1.6630	191
		AINU	3.0157	1.8453	191
3.00	Medio	GRADO95	2.5899	.5997	139
		AINU	2.9496	.4226	139
4.00	Alto	GRADO95	2.9529	.7363	170
		AINU	4.5588	.7765	170
5.00	Muy Alto	GRADO95	4.2574	.4394	101
		AINU	4.8911	.3131	101
Total		GRADO95	3.3968	1.3779	4204
		AINU	.6618	1.4621	4204

CORRELACIÓN: Coeficiente de Pearson

	RINU	GRADO95	AINU
RINU	1.000	-.161	.923
GRADO95	-.161	1.000	-.298
AINU	.923	-.298	1.000

Se observa en los resultados un grado de correlación mucho mayor entre las variables amenaza y riesgo que entre el riesgo y la marginación, que presentan una correlación inversa. Estos resultados pueden deberse al gran porcentaje de localidades exentas.

Los valores promedio por grupo nos muestran pesos similares de ambas variables en la conformación del riesgo para los estratos inicial, medio y final; es decir para los niveles de riesgo: menor (muy bajo), central (medio) y mayor (muy alto).

En los otros estratos, bajo y alto, el peso lo otorga la variable marginación. El estrato de riesgo alto esta conformado por localidades que presentan un grado de marginación medio y están expuestas a niveles de amenaza muy altos.

AMENAZA GEOMORFOLÓGICA

VULCANISMO

CONCEPTO:

La actividad volcánica consiste esencialmente en la salida a la superficie de los materiales fundidos del interior del planeta a través de fisuras o de conductos (Leet Don L. Y Sheldon Judson, 1984. Fundamentos de Geología Física)

Las características de las erupciones volcánicas, así como su grado de peligrosidad, están fuertemente influenciadas por la viscosidad del magma, es decir, por su capacidad para fluir; y por la presión a que están sujetos los gases que contiene. Normalmente la lava de alta viscosidad produce erupciones de carácter explosivo en extremo peligrosas.

Espíndola, JM (1992), clasifica los peligros volcánicos en las siguientes categorías: emisiones de lava, flujos de piroclastos, oleadas de piroclastos, inundaciones y lahares y gases volcánicos.⁸

ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE PELIGRO:

La amenaza volcánica a que está expuesto el territorio del Estado de México, se circunscribe al Popocatepetl; único volcán activo con incidencia en la entidad.

Se parte de un mapa de zonificación del peligro elaborado por CENAPRED, en el cual se toma como elemento diferenciador del peligro: el alcance de los distintos de materiales volcánicos arrojados por el Popocatepetl. El mapa identifica 3 grandes áreas con distinto grado de depósito y acumulación de material volcánico, el área con más probabilidad de ser afectada por la caída de cenizas y las zonas propensas a flujos piroclásticos con tres niveles de intensidad.

Las intensidades identificadas por los especialistas se señalan a continuación⁹.

Área 1 Podría ser afectada por la caída de cantidades importantes de arena volcánica y pómez cuyas acumulaciones alcanzarían varios cms., en el caso de erupciones pequeñas, y

⁸ Citado en el Atlas Estatal de Riesgos del Estado de México. Protección Civil del Estado de México.

⁹ Fuente: Atlas Estatal de Riesgos del Estado de México. Protección Civil del Estado de México.

hasta varios metros con bloques de hasta 30 cm en erupciones muy grandes. (17 Km de radio).

Área 2: Podría ser afectada por la caída moderada de arena volcánica y pómez cuyo espesor puede variar desde 1mm o menos (ligera cobertura de polvo fino) en erupciones pequeñas, hasta un metro en erupciones muy grandes. (41.2 Km de radio).

Área 3: Sería menos afectada por la caída de arena volcánica y pómez, no habría caída durante erupciones pequeñas, aunque pueden acumularse decenas de centímetros durante erupciones muy grandes. (90 Km de radio).

Los flujos están clasificados en leve, moderado y alto. La región con la mayor probabilidad de caída de ceniza, donde se acumularía más arena volcánica y pómez esta delimitada también en el mapa.

Para hacer comparables los grados de peligro de esta amenaza con el resto y con el grado de marginación; se llevó a cabo una reagrupación de los datos, de acuerdo a los elementos mencionados.

A continuación se presenta el cuadro de rangos y ponderaciones asignadas a la amenaza volcánica:

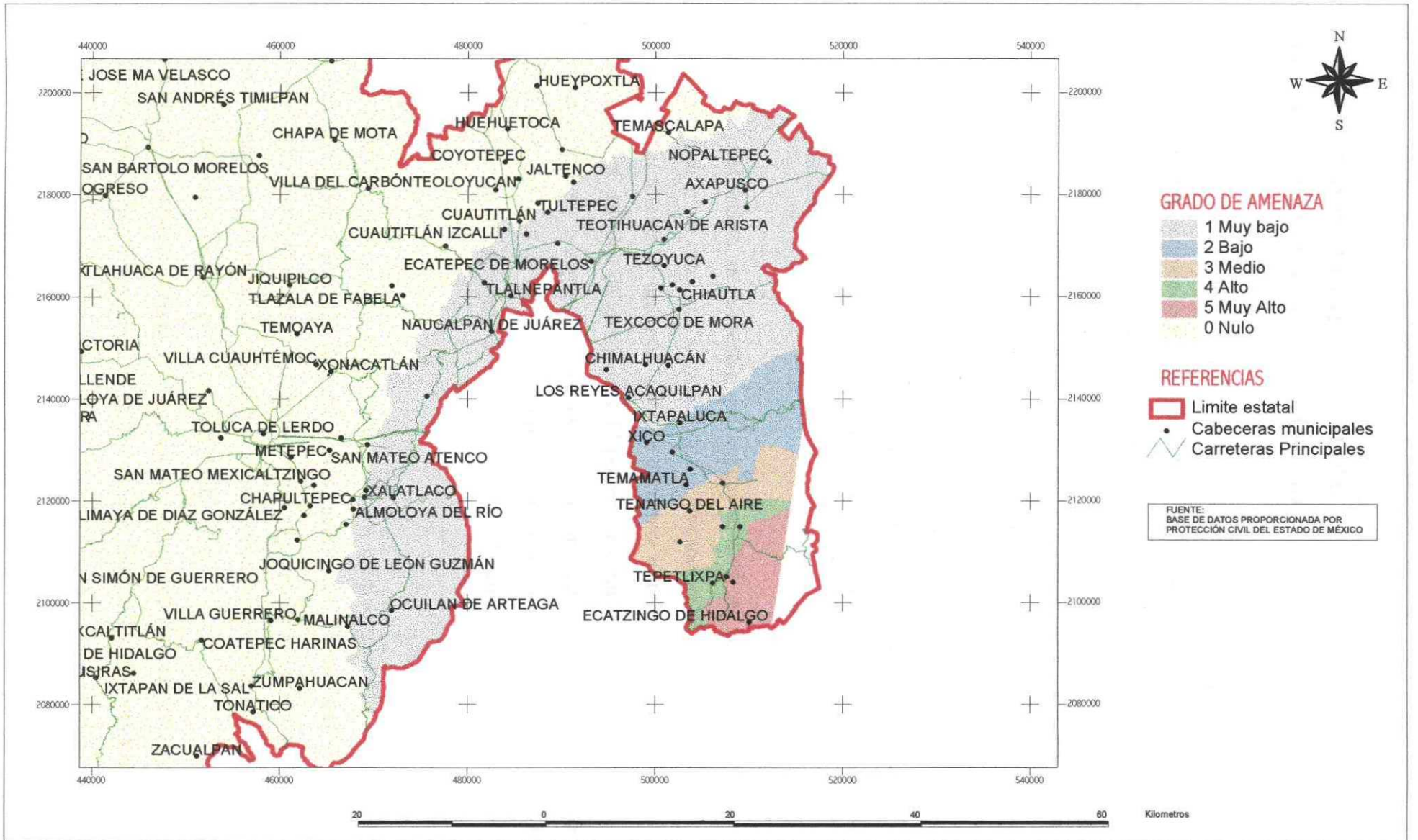
Característica: Alcance del material volcánico arrojado.

Descripción: Zonas de acuerdo al volumen, tipo y peligrosidad del material volcánico que probablemente se depositaría en una erupción.

DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN	GRADO DE PELIGRO	FRECUENCIA (# de Localidades)
ÁREA 3	1	MUY BAJO	615
A2 SIN CENIZA, A2 CON CENIZA Y SIN FLUJO	2	BAJO	90
A2 CON CENIZA Y FLUJO LEVE	3	MEDIO	61
A2 CON CENIZA Y FLUJO MODERADO, A1 SIN FLUJO O CON FLUJO LEVE	4	ALTO	36
A1 CON FLUJO MODERADO O ALTO, A2 CON FLUJO ALTO	5	MUY ALTO	35
--	0	NULO	3367

MAPA No. 8

AMENAZA GEOMORFOLÓGICA VULCANISMO



DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MAPA AMENAZA GEOMORFOLÓGICA VULCANISMO

El fenómeno tiene un área de incidencia relativamente pequeña, en comparación con el resto de amenazas; circunscribiéndose a una porción del sector noreste del municipio. Dado que su presencia depende de una fuente de peligro fija: El Volcán Popocatepetl.

El grado de peligro menor afecta buena parte de los municipios conurbados. Se da una transición gradual y consecutiva de los distintos grados de peligro, disminuyendo el nivel de amenaza a medida que nos alejamos del volcán

Tres cabeceras municipales se encuentran expuestas al mayor nivel de amenaza, dos a un nivel alto y 4 a uno medio. Por ser una zona de relieve topográfico accidentado y elevaciones considerables; está también expuesta a dos de las amenazas ya consideradas: las heladas y las granizadas.

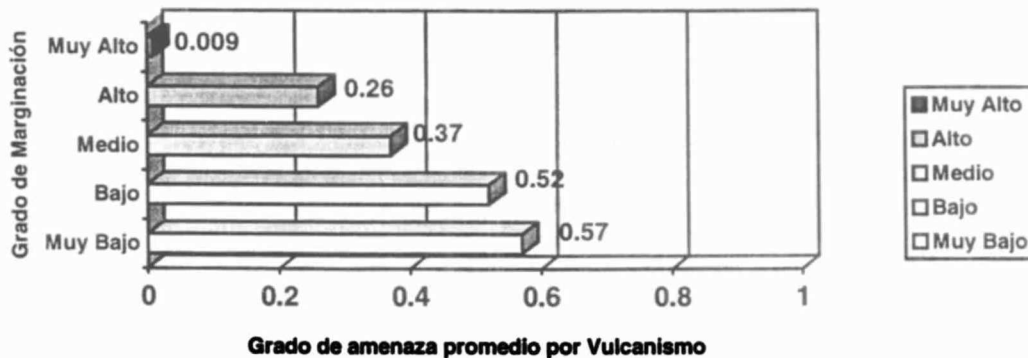
Al observar las estadísticas se encuentra que aunque el 80% de las localidades no se encuentran expuestas a esa amenaza, estas albergan a únicamente el 30% de la población total del estado. En niveles de amenaza bajos se encuentra el 68% de la población total residente en un 17 % del total de localidades. El porcentaje conjunto de la población total ya sea exenta de peligro o expuesta a niveles bajos de amenaza es del 98% y este se localiza en el 97% del total de localidades. El porcentaje conjunto de población expuesta a los niveles más altos de amenaza apenas alcanza el 1% y se localiza en poco menos del 2% de las localidades.

Al comparar ámbitos urbano y rural se encuentran diferencias en cuanto al porcentaje de población con exposición a un grado de peligro nulo; puesto que mientras en el ámbito urbano se tiene solo a un 21% libre; en el ámbito rural en contraste el porcentaje llega al 84%. En el otro extremo del grado de amenaza se encuentra un 0.84% de población urbana contra un 1.69% de población rural en las mismas condiciones.

La mayor parte de la población urbana (71%) se encuentra, no obstante, expuesta tan sólo a un nivel de amenaza bajo. Al desagregar el ámbito rural en localidades mayores y menores

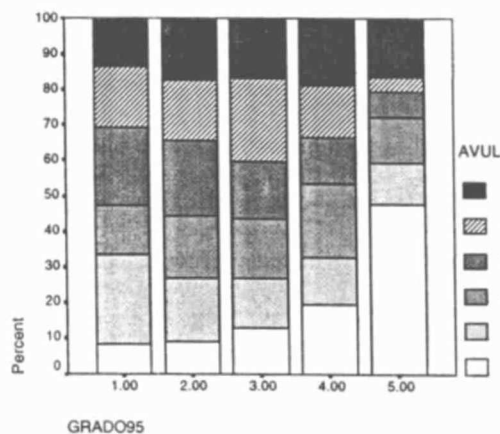
de 500 habitantes; se encuentra que la población en las localidades más pequeñas se encuentra expuesta a los grados de amenaza más altos en un porcentaje ligeramente inferior a las mayores en iguales condiciones.

GRAFICA No. 12
Relación entre Amenaza Vulcanismo y Grado de Marginación



El grado de correlación encontrado entre grado de marginación y grado de amenaza vulcanismo es también inverso (-0.221) pero igualmente poco significativo. La correlación es válida para un nivel de confiabilidad del 99% no obstante desaparece al reducir el rango de aceptación de los datos al 95%.

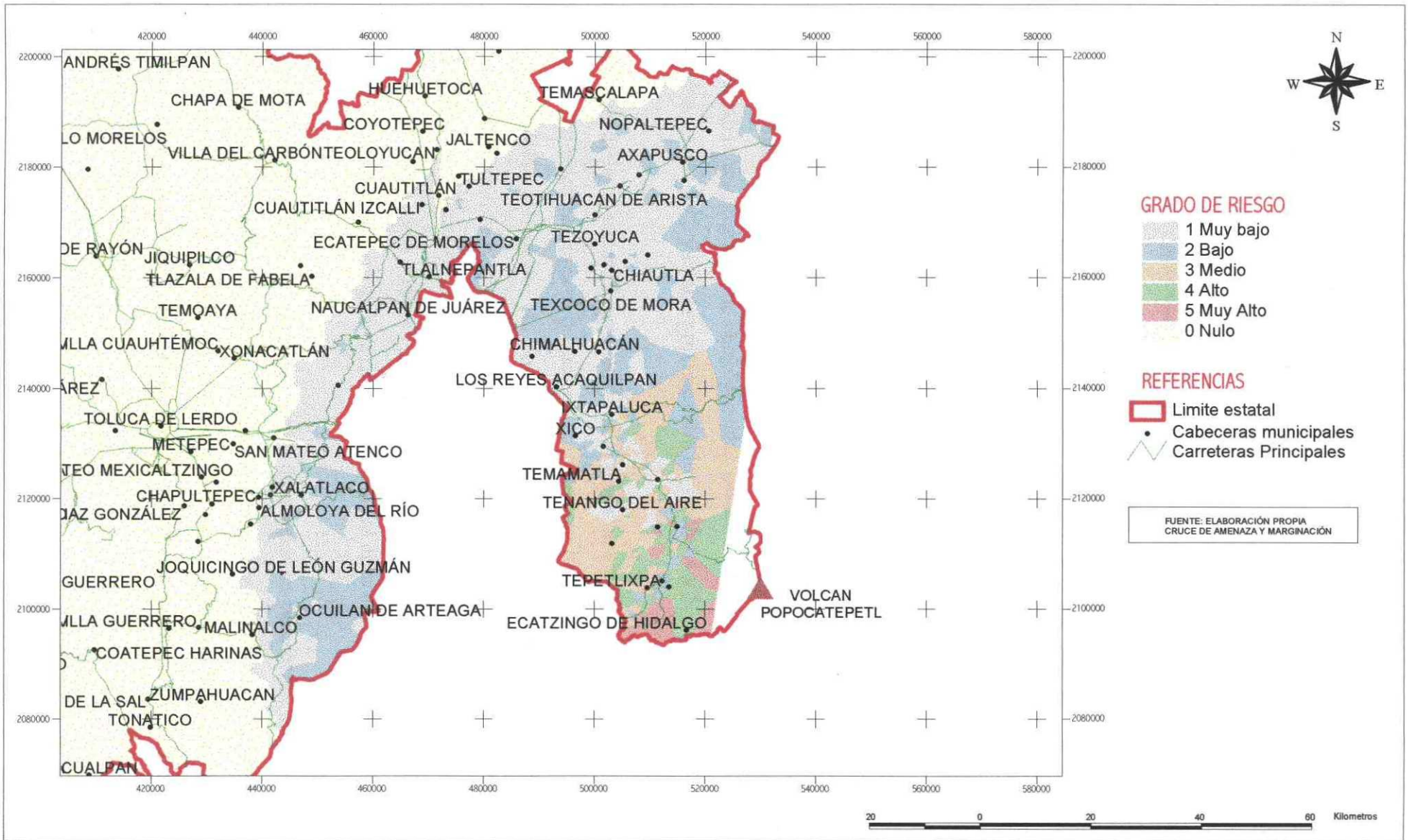
La tendencia inversa se observa en los valores promedio de la amenaza para cada grupo de marginación; no obstante todos los valores promedios son mínimos no alcanzando ni siquiera el nivel más bajo de amenaza. Estos valores promedios mínimos se deben al elevado porcentaje del total de localidades que se encuentra libre de esta amenaza.



GRÁFICA No. 13
TENDENCIAS DE LA AMENAZA VULCANISMO PARA CADA GRADO DE MARGINACIÓN

En esta gráfica se muestra la relación entre los distintos grados de marginación y los distintos grados de peligro que la amenaza Vulcanismo presenta en el ámbito localidad. En el eje de las X se grafica el grado de marginación, y en el eje de las Y los niveles de peligro de la amenaza.

MAPA No. 9 RIESGO GEOMORFOLÓGICO VULCANISMO



DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MAPA

RIESGO ESPECÍFICO: VULCANISMO

Este riesgo se circunscribe al sector este del estado y en este mapa puede verse como se disuelve totalmente la homogeneidad mostrada en las áreas de incidencia de cada grado de amenaza. En general el nivel de riesgo supera en un grado al de la amenaza, exceptuando las cabeceras que mantienen el mismo nivel o lo disminuyen.

La zona de menor nivel de riesgo es la más alejada que corresponde a cabeceras municipales, en el siguiente nivel de riesgo se ubican predominantemente, las zonas más alejadas que no presentan cabeceras.

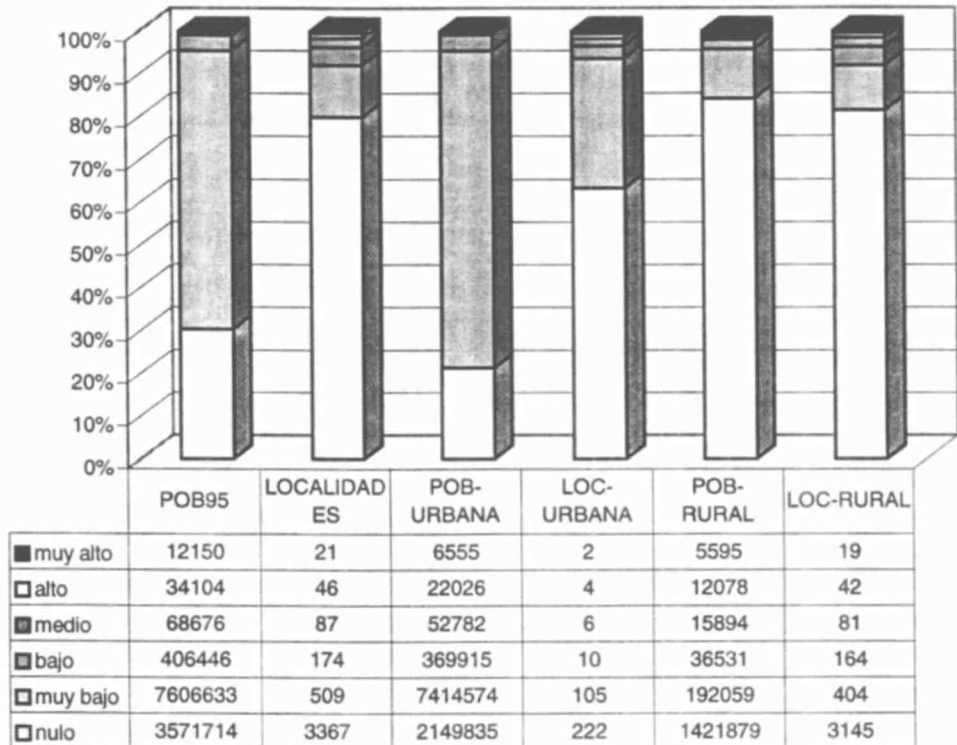
La zona en riesgo máximo tiene una presencia mínima en el mapa, concentrándose en el sector más próximo al Volcán Popocatepetl. Se mantiene la tendencia de la amenaza de a mayor alejamiento menor nivel de riesgo, solo que para el caso del riesgo, se observan zonas de variación con 2 grados de heterogeneidad hacia su interior. La zona más alejada varía entre los niveles 1 y 2 y la más próxima entre los niveles 4 y 5.

Las estadísticas de la información presentada en el mapa; nos muestran que aún cuando el 80% de las localidades están libres de este riesgo; estas son habitadas por solo el 30% del total de la población del estado. No obstante un considerable porcentaje del total de la población, el 65% esta en el nivel más bajo y habita en un 16% agregado del total de localidades. Esto es indicativo de la incidencia de la amenaza en la zona conurbada. Al tener esta una ubicación más o menos próxima al volcán cae dentro del área de incidencia de la amenaza volcánica pero en un área donde la intensidad de la amenaza es menor.

En los ámbitos urbano y rural se observan grandes diferencias en porcentajes de población exenta de este riesgo teniendo al 21% de la población urbana, contra el 84% de la población rural. En el otro extremo del riesgo aún cuando ambos porcentajes son bajos; se observa una tendencia contraria pues la población urbana en los niveles de riesgo más bajos es el 0.29% y la población rural el 1%.

A continuación se muestra una gráfica donde se pueden observar las tendencias mencionadas y las del resto de grados de riesgo y la tabla de datos en valores absolutos.

GRÁFICA No. 14
Tendencias observadas para el Riesgo Específico Vulcanismo



CONFORMACIÓN DEL RIESGO GEOMORFOLÓGICO VULCANISMO: RESULTADOS ESTADÍSTICOS

ABREVIATURAS EMPLEADAS:

GRADO95: Vulnerabilidad Socioeconómica

AVUL: Grado de amenaza vulcanismo

RVUL: Grado de riesgo vulcanismo

ESTADÍSTICAS DE GRUPO

GRADO DE RIESGO VULCANISMO	DESCRIPCIÓN	VARIABLE	MEDIA	DESVIACIÓN STANDARD	CASOS (# DE LOCALIDADES)
0.00	Nulo	GRADO95	3.6032	1.3176	3367
		AVUL	.0000	.0000	3367
1.00	Muy Bajo	GRADO95	1.9057	.9593	509
		AVUL	1.0982	.3946	509
2.00	Bajo	GRADO95	3.7989	1.1777	174
		AVUL	1.3966	.9666	174
3.00	Medio	GRADO95	3.1379	.8514	87
		AVUL	2.5172	.6445	87
4.00	Alto	GRADO95	3.3696	.9276	46
		AVUL	3.8913	.9939	46
5.00	Muy Alto	GRADO95	4.2381	.4364	21
		AVUL	4.6190	.4976	21
Total		GRADO95	3.3968	1.3779	4204
		AVUL	.3085	.7827	4204

CORRELACIÓN: Coeficiente de Pearson

	RVUL	GRADO95	AVUL
RVUL	1.000	-.128	.923
GRADO95	-.128	1.000	-.221
AVUL	.923	-.221	1.000

Se observa en los resultados un grado de correlación mucho mayor entre las variables amenaza y riesgo que entre el riesgo y la marginación, que presentan una correlación inversa. Estos resultados se deben a la focalización de la amenaza en una pequeña área.

Los valores promedio por grupo nos muestran pesos similares de ambas variables en la conformación del riesgo únicamente para los estratos representando los mayores niveles de riesgo (alto y muy alto). En los otros estratos, el peso lo otorga la variable marginación, encontrándose la mayor diferencia de pesos entre variables en el estrato de riesgo bajo, conformado por localidades que presentan un grado de marginación alto pero que están expuestas a niveles de amenaza muy bajos.

AMENAZA GEOMORFOLÓGICA

DESLIZAMIENTOS DE TIERRA

CONCEPTO:

Los movimientos a corto y mediano plazo de la roca y el suelo a lo largo de ladera, así como el colapso vertical de los mismos, se conocen comúnmente, como deslizamientos de tierra o deslizamientos del terreno, en esta categoría están incluidos los deslizamientos de roca, deslizamientos de escombros, flujos de lodo, flujos de tierra, desprendimientos de roca y suelo y hundimientos.

La gravedad de la tierra proporciona la energía necesaria para el desplazamiento pendiente abajo de los materiales superficiales, cuando es capaz de vencer la resistencia interna del material que le impide moverse. Los factores que intervienen en la pérdida de cohesión intrínseca, fracturamiento y estabilidad de los materiales se clasifican en internos y externos (Espíndola, 1980)¹⁰

Los factores internos son:

El interperismo y características intrínsecas del material, tales como su textura, estructura, composición y emplazamiento.

Los factores externos son:

Acentuaciones de la pendiente por la erosión; Vibraciones del terreno a causa de erupciones o temblores, Aumento del peso que soporta el terreno por acumulación de nieve, agua o productos volcánicos; y cambios en el contenido de agua, al presentarse lluvias torrenciales, especialmente en materiales poco consolidados.

El impacto de los deslizamientos depende de su naturaleza específica y de sus orígenes. Por ejemplo, los deslizamientos de laderas de colinas o pendientes de montañas obviamente constituyen una amenaza para los seres humanos y sus bienes, pero en general provocan daños en un área geográfica limitada.

¹⁰ Tomado del Atlas Estatal de Riesgos del Estado de México, elaborado por Protección Civil del Estado.

En contraste, los derrumbes de origen volcánico, avalanchas, flujos y dispersiones laterales abarcan áreas más extensas y pueden ocasionar grandes pérdidas humanas y materiales. La mayoría de los deslizamientos son causados o intensificados por fenómenos de origen geológico o hidrometeorológico.

ZONIFICACIÓN DEL GRADO DE PELIGRO AMENAZA DESLIZAMIENTOS DE TIERRA

Se parte de un mapa donde se identifican puntualmente eventos ocurridos que ya tienen asociado el grado de peligro que los mismos representan, en una escala de variación del grado de peligro que oscila entre 1 el más leve hasta 5 el máximo; igual a la variación que ya se tiene para los grados de marginación y el resto de amenazas.

Los puntos se interpolaron y se asignó a cada localidad el grado de amenaza promedio a que estaba expuesta la misma.

A continuación se presenta el cuadro de ponderaciones asignadas a la amenaza deslizamientos de tierra:

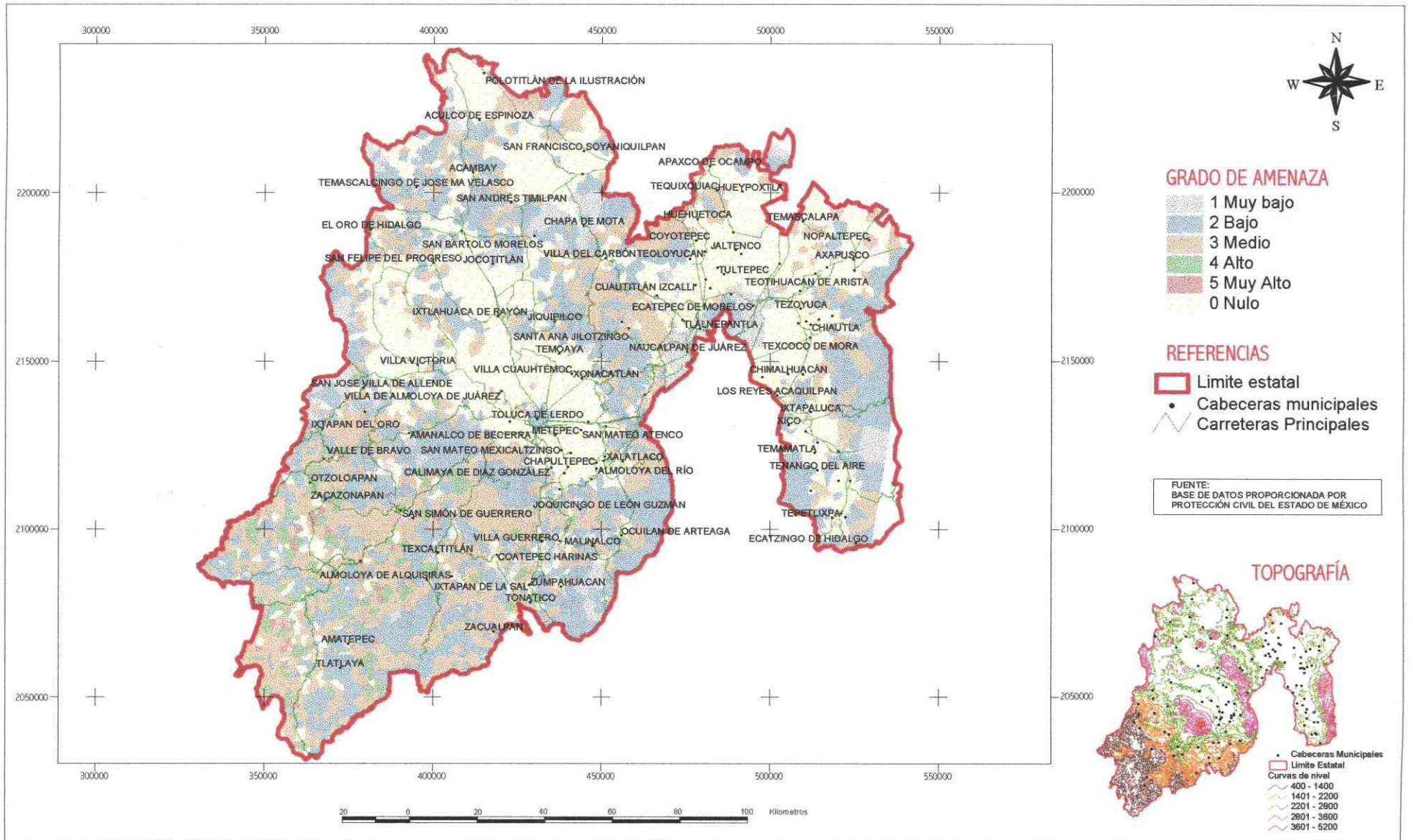
Característica: Factores incidentes en la estabilidad y cohesión del terreno

Descripción: Grado de susceptibilidad del terreno a perder su estabilidad por las características de los factores incidentes del entorno, reflejada en la magnitud del evento registrada.

DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN	GRADO DE PELIGRO	FRECUENCIAS (# de Localidades)
EVENTO DE MAGNITUD MUY BAJA	1	MUY BAJO	131
EVENTO DE MAGNITUD BAJA	2	BAJO	973
EVENTO DE MAGNITUD MEDIA	3	MEDIO	917
EVENTO DE MAGNITUD ALTA	4	ALTO	174
EVENTO DE MAGNITUD MUY ALTA	5	MUY ALTO	31
--	0	NULO	1978

MAPA No. 10

AMENAZA GEOMORFOLÓGICA DESLIZAMIENTOS DE TIERRA



DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MAPA AMENAZA ESPECÍFICA: DESLIZAMIENTOS DE TIERRA

Las zonas de incidencia nula de esta amenaza, se localizan predominante en el área central del estado así como también el sector al norte de la porción central del área conurbada, que presenta un grado de incidencia muy bajo.

El grado de peligro muy alto tiene poca incidencia en el Estado y los pocos casos que se encuentran se localizan en el sector suroeste del Estado donde se localizan los sectores más marginados.

Las características del relieve accidentado con fuertes pendientes hacen que en esta zona los valores de la amenaza por deslizamiento oscilen principalmente entre los valores medios, altos y muy altos, predominando los primeros.

El área urbana de Toluca presenta un nivel de amenaza bajo, pero sobresale en un área donde la amenaza es nula. El área conurbada presenta valores de nulos a medios, predominando el valor bajo.

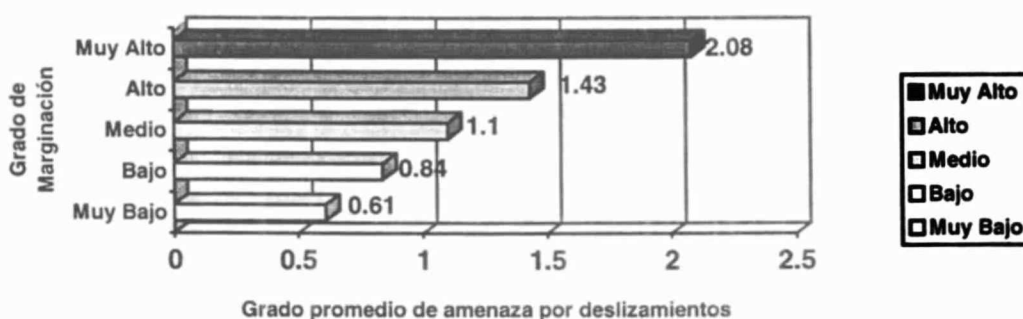
Al remitirnos a las estadísticas podemos observar como el 62% de la población habitando en el 47% de las localidades esta libre de esta amenaza. Este grupo esta constituido por el 64% de la población urbana y el 51% de la rural total.

En el extremo contrario los expuestos a la amenaza máxima constituyen solo el 0.18% de la población urbana, y un poco más del 3% de la población rural. Siendo apenas un 0.62% de la población total del Estado.

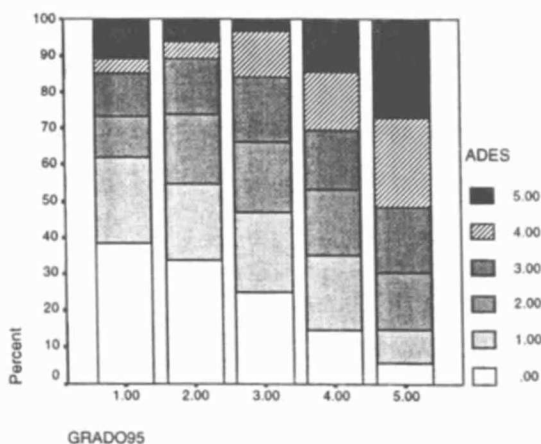
Usando el coeficiente de Pearson para determinar el grado de correlación entre esta amenaza y el nivel de marginación de las localidades expuestas encontramos un valor de correlación positivo de 0.363 significativo para un rango de confiabilidad del 99%, pero que se pierde al reducir el rango de aceptación al 95% de los datos. La evidencia

encontrada; al igual que para los casos anteriores podría indicar una escasa o pobre correlación, cuya existencia no se puede negar porque aparece para un nivel de confiabilidad muy amplio, pero que no se puede considerar relevante puesto que desaparece al reducir este nivel de confiabilidad. En cualquier caso el valor encontrado para esta correlación es superior a los encontrados en las otras amenazas y es también el primer valor de correlación directa positivo. A medida que aumenta el grado de amenaza, aumenta también el grado de marginación de la población expuesta.

GRÁFICA No. 15
Relación entre Amenaza Deslizamientos y Grado de Marginación



La correlación directa entre las variables mostrada en la gráfica denota una variación en el valor estadístico promedio de la amenaza, mayor que en los casos anteriores. Aquí el valor promedio de la amenaza para las localidades en el grado de marginación más alto, es más de tres veces superior al valor promedio de la amenaza en las localidades menos marginadas.

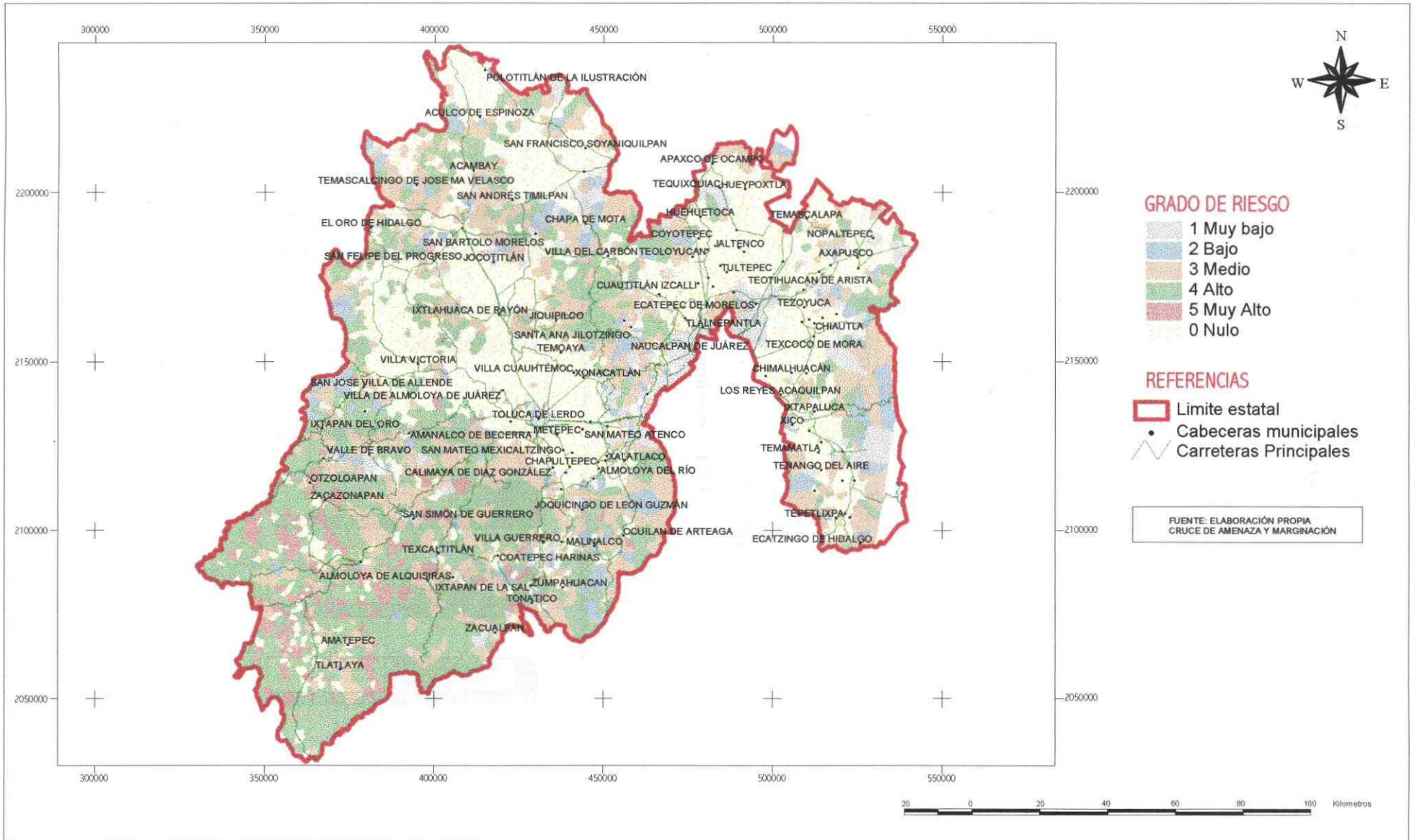


GRÁFICA No. 16
TENDENCIAS DE LA AMENAZA
DESIZAMIENTOS DE TIERRA PARA CADA
GRADO DE MARGINACIÓN

En la gráfica se muestra la tendencia que toman los distintos grados de la amenaza dependiendo del tipo de localidad expuesta, diferenciándose estas últimas por el grado de marginación socioeconómica en que se ubican.

MAPA No. 11

RIESGO GEOMORFOLÓGICO DESLIZAMIENTOS DE TIERRA



DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MAPA RIESGO ESPECÍFICO: DESLIZAMIENTOS DE TIERRA

Se observa como el valor del riesgo aumenta en uno o dos grados con respecto al valor de la amenaza. Los impactos asociados a un determinado valor de la amenaza se potencian al ubicarse en las zonas de mayor vulnerabilidad.

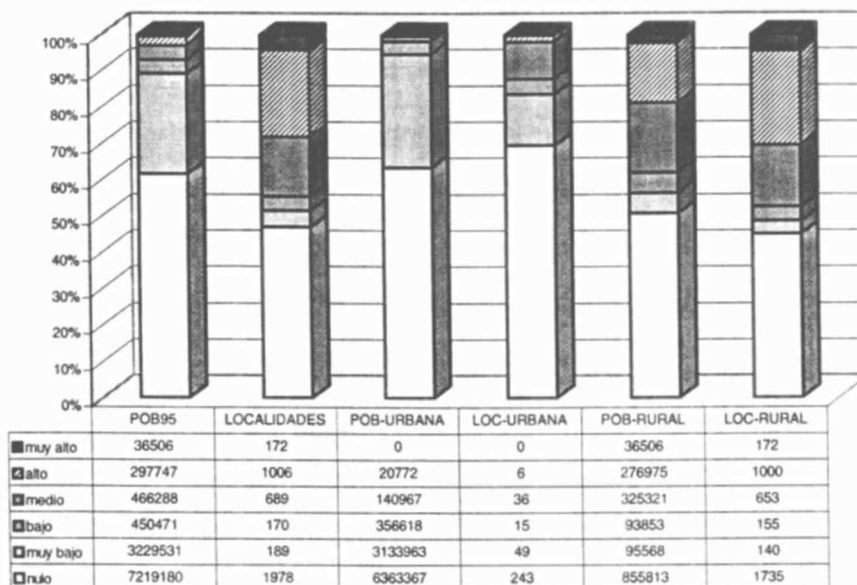
Los mayores niveles de riesgo: muy alto y alto; se ubican predominantemente en el sector suroeste donde se concentra gran parte de las localidades más marginadas del Estado.

Los niveles menores del riesgo se ubican en la región centro del área conurbada, presentándose también en forma aleatoria pero sin ser significativa en otros puntos al norte y al este del Estado.

Predomina espacialmente, sobre el resto de niveles el grado de riesgo alto, seguido por el riesgo medio. El valor de riesgo máximo tiene un área de incidencia mayor que la que presenta el valor de amenaza máximo.

A continuación se presenta una gráfica que muestra la tendencia de los grados de amenaza en todo el Estado y por separado en los ámbitos rural y urbano.

GRÁFICA No. 17
Tendencias observadas para el Riesgo Específico: Deslizamientos de tierra



**CONFORMACIÓN DEL RIESGO GEOMORFOLÓGICO DESLIZAMIENTOS DE TIERRA:
RESULTADOS ESTADÍSTICOS**

ABREVIATURAS EMPLEADAS:

GRADO95: Vulnerabilidad Socioeconómica

ADES: Grado de amenaza deslizamientos de tierra

RDES: Grado de riesgo deslizamientos de tierra

ESTADÍSTICAS DE GRUPO

GRADO DE RIESGO DESLIZAMIENTOS	DESCRIPCIÓN	VARIABLE	MEDIA	DESVIACIÓN STANDARD	CASOS (# DE LOCALIDADES)
0.00	Nulo	GRADO95	2.8766	1.3524	1978
		ADES	.0000	.0000	1978
1.00	Muy Bajo	GRADO95	1.3704	.7296	189
		ADES	2.0212	.8119	189
2.00	Bajo	GRADO95	2.9706	1.2753	170
		ADES	1.6647	.7129	170
3.00	Medio	GRADO95	3.2903	.6514	689
		ADES	2.3469	.4884	689
4.00	Alto	GRADO95	4.7207	.5013	1006
		ADES	2.6660	.5257	1006
5.00	Muy Alto	GRADO95	4.7093	.4554	172
		ADES	4.1570	.3648	172
Total		GRADO95	3.3968	1.3779	4204
		ADES	1.3509	1.3937	4204

CORRELACIÓN: Coeficiente de Pearson

	RDES	GRADO95	ADES
RDES	1.000	.537	.930
GRADO95	.537	1.000	.363
ADES	.930	.363	1.000

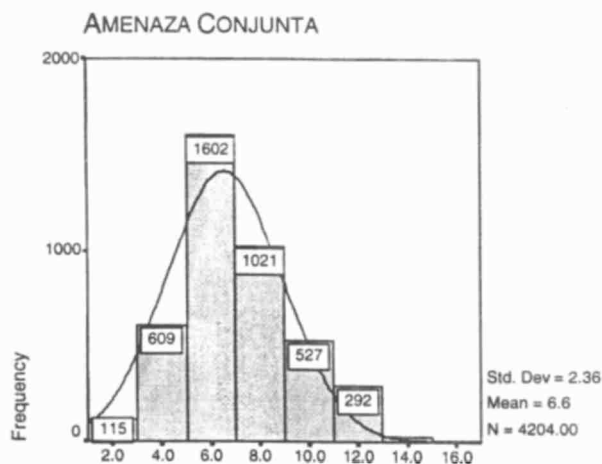
Se observa en los resultados un grado de correlación mayor entre las variables amenaza y riesgo que entre el riesgo y la marginación, que presentan una correlación positiva.

Los valores promedio por grupo nos muestran pesos similares de ambas variables en la conformación del riesgo únicamente para el estrato representando el mayor nivel de riesgo (muy alto).

En los otros estratos, el peso lo otorga la variable marginación, con excepción del estrato con el menor nivel de riesgo (muy bajo), donde la amenaza, presenta el mayor peso. El estrato de riesgo alto esta conformado por localidades que presentan un grado de marginación muy alto y están expuestas a niveles de amenaza medio.

RESULTADOS DE LA AMENAZA CONJUNTA

Los resultados obtenidos de la sumatoria por localidad de los valores de cada amenaza específica: heladas, granizadas, inundaciones, vulcanismo y deslizamientos de tierra, presentan la siguiente distribución:



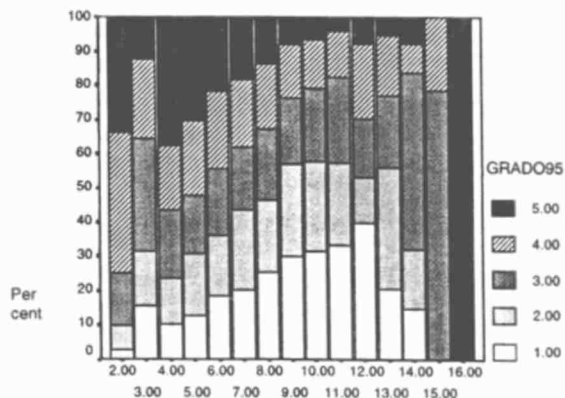
GRÁFICA No. 18
DISTRIBUCIÓN DE
LA AMENAZA CONJUNTA

Los valores que más se repiten son el 6 y 8, clasificados de acuerdo al cluster en los grupos con grado de amenaza conjunta 2(bajo) y 3(medio) respectivamente.

ACONJ

La relación entre los distintos valores de amenaza conjunta y el grado de marginación de la población expuesta se detalla en la gráfica que a continuación se presenta:

GRÁFICA No. 19
RELACIÓN ENTRE LA AMENAZA CONJUNTA Y EL GRADO DE MARGINACIÓN



ACONJ

Se muestra una tendencia de correlación inversa de las variables (a medida que aumenta el grado de amenaza conjunta disminuye el porcentaje de los de mayor marginación) hasta el valor 12 de amenaza conjunta (que el cluster clasifico con un valor de amenaza conjunta alto grado 4). A partir de este valor la tendencia muestra una correlación directa a mayor grado de amenaza menor porcentaje de localidades en los grados bajos de marginación. Al valor máximo de la amenaza conjunta se encuentra expuesta únicamente población en el grado de marginación más alto

A continuación se presentan los valores estadísticos promedio que toma cada amenaza específica de acuerdo al grupo de amenaza conjunta, en que se ubica la localidad después del análisis de cluster que agrupa los datos anteriores en 5 rangos:

ESTADÍSTICAS DE GRUPO:

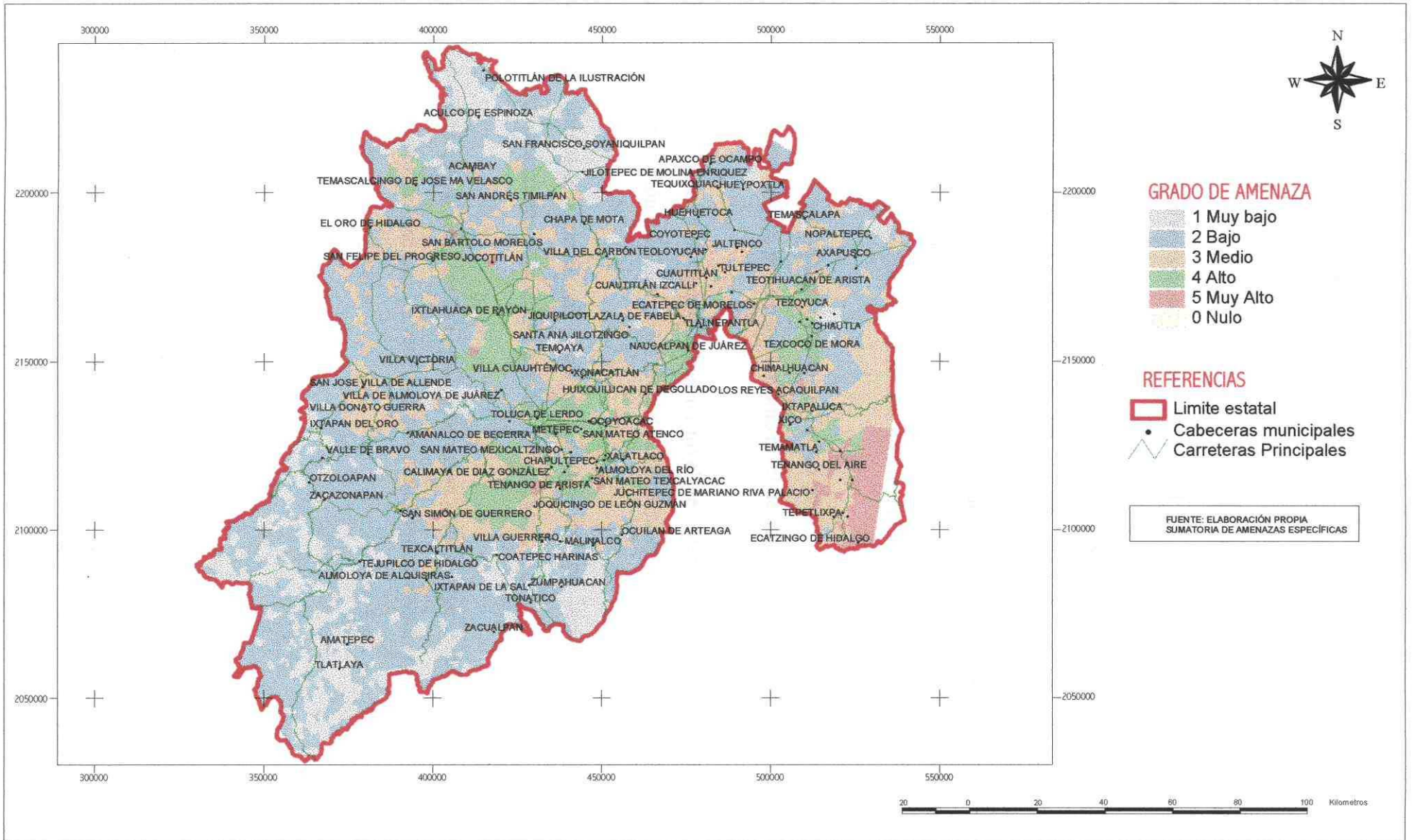
Grado de Amenaza Conjunta	Variables: Amenazas Específicas	Valor Promedio	Número de Localidades
1.00	ACONJ	3.4558	724
	AGRA	1.1105	724
	AHEL	1.5497	724
	AINU	2.486E-02	724
	AVUL	5.525E-02	724
	ADES	.7155	724
2.00	ACONJ	5.8745	2192
	AGRA	1.6072	2192
	AHEL	2.4161	2192
	AINU	.1378	2192
	AVUL	.1711	2192
	ADES	1.5424	2192
3.00	ACONJ	8.6431	863
	AGRA	2.2654	863
	AHEL	3.0730	863
	AINU	1.0197	863
	AVUL	.6107	863
	ADES	1.6744	863
4.00	ACONJ	10.9337	362
	AGRA	2.3619	362
	AHEL	3.3564	362
	AINU	4.2541	362
	AVUL	.4061	362
	ADES	.5552	362
5.00	ACONJ	12.4603	63
	AGRA	3.1746	63
	AHEL	3.1905	63
	AINU	.6667	63
	AVUL	3.3016	63
	ADES	2.1270	63
Total	ACONJ	6.5607	4204
	AGRA	1.7452	4204
	AHEL	2.4943	4204
	AINU	.6618	4204
	AVUL	.3085	4204
	ADES	1.3509	4204

ABREVIATURAS USADAS EN LA TABLA

ACONJ= Amenaza conjunta
 AGRA= Amenaza Granizadas
 AHEL= Amenaza Heladas
 AINU= Amenaza Inundaciones
 AVUL= Amenaza Vulcanismo
 ADES= Amenaza Deslizamientos de Tierra

MAPA No. 12

AMENAZA CONJUNTA



DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MAPA AMENAZA CONJUNTA

Pueden observarse zonas casi homogéneas a partir de los valores de amenaza conjunta. Se da un paso gradual entre niveles de amenaza de bajos a altos.

El nivel de amenaza más bajo tiene una baja presencia y se localiza principalmente al suroeste y noroeste del Estado en combinación con el nivel bajo.

El nivel medio se localiza en el sector central y sureste del Estado sirviendo como zona de transición entre los niveles bajo y alto. El valor máximo de amenaza conjunta se concentra casi por completo en la región sureste del Estado próxima al volcán Popocatepetl.

La zona conurbada y el área urbana próxima a Toluca presentan valores de medios a altos. Las cabeceras se pierden pues presentan el mismo nivel de amenaza de su entorno.

El área sujeta a inundaciones sobresale con un nivel de amenaza conjunto alto, en estas zonas se da una transición más directa del nivel de amenaza bajo al alto.

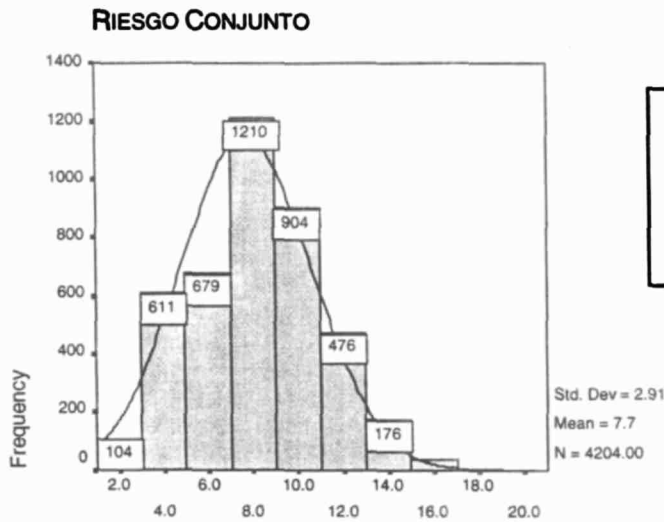
Sobresalen pequeñas localidades con grado de amenaza máximo, dispersas en zonas que poseen los valores máximos de amenaza heladas o granizadas.

Ningún valor máximo de amenaza se ubica en la región suroeste que es la más marginada. Los valores conjuntos de amenaza en esta área son predominantemente bajos a muy bajos, con algunas zonas de medios y altos.

RESULTADOS DEL RIESGO CONJUNTO

Los resultados obtenidos de la sumatoria por localidad de los valores de cada riesgo específico: heladas, granizadas, inundaciones, vulcanismo y deslizamientos de tierra, presentan la siguiente distribución:

**GRÁFICA No. 20
DISTRIBUCIÓN DEL RIESGO CONJUNTO**

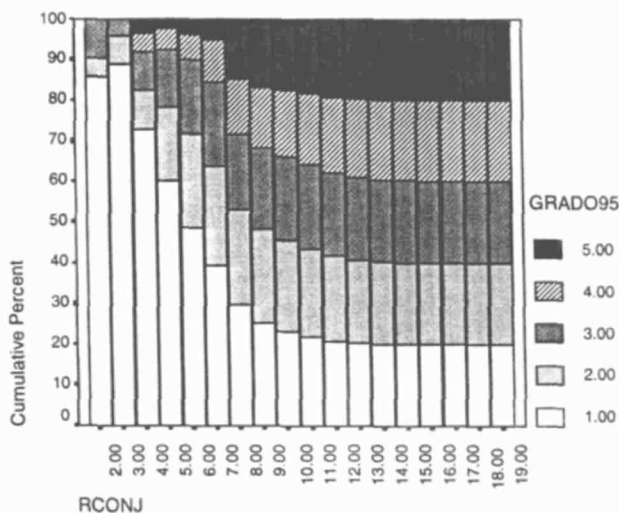


Los valores que más se repiten son el 8 y 10, clasificados de acuerdo al cluster en los grupos con grado de Riesgo Conjunto 2(bajo) y 3(medio) respectivamente.

RCONJ

La relación entre los distintos valores de Riesgo Conjunto y el grado de marginación de la población en riesgo se detalla en la gráfica que a continuación se presenta:

**GRÁFICA No. 21
RELACIÓN ENTRE EL RIESGO CONJUNTO Y EL GRADO DE MARGINACIÓN**



La incidencia de la variable marginación en la conformación del riesgo, presenta una clara correlación directa. A mayor riesgo, mayor porcentaje de localidades con grado de marginación alto y menor porcentaje con marginación baja. La tendencia no obstante, es significativa hasta el valor de riesgo conjunto 12 (clasificado por el cluster como grado alto 4) A partir del cual el grado de marginación no es determinante del nivel del riesgo, pues los porcentajes de población en cada grado son equivalentes a partir de ese punto. La tendencia directa disminuye sensiblemente desde el valor 10 (Riesgo conjunto medio)

A continuación se presentan los valores estadísticos promedio que toma cada riesgo específico de acuerdo al grupo de riesgo conjunto, en que se ubica la localidad después del análisis de cluster que agrupa los datos anteriores en 5 rangos:

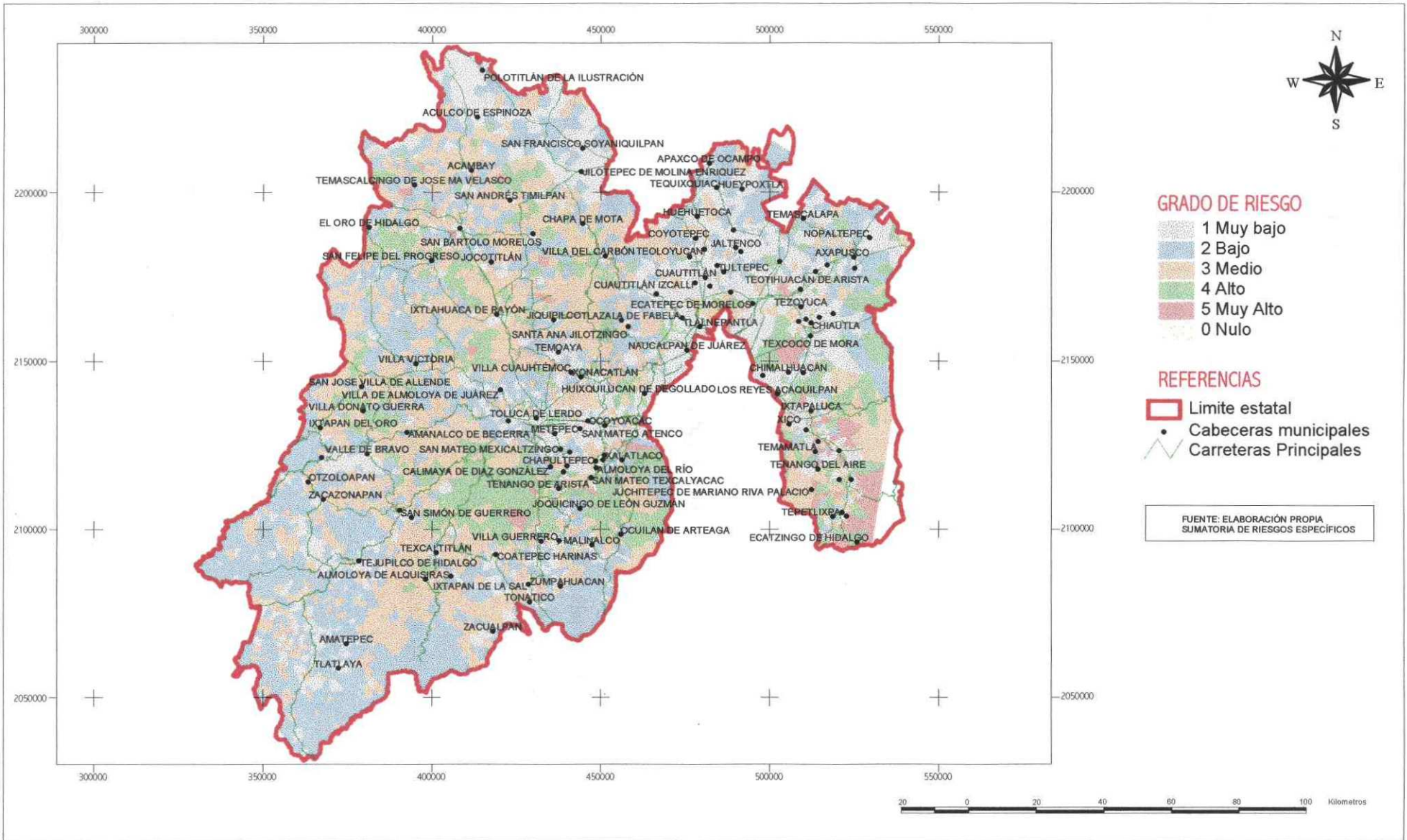
ESTADÍSTICAS DE GRUPO:

Grado de Riesgo Conjunto	Variables: Riesgos Específicos	Valor promedio	Número de Localidades
1.00 Muy Bajo	RCONJ	3.9498	1095
	RGRA	1.2575	1095
	RHEL	1.6785	1095
	RINU	.3863	1095
	RVUL	.2849	1095
	RDES	.3425	1095
2.00 Bajo	RCONJ	7.3267	1509
	RGRA	2.1955	1509
	RHEL	2.8940	1509
	RINU	.2187	1509
	RVUL	.1690	1509
	RDES	1.8496	1509
3.00 Medio	RCONJ	9.7041	1139
	RGRA	2.5900	1139
	RHEL	3.3898	1139
	RINU	.7278	1139
	RVUL	.2880	1139
	RDES	2.7085	1139
4.00 Alto	RCONJ	12.4209	392
	RGRA	3.4005	392
	RHEL	4.0944	392
	RINU	1.3240	392
	RVUL	.8367	392
	RDES	2.7653	392
5.00 Muy Alto	RCONJ	14.9710	69
	RGRA	3.4348	69
	RHEL	3.8696	69
	RINU	2.8986	69
	RVUL	2.6667	69
	RDES	2.1014	69
Total	RCONJ	7.6917	4204
	RGRA	2.1908	4204
	RHEL	2.8397	4204
	RINU	.5473	4204
	RVUL	.3347	4204
	RDES	1.7793	4204

ABREVIATURAS USADAS EN LA TABLA

RCONJ= Riesgo conjunto
 RGRA= Riesgo Granizadas
 RHEL= Riesgo Heladas
 RINU= Riesgo Inundaciones
 RVUL= Riesgo Vulcanismo
 RDES= Riesgo Deslizamientos de Tierra

MAPA No. 13 RIESGO CONJUNTO



DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MAPA RIESGO CONJUNTO

Se observa al igual que para la amenaza conjunta la existencia de zonas de transición entre los distintos niveles de riesgo. Las transiciones no son bruscas suben o bajan al grado más inmediato.

Se mantiene la zona de máxima amenaza como zona de máximo riesgo y se le agregan otras localidades principalmente del sector este del Estado, que presentan un nivel de amenaza alto.

La zona de menor riesgo esta conformada por parte del área conurbada y el sector al norte de su porción central, coincidiendo también con las zonas de amenaza más baja se encuentra la región noroeste próxima al límite estatal.

Los valores de riesgo alto se concentran en la zona sur centro del estado, al sur del área urbana de Toluca, que presenta valores de muy bajos a bajos.

El nivel de riesgo medio es el predominante y se distribuye por todo el estado sirviendo como zona de transición para pequeñas áreas de valor alto que se dispersan de igual manera en forma aleatoria, a excepción de la región suroeste, donde los niveles predominantes son el bajo y el medio.

La distribución de los niveles de riesgo es más dispersa y heterogénea que la mostrada en el mapa de los niveles de amenaza.

CONFORMACIÓN DEL RIESGO CONJUNTO: RESULTADOS ESTADÍSTICOS

ABREVIATURAS EMPLEADAS:

GRADO95: Vulnerabilidad Socioeconómica

GRA_QLA: Grado de amenaza conjunta

GRA_QLR: Grado de riesgo conjunto

ESTADÍSTICAS DE GRUPO

GRADO DE RIESGO CONJUNTO	DESCRIPCIÓN	VARIABLE	MEDIA	DESVIACIÓN STANDARD	CASOS (# DE LOCALIDADES)
1.00	Muy Bajo	GRADO95	1.9315	1.1948	1095
		GRA_QLA	2.0411	.9830	1095
2.00	Bajo	GRADO95	3.7999	1.1045	1509
		GRA_QLA	1.8681	.5728	1509
3.00	Medio	GRADO95	3.9157	.9768	1139
		GRA_QLA	2.5180	.7117	1139
4.00	Alto	GRADO95	4.2985	.7330	392
		GRA_QLA	3.1811	.7571	392
5.00	Muy Alto	GRADO95	4.1449	.5759	69
		GRA_QLA	4.2174	.6613	69
Total		GRADO95	3.3968	1.3779	4204
		GRA_QLA	2.2502	.8913	4204

CORRELACIÓN: Coeficiente de Pearson

	GRA_QLR	GRADO95	GRA_QLA
GRA_QLR	1.000	.530	.448
GRADO95	.530	1.000	-.260
GRA_QLA	.448	-.260	1.000

Se observa en los resultados un grado de correlación similar entre las variables amenaza y riesgo y entre el riesgo y la marginación, presentando ambas una correlación positiva.

Los valores promedio por grupo nos muestran pesos similares de ambas variables en la conformación del riesgo únicamente para los estratos representando el menor y mayor nivel de riesgo (muy bajo y muy alto).

En los otros estratos el mayor peso lo otorga la variable marginación. Es de hacer notar que el grado de marginación promedio de las localidades ubicadas en el riesgo muy alto es ligeramente inferior al grado de marginación de las localidades ubicadas en el riesgo alto. La diferencia la marca el grado de amenaza conjunta que difiere en un grado entre ambos estratos.

CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES METODOLÓGICAS

De los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación; se concluye que para el caso de estudio particular analizado (Estado de México) existe correlación, pero no alta ni directa, entre el grado de marginación de una población y el grado de peligro o amenaza a que esta está expuesta. La correlación existe únicamente considerando un nivel de confiabilidad de los datos del 99%. La relación depende del tipo de amenaza en cuestión; todas las amenazas a excepción de los deslizamientos presentan una escasa correlación en sentido inverso entre variables: Si una aumenta la otra disminuye.

Amenazas con grados bajos se potencian en ámbitos sociales vulnerables. Un ámbito poco vulnerable reduce el impacto asociado a la amenaza, reduciéndose el nivel de riesgo.

Estas dos cuestiones originan que el ámbito del riesgo sea diferente al de la amenaza y que espacios señalados como homogéneos por estar expuestos a una determinada intensidad de amenaza se tornen sumamente heterogéneos al introducir la variable vulnerabilidad en el análisis del riesgo. El ámbito más expuesto es el urbano; pero no a los niveles de amenaza máxima que son casi característicos de los más marginados. (o sea los rurales)

Los deslizamientos de terreno están directamente relacionados con el grado de marginación de la población expuesta debido a las características del relieve de las áreas marginales donde habitan los grupos con menor capacidad de respuesta.

Dado que las amenazas se estudian a un nivel de resolución bajo, el ámbito regional, se encuentra que los grupos más marginados no ocupan las zonas de mayor amenaza. Probablemente al subir la escala de resolución de las amenazas a un nivel de mayor resolución y heterogeneidad sobre el terreno; por ejemplo en la trama urbana los resultados podrían ser contrarios.

Los procedimientos empleados en el presente análisis son de carácter exploratorio, por lo que los resultados se deben tomar con cautela sin intentar generalizarlos para otros casos de estudio.

Dado que esta es un área de estudio de carácter exploratorio, se parte de la premisa que cualquier planteamiento metodológico propuesto es válido, para el análisis y generación de los datos. La validez de los resultados, dependerá de la consistencia mostrada por los mismos.

No se pretendió ser exhaustivo en la incorporación de variables descriptivas de los fenómenos abordados; más bien se pretendió representar o tipificar a estos, considerando los niveles de calidad, confiabilidad, precisión e interpretabilidad de la información disponible y la relevancia de la información adicional requerida factible y justificable de obtener.

Debe recordarse que se trabajó con información de carácter institucional que generalmente se encuentra segmentada y segregada o dispersa, no siempre es factible identificar al responsable de su elaboración dados los cambios de personal ligados a los cambios de gobierno. Su obtención requiere de trámites burocráticos y engorrosos.

Para este estudio en particular; cuando la información estaba disponible no hubo necesidad de mayor trámite para su obtención, el único problema que hubo que enfrentar, fue la falta de datos digitalizados, la dispersión de la información y la falta de seguimiento de procesos de elaboración y autores de parte de la información requerida. No fue posible por ello, compilar información detallada sobre la procedencia de algunos datos.

En algunos mapas de amenaza; aunque se conocía la fuente institucional, el desconocimiento de los sistemas de medición y clasificación usados en el levantamiento de los mismos, nos enfrentó a mapas temáticos abstractos, sin acceso a datos referenciales que permitieran interpretar correctamente la información, por las razones de falta de seguimiento ya mencionadas. La consulta de varias fuentes al respecto y especialistas relacionados, nos permitió inferir algunos detalles no explícitos en la misma.

Fue imposible incorporar al análisis algunas variables que podrían considerarse relevantes para la descripción de los fenómenos analizados, por ejemplo las vulnerabilidades

específicas, dada la ausencia de fuentes de datos con cobertura espacial, temporal y calidad adecuadas para alimentar los modelos espaciales. En algunos casos, se trabajó con limitantes, dada la importancia que implicaba para el análisis la incorporación de alguna variable. Tal fue el caso de las amenazas inundaciones y deslizamientos de tierra.

En síntesis, en el proceso de retroalimentación y acotamiento del tema; se descartó aquellas variables incidentes o descriptivas del fenómeno del riesgo, con información deficiente, difíciles de interpretar o traducir al lenguaje de las operaciones espaciales o cuya incorporación y manejo en el análisis sería viable solo en un plazo de tiempo mayor al estipulado para la elaboración del presente trabajo de investigación. Fue fundamental en el proceso, la charla con especialistas e indagación en las fuentes de información más accesibles.

La amenaza sísmica, pese a su importante presencia en la entidad y a la relevancia de su inclusión en el análisis para una visión más globalizante de las amenazas naturales; fue imposible incorporarla, dado el poco desarrollo investigativo sobre la misma, para el Estado de México. Se obtuvo en formato digital, un mapa de ubicación de fallas y fracturas y de algunos epicentros de sismos de carácter local (intraplaca). También se consiguieron mapas, en papel, a una escala de resolución muy baja (del mapa de toda la República Mexicana) de la incidencia (isosistas) en el Estado de los macrosismos (entre placas tectónicas) que afectaron la República Mexicana los últimos 150 años.

Las limitantes enfrentadas fueron que se desconocían las áreas de incidencia de las fallas locales y el carácter de las mismas (activo o inactivo) y la generación de esa información era trabajo para una tesis doctoral de un sismólogo, de acuerdo con el especialista del tema consultado: el Dr. Carlos Gutierrez del área de riesgos geomorfológicos del CENAPRED.

Los mapas de isosistas que permitían ver el comportamiento macro del fenómeno en toda la República, no se pudieron obtener en formato digital. Solo como imágenes; volver manejable esa información, para incorporarla al modelo espacial; implicaba un proceso de digitalización largo y no justificable por un lado debido a la baja resolución con que se

presentaba la información para el ámbito estatal; y por otro porque no era factible introducir información local.

Esta amenaza se descartó entonces por el carácter parcial de la información disponible y porque el tiempo y volumen de trabajo implícitos en volverla manejable por un SIG, estaban fuera de los límites estipulados para este trabajo de investigación.

Para la determinación del alcance del presente estudio y el acotamiento de las temáticas abordadas en el análisis, fue importante clarificar que fuentes institucionales manejaban que tipo de datos y a que niveles de resolución y desagregación (escala y tipo del espacio geográfico involucrado).

La tecnología de los Sistemas de Información Geográfica; proporcionó la posibilidad de usar una metodología para el tratamiento de la información que tiene sustancialmente tres partes:

- La captura y organización de la información: Integración de bases de datos.
- Tratamiento de la información: Análisis y operaciones espaciales.
- Producción de la información: Productos parciales (mapas, gráficas, tablas) o terminados (documentos, atlas, etc)

Para analizar el riesgo en un ambiente SIG; este tuvo que representarse como un modelo espacial; es decir, sus factores componentes (amenaza y vulnerabilidad) debieron representarse como entidades espaciales (puntos, líneas, polígonos, superficies). Un fenómeno que no puede representarse por algún tipo de entidad espacial, no puede incorporarse en un modelo espacial. Cada entidad espacial debe ser georreferenciada para mostrar donde se ubica el fenómeno. El sistema de georreferenciación utilizado fue el UTM (Escala Universal de Mercator).

El diseño del modelo espacial se sustenta sobre un modelo conceptual del fenómeno por representarse. Se nutre implícita o explícitamente de una u otra teoría del riesgo. La tarea metodológica consistirá en concretar la abstracción del concepto, para volverlo una variable

medible e integrable a un modelo espacial. El uso del software solo es una parte de la solución del problema. Gran parte del proceso de modelado es pensamiento y preparación. Es importante advertir que el uso de los SIG no constituye la panacea, previamente es preciso conceptualizar el fenómeno a analizar y concebir la metodología de evaluación e interpretación de resultados.

Lo sustancial es lograr correspondencia y coherencia entre la lógica del modelo conceptual elaborado y el diseño del SIG. Definir que datos tengo, que herramientas de análisis puedo aplicarles y cómo voy a interpretar el resultado. La revisión teórica permitirá encontrar las variables, que pueden medir o explicar el fenómeno de estudio, de acuerdo a los conceptos clave. Se buscó generar un método de trabajo dinámico asentado en pocas variables relevantes a ser tratadas como un todo interactivo, mediante el SIG. Este actúa simplemente como herramienta para recolectar, organizar, sistematizar, generar, analizar y presentar capas temáticas de información sobre una determinada unidad del espacio geográfico.

Se puede crear un modelo espacial relativamente sencillo, para expresar escenarios de riesgo de gran complejidad. Debe ser posible reducir la complejidad de variables que intervienen en el escenario de riesgos a unas pocas variables que sean críticas para representar espacialmente los fenómenos. Un modelo espacial de riesgo de buena calidad es un modelo caracterizado no por su complejidad sino por su simplicidad: su capacidad de sintetizar una realidad compleja e incierta en un pequeño número de variables críticas que reflejen explícitamente un determinado imaginario de riesgos.

La entidad espacial a usar como modelo, debe elegirse por razones tanto conceptuales como pragmáticas. En términos conceptuales debe permitir una resolución de análisis relativamente alta, ilustrando variaciones específicas características de los fenómenos. Las dimensiones de la unidad de análisis son relevantes en la medida que una entidad espacial muy grande, no representaría adecuadamente la complejidad del fenómeno en la zona. En términos pragmáticos; se deben considerar las implicaciones del nivel de resolución al que existe la información requerida para modelar en la práctica el fenómeno.

Para el presente caso de estudio, se decidió emplear la unidad de análisis más pequeña (la localidad), para la cual se contara con datos de marginación y que a la vez permitiera seguir las variaciones presentadas por la intensidad de las amenazas naturales en áreas pequeñas. Dado que en la base de datos estaban representadas únicamente como puntos; fue preciso crear una cartografía de base que las representara como superficies, a la cual asignar los valores de las distintas variables consideradas. La técnica y procedimiento se explican en el apartado correspondiente.

La construcción de la topología de un SIG puede volverse un proceso arbitrario e incierto. Al determinar la entidad espacial de análisis, se deben tratar de evitar problemas de incompatibilidad y falta de cobertura de datos. Es un error integrar datos producidos a diferentes niveles de resolución o cuando se pretende ofrecer información de alta resolución pero producida con datos con bajos niveles de resolución. La información aparenta una alta precisión que sin embargo es falsa y errónea ya que representa valores promedio interpolados y no valores específicos.

En la medida que el modelo espacial sea lo más sencillo posible, este puede a su vez reducir los requerimientos de datos. Saber como tejer y remachar los retazos de datos conseguidos para lograr la cobertura espacial, temporal y de atributos requeridos, también exige voluntad y capacidad para tomar decisiones, aún cuando los datos sean aparentemente incompatibles y contradictorios.

Para modelar con algún grado de confianza un concepto tan complicado y multifacético como la vulnerabilidad, es probable que el modelo resultara muy complejo. La construcción de un modelo de este tipo requeriría bastante tiempo e implicaría manejar un volumen muy grande de datos. Aún falta mucha información primaria que debe ser generada antes de su incorporación a un SIG. Las limitaciones para la inclusión de algunas variables explicativas, están ligadas al poco desarrollo investigativo de los especialistas. Los fenómenos no pueden abordarse con detalle por la falta de datos suficientes.

Por lo anterior se decidió considerar en el análisis, únicamente la dimensión socioeconómica de la vulnerabilidad, bajo el supuesto que aunque se reconoce que la vulnerabilidad global es un fenómeno que trasciende las variables económicas, la mayoría de sus dimensiones restantes se encuentran altamente correlacionadas con estas. La vulnerabilidad no se toma como una medida objetiva de pérdida o daño, sino como una medida relativa de capacidad de una población de absorber y recuperarse de un daño o pérdida determinada.

Para la incorporación de las amenazas naturales como fenómenos de estudio en el análisis, fue necesario establecer una metodología de evaluación ponderativa de los mismos. Los distintos grados de intensidad con que se presentan las amenazas naturales, en la entidad, se expresaron y clasificaron en 5 categorías, mediante atributos numéricos de valor cualitativo: 1 (muy bajo), 2 (Bajo), 3 (Medio), 4 (Alto) y 5 (Muy Alto).

La decisión de agrupar las variables de amenaza natural en 5 rangos, está en función de los niveles de vulnerabilidad que previamente se tenían. Dado que el grado de marginación socioeconómica se presenta estratificado en 5 grados se decidió aplicar la misma estratificación para el análisis de las amenazas, con el objeto de obtener, en el momento de llevar a cabo el cruce de ambos factores componentes del riesgo (social y natural) una matriz cuadrada de resultados. Esto debido a que una matriz rectangular, dificultaría una interpretación directa de los resultados pues otorgaría un mayor peso en la conformación del fenómeno, a aquella variable con un mayor número de estratos. Se complejiza también, la reclasificación de los resultados en el número inicial de rangos de interpretación.

Un punto crucial fue la determinación de los intervalos correspondientes a los 5 rangos. Como suele suceder en la definición de rangos y pesos asignados para reclasificar indicadores; los criterios de selección en cierta manera son subjetivos y se basan en la integración de criterios estadísticos (en este caso agrupar porcentajes similares de datos) y juicios de valor establecidos en base al comportamiento mostrado por la variable (la idea fue evitar la pérdida de la heterogeneidad mostrada por el fenómeno en un ámbito determinado con una mayor desagregación de estratos).

Es importante aclarar que dado que la información disponible sobre las amenazas, no permite cuantificar realmente la probabilidad de ocurrencia de los fenómenos (determinar períodos de recurrencia) estos se consideran como valores estáticos. De hecho, son pocos los casos de evaluaciones sistemáticas de ocurrencia de fenómenos naturales para períodos representativos; generalmente no se tiene la suficiente cobertura y densidad de información, para realizar estimaciones retrospectivas. En este sentido, los indicadores de riesgo resultantes son estáticos.

En síntesis, los mayores problemas metodológicos al abordar la temática del riesgo; radican en la calidad y cantidad de información disponible. Generalmente no es posible agregar al análisis variables que explicarían mejor los factores componentes del riesgo: la amenaza y la vulnerabilidad.

Ambos son fenómenos sumamente complejos. Su inclusión en el análisis, por tanto, debe generalmente hacerse en forma parcial. Lo importante es tratar de tomar los elementos disponibles de cada fenómeno que mejor lo representen o expliquen. Esto se justifica por el hecho de que los elementos característicos de los mismos, están mutuamente correlacionados, es decir la intensidad de uno de ellos, generalmente esta en función de una similar intensidad de los otros componentes explicativos.

Para incluir la amenaza en el análisis; es preciso contar con un trabajo previo de especialistas del tema, que nos permita interpretar los elementos componentes del fenómeno en función de la mayor o menor intensidad del mismo.

Un problema metodológico que se enfrenta al abordar el tema de riesgo, es que sus factores componentes presentan ámbitos de incidencia muy diferentes. En un escenario determinado, intervienen procesos sociales y naturales que operan a escalas completamente diferentes y con poca correlación espacial. Para realizar los mapas con las coberturas temáticas de ambos; fue preciso intersectar los polígonos (entidades espaciales que representaban cada factor: amenaza y vulnerabilidad) en el programa Arc Info. Los nuevos

polígonos resultantes se reclasificaron y etiquetaron, interpretándolos como zonas con distinto grado de riesgo, en una escala de 5 grados de variación. Dado que se requería tener un valor único, tanto de amenaza, como de riesgo, para cada polígono representando a una localidad con un valor único de marginación, cuando se presentó más de uno; se asignó a la localidad el valor promedio de los valores incidentes en la misma.

Las bases de datos generadas, por localidad y por municipio; pueden enriquecerse posteriormente, con información complementaria que ahora no se incluye por los volúmenes de tiempo y trabajo que requiere. De manera sencilla ingresándola en excell y exportándola con extensión dbf (D Base IV) compatible con el software SIG empleado (Arc view y Map Info).

Para hacer viable la comparación de los resultados estadísticos obtenidos con respecto a cada variable del fenómeno del riesgo considerada en el análisis, fue necesario al establecer comparaciones entre ámbitos urbano y rural, usar los porcentajes con respecto al total de cada ámbito y no al total del Estado, dado las disparidades abismales entre ambos. Mientras por un lado la población urbana constituye el 86% de la población total del Estado y la rural únicamente el 14% restante. La población urbana se encuentra concentrada en solamente el 8% del total de localidades y la rural dispersa en el restante 92% del total.

La consistencia de los resultados obtenidos permitirá derivar consideraciones metodológicas que puedan ser incorporadas en análisis de este tipo.

BIBLIOGRAFÍA:

Caputo, María Graciela, Hilda Herzer y Jorge Morello, "Introducción". En: Gerardo Lovón Zavala *et al.*, *Desastres Naturales y Sociedad en América Latina: 9-12*, Grupo Editor Latinoamericano, Buenos Aires, 1985.

CENAPRED, "Fascículo N° 3 Inundaciones". México.1994.

Desastres & Sociedad No.1, Año 1, Revista No. 1, Noviembre de 1993, "Comunidades Urbanas en C.A.: Vulnerabilidad a desastres y opciones de prevención y mitigación".

Dirección General de Protección Civil y Dirección General del Programa Hidráulico, "Sitios Susceptibles de inundación Valle Cuautitlán-Texcoco, Valle de Toluca" Temporada de lluvias 1998. México, 1999.

Dirección General de Protección Civil y CENAPRED, "Atlas Nacional de Riesgos". México, 2000.

García Acosta, Virginia, "Enfoques teóricos para el estudio histórico de los desastres naturales" en "Los desastres no son naturales" compilador Andrew Maskrey, La Red: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina

Graizbord, Boris, "Notas Metodológicas" en Revista de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano No.26, Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano, México.

Lavell, Allan, "Viviendo en Riesgo" Comunidades Vulnerables y Prevención de Desastres en América Latina". Colombia, La Red, FLACSO, 1994.

Lavell, Allan y Franco, Eduardo, "Estado Sociedad y Gestión de los Desastres en América Latina: En busca del paradigma perdido", La Red, FLACSO, ITDG-PERÚ, 1996.

Luhman, Niklas, "Sociología del Riesgo" Universidad Iberoamericana- Universidad de Guadalajara. México.1992.

INEGI, "Guías para la interpretación de cartografía". Topografía. México.1987.

INEGI, "Guías para la interpretación de cartografía". Hidrología. México.1981.

Lungo, Mario y Baires, Sonia, "San Salvador: Crecimiento Urbano, Riesgos Ambientales y Desastres" en Serie Alternativas para el Desarrollo No. 29, FUNDE, 1995

Macías, Jesús Manuel, "Perspectivas de los estudios sobre desastres en México" en "Los desastres no son naturales" compilador Andrew Maskrey., La Red: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

Maskrey, Andrew, "El Manejo Popular de los Desastres Naturales". Estudios de Vulnerabilidad y Mitigación, ITDG, Lima, 1989.

Maskrey, Andrew,(editor) “Navegando entre Brumas”. La Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica, al Análisis de Riesgos en América Latina. ITDG, La RED, 1998.

Preciado Luis, Rodríguez Daniel y Garza Mario, “La vulnerabilidad de la ciudad” en Bases para la planeación del desarrollo urbano en la Ciudad de México. Tomo I: Economía y Sociedad en la Metrópoli. Roberto Eibenschutz Hartman (coord.) UAM, 1997.

Protección Civil del Estado de México, Atlas Estatal de Riesgos del Estado de México, México, 1999

Renn, Ortwin, “Concepts of Risk: a classification”, en Golding and Krimsky Social Theories of risk, Connecticut, 1992.

Sabatini, Francisco, “La dimensión ambiental de la pobreza urbana en las teorías latinoamericanas de marginalidad” en Revista EURE, Vol. VIII, No. 23, 1981, Santiago de Chile.

Salas Salinas Marco Antonio, “Mapas de Riesgo de Inundaciones con análisis espacial de eventos de falla” Investigación doctoral, Segundo Informe, enero de 2001, UNAM, México.

Salas Salinas Marco Antonio, “Guía para la elaboración de Mapas de Riesgo de Inundaciones a escala regional” Informe preparado para el CENAPRED, Área de Riesgos Hidrometeorológicos, Sistema Nacional de Protección Civil, Centro Nacional de Prevención de Desastres, México, agosto de 1998.

Secretaría de Gobernación (México), “Diagnóstico General de Riesgo de los Estados de la República Mexicana”, México, 1994.

Wilches-Chaux, G, Pensar Globalmente “La Vulnerabilidad Global”, Bogotá, 1988.

PÁGINAS WEB:

- **CONAPO:** Consejo Nacional de Población: <http://www.conapo.gob.mx/>
- **CENAPRED:** Centro Nacional de Prevención de Desastres
<http://www.cenapred.unam.mx/>
- **INEGI:** Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática:
<http://www.inegi.gob.mx/>
- **La Red:** Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina
<http://osso.univalle.edu.co/tmp/lared/red.htm>
- **SAD:** Serie Alternativas para el desarrollo No. 29, mayo de 1995:
<http://ladb.unm.edu/econ/content/sad/1995/may/salvador.html>
- **Gobierno del Estado De México:**
<http://www.edomexico.gob.mx/Sectores.htm>

ANEXOS ESTADÍSTICAS DE AMENAZAS Y RIESGOS:

ABREVIATURAS:

AMENAZA-CON: Amenaza Conjunta.

DES: Deslizamientos

GRA: Granizadas

HEL: Heladas

INU: Inundaciones

LOC-URBANA: Localidades urbanas

L-RURAL: Localidades Rurales

LR-500 HAB: Localidades rurales de menos de 500 habitantes.

LR+500 HAB: Localidades rurales de más de 500 habitantes.

POB95: Población total 1995

PRURAL-500H: Población rural en localidades de menos de 500 habitantes

PR+500H: Población rural en localidades de más de 500 hab.

RIESGO-CON: Riesgo Conjunto.

VUL: Vulcanismo

%LOC: Porcentaje del total de Localidades

%LOCRURAL: Porcentaje de las Localidades Rurales.

%LOCURB: Porcentaje de las Localidades urbanas.

%LR-500 HAB: Porcentaje del total de Localidades rurales de menos de 500 habitantes.

%LR+500 HAB: Porcentaje del total de Localidades rurales de más de 500 habitantes.

%POB: Porcentaje del total de Población

% POBRURAL: Porcentaje de la Población rural total

%PR-500HAB: Porcentaje de población rural en localidades de menos de 500 habitantes.

%PR+500HAB: Porcentaje de población rural en localidades de más de 500 hab

ESTADÍSTICAS AMENAZA Y RIESGO POR GRANIZADAS

AMENAZA-GRA	POB95	% Pob	LOCALIDADES	% Loc	POB-URBANA	% Poburb	LOC-URBANA	% Locurb	POB-RURAL	%Pobrural
nulo	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
muy bajo	4115900	35.18	1977	47.03	3443675	34.38	85	24.36	672225	39.92
bajo	6006850	51.34	1420	33.78	5369490	53.61	169	48.42	637360	37.85
medio	1463004	12.50	712	16.94	1126817	11.25	83	23.78	336187	19.96
alto	109736	0.94	91	2.16	72123	0.72	11	3.15	37613	2.23
muy alto	4233	0.04	4	0.10	3582	0.04	1	0.29	651	0.04

AMENAZA-GRA	L-RURAL	%Locrural	PRURAL-500H	%PR-500hab	LR-500HAB	%LR-500hab	PR+500H	%PR+500hab	LR+500 HAB	%LR+500hab
nulo	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
muy bajo	1892	49.08	232934	50.25	1464	53.84	439291	35.99	428	37.68
bajo	1251	32.45	147405	31.80	804	29.57	489955	40.15	447	39.35
medio	629	16.32	74263	16.02	394	14.49	261924	21.46	235	20.69
alto	80	2.08	8342	1.80	54	1.99	29271	2.40	26	2.29
muy alto	3	0.08	651	0.14	3	0.11	0	0.00	0	0.00

RIESGO-GRA	POB95	% Pob	LOCALIDADES	% Loc	POB-URBANA	% Poburb	LOC-URBANA	% Locurb	POB-RURAL	%Pobrural
nulo	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
muy bajo	9902162	84.64	1043	24.81	9437559	94.23	221	63.32	464603	27.59
bajo	892826	7.63	1764	41.96	295457	2.95	56	16.05	597369	35.47
medio	695078	5.94	974	23.17	240419	2.40	61	17.48	454659	27.00
alto	204765	1.75	398	9.47	42252	0.42	11	3.15	162513	9.65
muy alto	4892	0.04	25	0.59	0	0.00	0	0.00	4892	0.29

RIESGO-GRA	L-RURAL	%Locrural	PRURAL-500H	%PR-500hab	LR-500HAB	%LR-500hab	PR+500H	%PR+500hab	LR+500 HAB	%LR+500hab
nulo	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
muy bajo	822	21.32	82473	17.79	498	18.32	382130	31.31	324	28.52
bajo	1708	44.31	213010	45.95	1336	49.14	384359	31.49	372	32.75
medio	913	23.68	115793	24.98	591	21.74	338866	27.77	322	28.35
alto	387	10.04	49483	10.67	272	10.00	113030	9.26	115	10.12
muy alto	25	0.65	2836	0.61	22	0.81	2056	0.17	3	0.26

ESTADÍSTICAS AMENAZA Y RIESGO POR HELADAS

AMENAZA-HEL	POB95	% Pob	LOCALIDADES	% Loc	POB-URBANA	% Poburb	LOC-URBANA	% Locurb	POB-RURAL	%Pobrural
nulo	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
muy bajo	259137	2.21	901	21.43	68541	0.68	8	2.29	190596	11.32
bajo	2983921	25.50	1078	25.64	2563495	25.59	67	19.20	420426	24.97
medio	7481096	63.94	1504	35.78	6789107	67.78	194	55.59	691989	41.09
alto	949050	8.11	688	16.37	585112	5.84	78	22.35	363938	21.61
muy alto	26519	0.23	33	0.78	9432	0.09	2	0.57	17087	1.01

AMENAZA-HEL	L-RURAL	%Locrural	PRURAL-500H	%PR-500hab	LR-500HAB	%LR-500hab	PR+500H	%PR+500hab	LR+500 HAB	%LR+500hab
nulo	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
muy bajo	893	23.16	113483	24.48	801	29.46	77113	6.32	92	8.10
bajo	1011	26.23	126058	27.19	732	26.92	294368	24.12	279	24.56
medio	1310	33.98	142791	30.80	819	30.12	549198	45.00	491	43.22
alto	610	15.82	76347	16.47	347	12.76	287591	23.56	263	23.15
muy alto	31	0.80	4916	1.06	20	0.74	12171	1.00	11	0.97

RIESGO-HEL	POB95	% Pob	LOCALIDADES	% Loc	POB-URBANA	% Poburb	LOC-URBANA	% Locurb	POB-RURAL	%Pobrural
nulo	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
muy bajo	8953117	76.52	615	14.63	8899742	86.86	172	49.28	253375	15.05
bajo	1030659	8.81	1059	25.19	761862	7.61	47	13.47	268797	15.96
medio	945919	8.08	1266	30.11	361006	3.60	77	22.06	584913	34.73
alto	558594	4.77	913	21.72	152932	1.53	42	12.03	405662	24.09
muy alto	211434	1.81	351	8.35	40145	0.40	11	3.15	171289	10.17

RIESGO-HEL	L-RURAL	%Locrural	PRURAL-500H	%PR-500hab	LR-500HAB	%LR-500hab	PR+500H	%PR+500hab	LR+500 HAB	%LR+500hab
nulo	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
muy bajo	443	11.49	42273	9.12	270	9.93	211102	17.30	173	15.23
bajo	1012	26.25	123983	26.74	871	32.03	144814	11.87	141	12.41
medio	1189	30.84	142380	30.71	775	28.50	442533	36.26	414	36.44
alto	871	22.59	103962	22.43	585	21.52	301700	24.72	286	25.18
muy alto	340	8.82	50997	11.00	218	8.02	120292	9.86	122	10.74

ESTADÍSTICAS AMENAZA Y RIESGO POR INUNDACIONES

AMENAZA-INUN	POB95	% Pob	LOCALIDADES	% Loc	POB-URBANA	% Poburb	LOC-URBANA	% Locurb	POB-RURAL	%Pobrural
nulo	2365777	20.22	3286	78.16	1059364	10.58	185	53.01	1306413	77.58
muy bajo	3133974	26.79	288	6.85	3020342	30.16	40	11.46	113632	6.75
bajo	156656	1.34	34	0.81	141486	1.41	7	2.01	15170	0.90
medio	4525664	38.68	244	5.80	4443036	44.36	57	16.33	82628	4.91
alto	849714	7.26	66	1.57	836441	8.35	16	4.58	13273	0.79
muy alto	667938	5.71	286	6.80	515018	5.14	44	12.61	152920	9.08

AMENAZA-INUN	L-RURAL	%Locrural	PRURAL-500H	%PR-500hab	LR-500HAB	%LR-500hab	PR+500H	%PR+500hab	LR+500 HAB	%LR+500hab
nulo	3101	80.44	383551	82.73	2221	81.68	922862	75.62	880	77.46
muy bajo	248	6.43	26307	5.67	174	6.40	87325	7.16	74	6.51
bajo	27	0.70	2483	0.54	17	0.63	12687	1.04	10	0.88
medio	187	4.85	20026	4.32	129	4.74	62602	5.13	58	5.11
alto	50	1.30	4323	0.93	43	1.58	8950	0.73	7	0.62
muy alto	242	6.28	26905	5.80	135	4.97	126015	10.33	107	9.42

RIESGO-INUN	POB95	% Pob	LOCALIDADES	% Loc	POB-URBANA	% Poburb	LOC-URBANA	% Locurb	POB-RURAL	%Pobrural
nulo	2153585	18.41	3144	74.79	914275	9.13	166	47.56	1239310	73.59
muy bajo	8701857	74.38	534	12.70	8492366	84.79	132	37.82	209491	12.44
bajo	666267	5.69	278	6.61	537473	5.37	37	10.60	128794	7.65
medio	127194	1.09	178	4.23	53789	0.54	9	2.58	73405	4.36
alto	44632	0.38	57	1.36	17784	0.18	5	1.43	26848	1.59
muy alto	6188	0.05	13	0.31	0	0.00	0	0.00	6188	0.37

RIESGO-INUN	L-RURAL	%Locrural	PRURAL-500H	%PR-500hab	LR-500HAB	%LR-500hab	PR+500H	%PR+500hab	LR+500 HAB	%LR+500hab
nulo	2978	77.25	370803	79.98	2148	79.00	868507	71.16	830	73.06
muy bajo	402	10.43	42241	9.11	264	9.71	167250	13.70	138	12.15
bajo	241	6.25	24402	5.26	149	5.48	104392	8.55	92	8.10
medio	169	4.38	17759	3.83	113	4.16	55646	4.56	56	4.93
alto	52	1.35	5926	1.28	34	1.25	20922	1.71	18	1.58
muy alto	13	0.34	2464	0.53	11	0.40	3724	0.31	2	0.18

ESTADÍSTICAS AMENAZA Y RIESGO POR VULCANISMO

AMENAZA-VUL	POB95	% Pob	LOCALIDADES	% Loc	POB-URBANA	% Poburb	LOC-URBANA	% Locurb	POB-RURAL	%Pobrural
nulo	3571714	30.53	3367	80.09	2149835	21.46	222	63.61	1421879	84.43
muy bajo	7310264	62.48	615	14.63	7102405	70.91	95	27.22	207859	12.34
bajo	641581	5.48	90	2.14	627711	6.27	18	5.16	13870	0.82
medio	63491	0.54	61	1.45	51653	0.52	5	1.43	11838	0.70
alto	32804	0.28	36	0.86	14546	0.15	2	0.57	18258	1.08
muy alto	79869	0.68	35	0.83	69537	0.69	7	2.01	10332	0.61

AMENAZA-VUL	L-RURAL	%Locrural	PRURAL-500H	%PR-500hab	LR-500HAB	%LR-500hab	PR+500H	%PR+500hab	LR+500 HAB	%LR+500hab
nulo	3145	81.58	393736	84.93	2172	79.88	1028143	84.24	973	85.65
muy bajo	520	13.49	58470	12.61	389	14.31	149389	12.24	131	11.53
bajo	72	1.87	4543	0.98	64	2.35	9327	0.76	8	0.70
medio	56	1.45	3285	0.71	50	1.84	8553	0.70	6	0.53
alto	34	0.88	1728	0.37	23	0.85	16530	1.35	11	0.97
muy alto	28	0.73	1833	0.40	21	0.77	8499	0.70	7	0.62

RIESGO-VUL	POB95	% Pob	LOCALIDADES	% Loc	POB-URBANA	% Poburb	LOC-URBANA	% Locurb	POB-RURAL	%Pobrural
nulo	3571714	30.53	3367	80.09	2149835	21.46	222	63.61	1421879	84.43
muy bajo	7606633	65.02	509	12.11	7414574	74.03	105	30.09	192059	11.40
bajo	406446	3.47	174	4.14	369915	3.69	10	2.87	36531	2.17
medio	68676	0.59	87	2.07	52782	0.53	6	1.72	15894	0.94
alto	34104	0.29	46	1.09	22026	0.22	4	1.15	12078	0.72
muy alto	12150	0.10	21	0.50	6555	0.07	2	0.57	5595	0.33

RIESGO-VUL	L-RURAL	%Locrural	PRURAL-500H	%PR-500hab	LR-500HAB	%LR-500hab	PR+500H	%PR+500hab	LR+500 HAB	%LR+500hab
nulo	3145	81.58	393736	84.93	2172	79.88	1028143	84.24	973	85.65
muy bajo	404	10.48	43773	9.44	277	10.19	148286	12.15	127	11.18
bajo	164	4.25	17537	3.78	149	5.48	18994	1.56	15	1.32
medio	81	2.10	5376	1.16	72	2.65	10518	0.86	9	0.79
alto	42	1.09	1951	0.42	34	1.25	10127	0.83	8	0.70
muy alto	19	0.49	1222	0.26	15	0.55	4373	0.36	4	0.35

ESTADÍSTICAS AMENAZA Y RIESGO POR DESLIZAMIENTOS DE TIERRA

AMENAZA-DES	POB95	% Pob	LOCALIDADES	% Loc	POB-URBANA	% Poburb	LOC-URBANA	% Locurb	POB-RURAL	%Pobrural
nulo	7219180	61.70	1978	47.05	6363367	63.53	243	69.63	855813	50.82
muy bajo	2600242	22.22	131	3.12	2549111	25.45	21	6.02	51131	3.04
bajo	1263236	10.80	973	23.14	874499	8.73	45	12.89	388737	23.08
medio	544203	4.65	917	21.81	210716	2.10	39	11.17	333487	19.80
alto	47082	0.40	174	4.14	0	0.00	0	0.00	47082	2.80
muy alto	25780	0.22	31	0.74	17994	0.18	1	0.29	7786	0.46

AMENAZA-DES	L-RURAL	%Locrural	PRURAL-500H	%PR-500hab	LR-500HAB	%LR-500hab	PR+500H	%PR+500hab	LR+500 HAB	%LR+500hab
nulo	1735	45.01	199415	43.01	1149	42.26	656398	53.78	586	51.58
muy bajo	110	2.85	15963	3.44	73	2.68	35168	2.88	37	3.26
bajo	928	24.07	117156	25.27	672	24.71	271581	22.25	256	22.54
medio	878	22.78	104617	22.57	651	23.94	228870	18.75	227	19.98
alto	174	4.51	21623	4.66	146	5.37	25459	2.09	28	2.46
muy alto	30	0.78	4821	1.04	28	1.03	2965	0.24	2	0.18

RIESGO-DES	POB95	% Pob	LOCALIDADES	% Loc	POB-URBANA	% Poburb	LOC-URBANA	% Locurb	POB-RURAL	%Pobrural
nulo	7219180	61.70	1978	47.05	6363367	63.53	243	69.63	855813	50.82
muy bajo	3229531	27.60	189	4.50	3133963	31.29	49	14.04	95568	5.67
bajo	450471	3.85	170	4.04	356618	3.56	15	4.30	93853	5.57
medio	466288	3.99	689	16.39	140967	1.41	36	10.32	325321	19.32
alto	297747	2.54	1006	23.93	20772	0.21	6	1.72	276975	16.45
muy alto	36506	0.31	172	4.09	0	0.00	0	0.00	36506	2.17

RIESGO-DES	L-RURAL	%Locrural	PRURAL-500H	%PR-500hab	LR-500HAB	%LR-500hab	PR+500H	%PR+500hab	LR+500 HAB	%LR+500hab
nulo	1735	45.01	199415	43.01	1149	42.26	656398	53.78	586	51.58
muy bajo	140	3.63	11390	2.46	69	2.54	84178	6.90	71	6.25
bajo	155	4.02	18422	3.97	88	3.24	75431	6.18	67	5.90
medio	653	16.94	87494	18.87	422	15.52	237827	19.49	231	20.33
alto	1000	25.94	123837	26.71	835	30.71	153138	12.55	165	14.52
muy alto	172	4.46	23037	4.97	156	5.74	13469	1.10	16	1.41

ESTADÍSTICAS AMENAZA Y RIESGO CONJUNTO

AMENAZA-Con	POB95	% Pob	LOCALIDADES	% Loc	POB-URBANA	% Poburb	LOC-URBANA	% Locurb	POB-RURAL	%Pobrural
muy baja	362446	3.10	724	17.22	114773	1.15	19	5.44	247673	14.71
baja	3215448	27.48	2192	52.14	2358832	23.55	160	45.85	856616	50.87
media	5934030	50.72	863	20.53	5542398	55.34	94	26.93	391632	23.26
alta	2095468	17.91	362	8.61	1927761	19.25	68	19.48	167707	9.96
muy alta	92331	0.79	63	1.50	71923	0.72	8	2.29	20408	1.21

AMENAZA-Con	L-RURAL	%Locrural	PRURAL-500H	%PR-500hab	LR-500HAB	%LR-500hab	PR+500H	%PR+500hab	LR+500 HAB	%LR+500hab
muy baja	705	18.29	91744	19.79	553	20.34	155929	12.78	152	13.38
baja	2032	52.71	250902	54.12	1460	53.70	605714	49.63	572	50.35
media	769	19.95	83940	18.11	483	17.76	307692	25.21	286	25.18
alta	294	7.63	31679	6.83	180	6.62	136028	11.15	114	10.04
muy alta	55	1.43	5330	1.15	43	1.58	15078	1.24	12	1.06

RIESGO-Con	POB95	% Pob	LOCALIDADES	% Loc	POB-URBANA	% Poburb	LOC-URBANA	% Locurb	POB-RURAL	%Pobrural
muy bajo	9669247	82.65	1095	26.05	9195834	91.81	225	64.47	473413	28.11
bajo	807368	6.90	1509	35.89	229539	2.29	53	15.19	577829	34.31
medio	983668	8.41	1139	27.09	507585	5.07	52	14.90	476083	28.27
alto	207937	1.78	392	9.32	67707	0.68	16	4.58	140230	8.33
muy alto	31503	0.27	69	1.64	15022	0.15	3	0.86	16481	0.98

RIESGO-Con	L-RURAL	%Locrural	PRURAL-500H	%PR-500hab	LR-500HAB	%LR-500hab	PR+500H	%PR+500hab	LR+500 HAB	%LR+500hab
muy bajo	870	22.57	93669	20.20	553	20.34	379744	31.12	317	27.90
bajo	1456	37.77	181816	39.22	1066	39.21	396013	32.45	390	34.33
medio	1087	28.20	136719	29.49	765	28.14	339364	27.81	322	28.35
alto	376	9.75	46465	10.02	281	10.33	93765	7.68	95	8.36
muy alto	66	1.71	4926	1.06	54	1.99	11555	0.95	12	1.06

ESTADÍSTICAS GRADO DE MARGINACIÓN SOCIOECONÓMICA 1995
--

MARGINACIÓN	POB95	% Pob	LOCALIDADES	% Loc	POB-URBANA	% Poburb	LOC-URBANA	% Locurb	POB-RURAL	%Pobrural
muy bajo	9348172	79.90	600	14.27	9088338	90.74	201	57.59	259834	15.43
bajo	814637	6.96	519	12.35	550014	5.49	52	14.90	264623	15.71
medio	669923	5.73	866	20.60	252739	2.52	59	16.91	417184	24.77
alto	549733	4.70	1051	25.00	98558	0.98	29	8.31	451175	26.79
muy alto	317258	2.71	1168	27.78	26038	0.26	8	2.29	291220	17.29
	11699723	100	4204	100	10015687	100	349	100	1684036	100
MARGINACIÓN	L-RURAL	%Locrural	PRURAL-500H	%PR-500hab	LR-500HAB	%LR-500hab	PR+500H	%PR+500hab	LR+500 HAB	%LR+500hab
muy bajo	399	10.35	32268	6.96	227	8.35	227566	18.65	172	15.14
bajo	467	12.11	50566	10.91	275	10.11	214057	17.54	192	16.90
medio	807	20.93	97534	21.04	499	18.35	319650	26.19	308	27.11
alto	1022	26.51	139746	30.14	713	26.22	311429	25.52	309	27.20
muy alto	1160	30.09	143481	30.95	1005	36.96	147739	12.11	155	13.64
	3855	100	463595	100	2719	100	1220441	100	1136	100