



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO**

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN GEOGRAFÍA

EXPRESIÓN TERRITORIAL DE LOS RIESGOS SOCIONATURALES, UNA VISIÓN DESDE LA GEOGRAFÍA:  
INUNDACIONES EN EL MUNICIPIO DE NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO.

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
DOCTOR (A) EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:

MARÍA MILAGROS CAMPOS VARGAS

DIRECTOR(A) DE TESIS

DRA. ALEJANDRA TOSCANA APARICIO

PROFESORA- INVESTIGADORA TITULAR C DEL DEPARTAMENTO DE POLÍTICA Y CULTURA, UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA METROPOLITANA- XOCHIMILCO

CIUDAD DE MÉXICO, MAYO, 2017



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# DEDICATORIAS

*A Iñaki, Ían, María y Francisco.*

## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco con enorme sinceridad y admiración a la Dra. Alejandra Toscana Aparicio, una gran amiga y asesora de la tesis. Al Dr. José Ramón Hernández; al Dr. Juan Campos Alanís, a la Dra. Brisa Violeta Carrasco, a la Dra. Olivia Salmerón y al Dr. Alejandro Rafael Maldonado Granados, por la lectura, revisión y aportación de sus conocimientos a esta investigación, así como por ser grandes colegas, y amigos entrañables. De forma especial, a la Lic. Ana Cecilia Peña Nieto por su apoyo, amistad, consejos y confianza para que este paso de mi formación académica se lograra. Al Dr. Alfredo Barrera, Rector de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), por las acciones que facilitaran mi participación y conclusión en el programa de posgrado en Geografía. También, con un cariño incondicional agradezco a Iñaki, Ian y Francisco, por su amor y paciencia durante la construcción y conclusión de este proyecto, incluyo también a mi compañero geógrafo y amigo Lic. Alejandro Pérez García por su amistad apoyo técnico. Finalizo con la referencia al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por el financiamiento otorgado y, con especial cariño, a la Universidad Nacional Autónoma de México, por brindarme su cobijo a lo largo de mi formación académica.*

# ÍNDICE

RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO I LOS RIESGOS SOCIONATURALES.....	18
1.1. Aproximaciones teórico conceptuales de los riesgos socionaturales .....	18
1.2. El proceso de inundación como riesgo socionatural .....	27
1.2.1. Las inundaciones como amenaza socionatural .....	27
1.2.2 Las inundaciones como riesgo socionatural.....	31
1.2.3. Impactos de los riesgos por inundación desde la perspectiva socionatural .....	32
1.3. Alternativas metodológicas para la evaluación de los riesgos desde la postura socionatural .....	37
1.3.1. Los marcos conceptuales de la comunidad del riesgo de desastre.....	39
1.3.2. Los modelos integrativos .....	49
1.3.3. Similitudes y diferencias de los modelos de evaluación .....	57
CAPÍTULO II TERRITORIO Y ANÁLISIS GEOESPACIAL DESDE LA PERSPECTIVA DE LA GEOGRAFÍA PARA EL ESTUDIO DEL RIESGO SOCIONATURAL.....	61
2.1. El territorio como postura de análisis.....	61
2.2. La postura geográfica del concepto <i>territorio</i> .....	64
2.3. Los marcos metodológicos de la disciplina geográfica y su pertinencia en la temática de riesgos .....	71
2.3.1 Las ciencias de la información como herramienta del análisis geoespacial.....	73
2.3.2 Geografía automatizada.....	74
2.3.3 La ciencia de la información geográfica.....	76
2.3.4. La incorporación del análisis social en la ciencia de la información geográfica.....	81
2.3.5. Las ciencias de la información geográfica en el estudio de los riesgos .....	87
CAPÍTULO III PROPUESTA METODOLÓGICA DE ANÁLISIS DE RIESGO SOCIONATURAL DE INUNDACIÓN.....	99
3.1. Fundamento teórico-metodológico.....	99
3.2. Esquema metodológico.....	102
3.3. Materiales y métodos .....	104
3.3.1. Fase descriptiva-explicativa.....	104

3.3.2. Fase cuantitativa .....	111
3.4. Análisis de riesgo .....	127
CAPÍTULO IV EXPRESIÓN TERRITORIAL DEL RIESGO SOCIO NATURAL DE INUNDACIÓN EN EL MUNICIPIO DE NAUCALPAN: CONDICIONES FÍSICAS Y DIMENSIONES SOCIOECONÓMICAS .....	130
4.1. Fase descriptiva-explicativa.....	130
4.1.1. Descripción del contexto físico-geográfico del municipio de Naucalpan .....	131
4.1.2. Localización.....	131
4.1.3. Condiciones geológicas, topográficas y edáficas.....	132
4.1.4. Condiciones climáticas, hidrográficas y de vegetación .....	136
4.2. Organización territorial .....	139
4.2.1. Características de desarrollo económico y consolidación urbana.....	151
4.2.2. Características de migración.....	154
4.3. Condiciones de transformación e impacto por actividades humanas .....	156
CAPÍTULO V EXPRESIÓN TERRITORIAL DEL RIESGO SOCIONATURAL DE INUNDACIÓN: CONDICIONES FÍSICAS Y DIMENSIONES SOCIOECONÓMICAS.....	179
5.1. Los indicadores como factores de riesgo .....	180
5.1.1. La dinámica fluvial como amenaza socionatural .....	180
5.1.2. Procesos de inundación y sus efectos sobre los elementos expuestos.....	187
5.1.3. El grado de vulnerabilidad socioeconómica.....	192
5.1.4. La zonificación del riesgo socionatural de inundación y su expresión territorial .....	197
5.1.5. La capacidad institucional de protección civil del manejo del riesgo de inundación	202
CONCLUSIONES .....	222
CONSIDERACIONES FINALES .....	225
REFERENCIAS.....	228
ANEXO 1 .....	252

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Conjunto de indicadores de riesgo de desastres .....	42
---	----

Tabla 1.2 Evaluación del riesgo de las comunidades a partir de su vulnerabilidad y capacidad de recuperación.....	48
Tabla 2.1 Contenido de las ciencias de información geográfica. ....	79
Tabla 3.1. Indicadores para el análisis de la componente natural abiótica. ....	106
Tabla 3.2. Indicadores para el análisis de la componente natural biótica .....	107
Tabla 3.3. Indicadores para el análisis de la componente antrópica. ....	107
Tabla 3.4. Contenido de los indicadores ambientales .....	108
Tabla 3.5. Características físicas de las cuencas de los principales ríos. ....	116
Tabla 3.6. Asignación de los valores de peso a los porcentajes de intervención humana por clase. ....	119
Tabla 4.1 Estado de México y Naucalpan: población total y tasa de crecimiento medio anual, 1970-2000 .....	148
Tabla 4.2. Densidad bruta de Naucalpan, 1950-2010.....	148
Tabla 4.3. Características económicas por sector económico. ....	152
Tabla 4.4. Cambio de uso de suelo del municipio de Naucalpan.....	160
Tabla 4.5. Colonias con afectación por encharcamiento y/o inundación, el río colindante y la evidencia en campo.....	177
Tabla 5.1. Datos de modelos de láminas de agua. ....	181
Tabla 5.2. Reportes de colonias con afectación por la mayor recurrencia de procesos de inundación.....	185
Tabla 5.3. Reportes de colonias con afectación por recurrencia media de procesos de inundación. ....	185
Tabla 5.4. Reportes de colonias con afectación por recurrencia baja de procesos de inundación .....	186
Tabla 5.5. Tipo y número de elementos expuestos a procesos de inundación por periodo de retorno .....	188
Tabla 5.6. Población afectada por AGEB y manzanas.....	188
Tabla 5.7. Grado de vulnerabilidad por colonia .....	194
Tabla 5.8. Valores de estandarización por factor de riesgo. ....	198
Tabla 5.9. Misión de unidades de atención a nivel federal de la protección civil en México .....	204

Tabla 5.10. Ejemplo de respuestas acerca de los conceptos de desastre, riesgo, amenaza y vulnerabilidad .....	210
---	-----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. El Modelo Bollin.....	42
Figura 1.2. Componentes del modelo del triángulo del riesgo.....	45
Figura 1.3. Marco de acción para la reducción del riesgo de desastres .....	47
Figura 1.4. Marco conceptual del modelo de la Cebolla.....	50
Figura 1.5. Marco Conceptual de BBC.....	52
Figura 1.6. Modelo de Presión y Liberación .....	54
Figura 1.7. Marco teórico del enfoque holístico .....	56
Figura 3.1. Delineación teórico metodológica de la evaluación de riesgo socio natural desde la visión territorial, la Comunidad de Riesgo de Desastre y las Ciencias de la Información Geográfica .....	56
Figura 3.2. Metodología de investigación geográfica territorial.....	105
Figura 3.3. Modelo Bollin .....	112
Figura 3.4. Cálculo del factor de amenaza de inundación.....	114
Figura 3.5. Desarrollo metodológico de elementos expuestos.....	120
Figura 4.1. Naucalpan en la ZMVM.....	132
Figura 4.2. Geología del municipio de Naucalpan .....	133
Figura 4.3. Características morfológicas de Naucalpan .....	134
Figura 4.4. Características edáficas del municipio de Naucalpan .....	135
Figura 4.5. Características climáticas de Naucalpan .....	137
Figura 4.6. Distribución de la red de drenaje de Naucalpan.....	138
Figura 4.7. Densidad de población en Naucalpan .....	149
Figura 4.8. Uso actual del suelo en Naucalpan .....	150
Figura 4.9. Clasificación urbana del municipio de Naucalpan .....	154
Figura 4.10. Ocupación de uso de suelo.....	158
Figura 4.11. Red hidrográfica y mapa de altitud del municipio de Naucalpan .....	163
Figura 4.12. Densidad de drenaje de Naucalpan .....	164
Figura 4.13. Invasión urbana sobre red hidrográfica de Naucalpan.....	165
Figura 4.14. Ubicación de zona urbana con riesgo de inundación.....	169
Figura 4.15. Área de impacto en la geometría del afluente del río San Mateo .....	171
Figura 4.16. Área de impacto por deposición de material de ríos Tololinga y Hondo .....	173
Figura 4.17. Colonias afectadas por inundaciones en Naucalpan.....	174
Figura 5.1. Ocupación de territorio por actividades humanas en Naucalpan .....	182
Figura 5.2. Amenazas socionatural de inundación en Naucalpan.....	184
Figura 5.3. Puntos de conflicto, colonias afectadas por inundaciones y mapa de amenaza.....	187

Figura 5.4. Influencia de lámina de agua sobre vialidades principales de Naucalpan .....	189
Figura 5.5. Elementos expuestos y láminas de agua de Naucalpan .....	190
Figura 5.6. Zona de mayor número de elementos expuestos en Naucalpan .....	192
Figura 5.7. Vulnerabilidad socioeconómica por AGEB en Naucalpan .....	193
Figura 5.8. Riesgo siconatural de inundación del municipio de Naucalpan .....	199

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1.1. Descarga de lluvia en milímetros del 11 al 18 de septiembre de 2013 .....	34
Gráfica 4.1. Población migrante por lugar de origen en Naucalpan, 2010 .....	155
Gráfica 5.1. Fenómenos considerados un riesgo en la ciudad de México .....	211
Gráfica 5.2. Factores que influyen para que se genere un riesgo de inundación .....	212
Gráfica 5.3. Clasificación de datos de precipitación .....	213
Gráfica 5.4. Reactivos de capacitación .....	214
Gráfica 5.5. Reactivos sobre instrumentos del manejo de riesgo .....	215
Gráfica 5.6. Reactivos de difusión y capacitación a la población .....	216
Gráfica 5.7. Responsabilidad en cuanto al manejo del riesgo por tipo de autoridad .....	218
Gráfica 5.8. Mantenimiento de obras de infraestructura .....	220

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 4.1. Parque Otomí Mexica Zempoala La Bufa .....	162
Imagen 4.2. Cauce de los ríos Totlinga y de Los Remedios .....	166
Imagen 4.3. Asentamientos humanos en cimas y barrancas .....	167
Imagen 4.4. Ejido el San Francisco Chimalpa .....	168
Imagen 4.5. Confluencia de los ríos Hondo y Verde y casa en la colonia la Cañada .....	170
Imagen 4.6. Invasión de predio .....	171
Imagen 4.7. Desperfectos en río San Mateo .....	172
Imagen 4.8. Invasión del <i>talweg</i> .....	172
Imagen 5.1. Efectos de la tormenta en Valle Dorado .....	191

# RESUMEN

La investigación se centra en el riesgo siconatural, entendido como la interacción de la estructura social (condiciones y características demográficas, económicas, institucionales) y del soporte del medio físico, que puede potencializar los efectos de los procesos naturales y transformarlos en un factor de amenaza.

Se construyó un marco teórico metodológico fundamentado en la disciplina geográfica, retomando el concepto de territorio y análisis espacial, que propone una visión holística que integra aspectos físicos y sociales del municipio mexiquense Naucalpan de Juárez. El objetivo fue crear una propuesta que permita explicar la expresión territorial, causas y consecuencias de los riesgos siconaturales de inundación.

La tesis incluye tres fases: 1) discusión del concepto de riesgo siconatural y su gestión, y las alternativas de análisis desde la geografía; 2) modelo descriptivo con indicadores demográficos, económicos y de uso de suelo, para el diagnóstico situacional de las causas y consecuencias del impacto sobre el medio físico natural por la ocupación urbana que conlleva a la generación o potencialización de la amenaza de inundación; 3) valoración cuantitativa del índice de riesgo global siconatural de inundación por medio del análisis geoespacial basado en factores clave: amenaza inducida, vulnerabilidad socioeconómica, exposición de los elementos y capacidad institucional del manejo de riesgo.

La investigación formula un análisis sobre la expresión del riesgo siconatural de inundación en el municipio de Naucalpan, al delinear espacialmente zonas propensas a ser afectadas por diferentes niveles de riesgo, determinados por la incidencia que le imprime cada uno de los factores clave.

# ABSTRACT

The present research focuses on the socio-natural risk, understood as the interaction between the characteristics and conditions that built the social structure (such as economic, demographic and institutional factors), and the physical environment, which can reinforce the effects of natural processes and may transform them into a threat.

A theoretical framework and methodology has been designed based on the geographic discipline, particularly, the concepts of territory and space analysis. Both terms inferred a holistic vision that integrates physical and social aspects of Naucalpan de Juárez municipality. The main objective is to develop a proposal that could help to explain the territorial expression, but also, causes and consequences of socio-natural flood risks.

This work is presented in three stages: 1) discussion over the concept of socio-natural risk, its management and alternatives to explain it from a geographical perspective; 2) a descriptive model with indicators such as demography, economy and use of land, required for the situational diagnosis of the effects on the physical and natural environment, caused by urban occupation; 3) quantitative valuation of the global socio-natural risk index based on a geo-spatial analysis which includes key elements such as induced threat, socioeconomic vulnerability, exposure of elements and institutional capacity of risk management.

The current study describes the situation of socio-natural flood risk in Naucalpan municipality. It centers in specific zones that are more vulnerable because of different risk levels, defined by the frequency reported in each of the main factors.

# INTRODUCCIÓN

Una de las características de la sociedad actual es su capacidad para generar, focalizar y promover intereses creados en la carrera hacia el agotamiento precoz de los recursos y de los medios básicos para el sustento de la vida. Se produce un consumo masivo de bienes y servicios, situación que ha generado efectos negativos y diversos riesgos para la sociedad (Mora, 1997). El proceso de explotación impulsa la alteración de los ecosistemas naturales, y en algunos casos imprimen en los eventos naturales características similares de una amenaza debido al aumento de su ocurrencia e intensidad.

Los efectos relacionados con las características de degradación tienden a incrementar debido a variables de vulnerabilidad presentes en la sociedad. Entre ellas sobresalen las de tipo económico, como las condiciones de pobreza, marginación y/o exclusión, que pueden propiciar una situación de desastre, así como una menor capacidad de recuperación (Wilkman et al., 1994). Mientras, entre las variables sociales, se ha detectado que el nivel educativo, la edad, el género, la etnia, la religión y la afiliación política, entre otras, pueden incrementar la vulnerabilidad de la población (Bollin y Stanford, 1999). Al respecto, Arias (2010: 26) menciona que

La relación entre la degradación ambiental y los estados de vulnerabilidad deriva en problemáticas relacionadas con riesgos de inundación, agrietamientos, hundimientos y/o deslizamientos, que suceden cada año, especialmente durante el temporal de lluvias.

A la situación descrita se suma el papel de las instituciones públicas, quienes son las encargadas tanto del manejo y uso del suelo como de la protección de la población en situaciones de riesgo. La capacidad de atención y recuperación de los grupos sociales

depende de la fortaleza de las medidas de prevención y actuación propuestas por dichas instancias.

De acuerdo con Ulrich Beck (1996: 1), la problemática expuesta es resultado de las características de la sociedad moderna; es decir, una sociedad del riesgo, donde este último ya no se entienden como producto del destino, sino de la toma de decisiones y de un amplio abanico de opciones fundamentadas frente a la ciencia, la política, la industria, los mercados y el capital. En este contexto, se reconoce la existencia de una categoría de riesgo socionatural, en el que la intervención del factor humano se plantea desde dos perspectivas: primero, su interacción física con el medio ambiente (uso de suelo, manejo y explotación de recursos naturales, entre otros); segundo, la construcción de estructuras socioeconómicas e institucionales. Ello conduce a problemas complejos, los cuales deben ser atendidos mediante un análisis que, de acuerdo con Cardona (2001), se enfoque en la gestión y el manejo del riesgo, para que no exista una condición de desastre, sino una modificación, reducción y/o control de éste por vía de la acción humana.

Diversos enfoques teórico-metodológicos proponen esquemas de gestión y reducción de riesgos (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2001). A partir de los años 90, se desarrollaron estudios que, al combinar experiencias técnicas y científicas (Bollin, 2006), plantearon modelos enfocados a la atención de factores socioeconómicos y ecológicos. Actualmente, se habla de modelos que, en el caso de la ecología, definen su análisis a partir de la visión del desarrollo sostenible y, en el de la economía, proporcionan una percepción adecuada de la situación actual de una comunidad con respecto de los factores de riesgo, mediante un sistema de indicadores.

El estudio de los riesgos se torna cada vez más complejo debido a la necesidad de un análisis multifactorial para su comprensión. En él se deben integrar variables relacionadas con temas físicos, ambientales, sociales, económicos, culturales, etcétera. Por ello, la problemática debe abordarse desde diversas perspectivas. En tal sentido, la ciencia geográfica es un referente analítico para entender, explicar y localizar territorialmente el

fenómeno desde un enfoque holístico que considere diferentes aspectos de la construcción material del riesgo.

De acuerdo con Ostuni (1992), el espacio refleja en sus formas las motivaciones y acciones de la sociedad que sustenta. A partir de esta definición, se retoma la noción de territorio como una expresión particular dentro del espacio, entendido como la materialización de la relación hombre-medio (Henntter, 1927, referido en Toscana, 2010) donde subyacen objetos naturales y relaciones sociales con una intencionalidad que vincula a los sujetos con el objeto (Santos, 1996: 74). Por lo tanto el territorio es identificado como una delimitación del espacio geográfico a partir de su división (Sánchez, 1991: 6), así como por su apropiación y control por parte de un grupo humano (Sánchez, 1992: 66-67).

Con base en las premisas anteriores, el presente estudio plantea la siguiente hipótesis:

*La expresión territorial del riesgo siconatural de inundación en el municipio de Naucalpan involucra al medio físico natural y a la estructura social, el primero aspecto funciona como el soporte material de apropiación sobre el cual la sociedad efectúa actividades inherentes al manejo y uso de suelo, lo que conduce al impacto y degradación del medio físico, que transforma al proceso natural de inundación en una situación de amenaza, la cual se conjuga con aspectos de la estructura social referentes a los estados de vulnerabilidad socioeconómica y capacidad institucional del manejo de riesgo y es a partir de esta relación que se concibe la construcción material de territorios de riesgo.*

Con base al planteamiento antes mencionado, la investigación se plantea desde una perspectiva teórico-metodológica de corte historicista sintético basado en el método hipotético-deductivo; bajo una visión holística referida a la naturaleza del objeto de estudio de riesgo siconatural; en el que se integran aspectos físico-naturales, sociales e institucionales bajo la orientación de la disciplina geográfica en su concepción de análisis

del espacio geográfico y del riesgo como una construcción social. Esta se implementó en el municipio de Naucalpan de Juárez, Estado de México por ser un espacio representativo para el objeto de estudio (riesgo socionatural) en términos de ocupación masiva de uso de suelo urbano, y degradación de un ecosistema con fuerte dinámica hidrológica.

En un primer momento y desde una perspectiva cualitativa, se retomó la visión social, histórica y regional a partir de métodos que permitieron caracterizar la evolución histórica y el funcionamiento actual de los fenómenos de apropiación y uso de suelo, que dieron pie a la construcción del riesgo en su concepto socionatural, para lo cual se emplearon técnicas descriptivas que permiten clasificar, ordenar y explicar los modos de organización, producción y distribución de sus elementos, formas y población. Éstos son factores que establecieron una dialéctica entre los procesos de apropiación y organización del suelo, en términos de su uso, así como de sus implicaciones en cuanto a la construcción de espacios de riesgo, debido a la generación y/o el incremento de la condición de amenaza por inundación, esto con respecto a las dimensiones de su vulnerabilidad.

En una segunda fase, basada en las ideas de la geografía aplicada (posmoderna), se planteó a las ciencias de la información geográfica y al análisis geoespacial como guías para el reconocimiento y la medición de elementos seleccionados, ordenados, jerarquizados y presentados mediante el diseño e instrumentación de un índice de riesgo de factores que incluye la amenaza inducida o potencializada, las condiciones de vulnerabilidad (socioeconómica y ambiental), la exposición de elementos expuestos y las capacidades institucionales en el manejo y la gestión de riesgos. Su objetivo es localizar, definir y representar de forma gráfica (a partir de mapas) los niveles de afectación del proceso de inundación en tanto que riesgo socionatural.

Así, el objetivo general de la tesis *es formar un análisis descriptivo explicativo de orden geográfico territorial y una valoración cuantitativa de riesgo socionatural de inundación por medio del cual se logre definir y explicar su expresión territorial, sus causas y consecuencias en el municipio de Naucalpan, Estado de México.*

La intención fue plantear una propuesta que formará un marco teórico-metodológico, a partir del cual se permita establecer un razonamiento que transite de la descripción a la explicación, por medio de un análisis alternativo en el que se incluyen elementos claves como los factores generadores de riesgo de inundación para su entendimiento. Con lo que se buscó formular un análisis que proporcione evidencias de que los procesos de inundación son una cuestión natural del sistema hidrográfico del municipio pero que las actividades humanas los convierten en una condición de riesgo como producto de la transformación, modificación e impacto sobre el entorno natural. A partir de ello, se debería acabar con la postura de los esquemas político-administrativos donde los riesgos son entendidos como problemas de dimensión natural –perspectiva que exime de responsabilidad a las autoridades locales– y no se considera su raíz en procesos sociales como la aplicación de determinadas políticas públicas y decisiones tomadas por parte del sector público.

Para logara el objetivo general se plantearon objetivos particulares enfocados a: analizar el concepto de riesgo socionatural, las formas de evaluación desde la geografía en relación con el concepto de territorio, los marcos de trabajo en cuanto a la gestión de riesgos; e implementar una modelación de orden mixto descriptivo-cuantitativo que permitiera explicar y evaluar este tipo de riesgos desde un enfoque territorial, con apoyo en las Ciencias de la Información Geográfica. Cada uno de los objetivos antes mencionados, se encuentra inmerso en la estructura capitular del proyecto, la cual integran cuatro apartados.

El primer capítulo reseña las definiciones del concepto *territorio* caracterizado dentro del pensamiento geográfico, el cual es analizado desde la postura de las ciencias de la información geográfica. El estudio se realiza en correspondencia con la base conceptual de la relación entre sociedad y naturaleza, desde el ámbito territorial y el análisis geoespacial para la evaluación cuantitativa del riesgo.

En el capítulo dos se realiza un recorrido por los marcos conceptuales que guían hacia la definición de *riesgo socionatural*, así como hacia los métodos de análisis en función de

su definición y contenido. Ello, a partir de la exposición de las diferentes investigaciones donde se contemplan enfoques que han transitado desde la postura naturalista orientada al análisis y el entendimiento del fenómeno natural como amenaza o peligro –el cual, a su vez, se considera sinónimo de riesgo de desastre–, hacia el análisis de los riesgos como construcción social, en el que el concepto de riesgo se discute como la antesala del desastre, diferenciándolo de la amenaza e incluyéndole factores socio organizativos que conducen a situaciones de vulnerabilidad.

En el capítulo tres se presenta la referencia metodológica que guía el análisis desde la perspectiva territorial y las ciencias de la información geográfica. Además, se abordan el término territorio desde una perspectiva geográfica para el análisis del riesgo y el contenido del desarrollo del modelo de índice propuesto, planteado en el marco de trabajo en la comunidad. El objetivo es conjuntar los planteamientos para entender la construcción de los espacios de riesgo de inundación en un contexto de ocupación, intervención, transformación e impacto al medio ambiente. Asimismo, se busca comprender las repercusiones en cuanto a la vulnerabilidad frente a amenazas construidas.

En el capítulo cuatro se presenta el desarrollo metodológico y la instrumentación de la fase descriptiva-explicativa de la caracterización territorial del municipio de Naucalpan. La caracterización físicogeográfica se integra por medio de una serie de indicadores del medio natural y social, a partir de la cual se reconocen las especificidades de la dinámica natural en términos hidrográficos, así como las condiciones demográficas, el uso de suelo y la vulnerabilidad, los cuales interactúan y forman escenarios de amenaza de inundación.

En el último apartado se desarrolla el Índice de Riesgos Global Socionatural de inundación en el que se empleó el modelo Bollín (2003); por medio del cual se evaluaron de forma holística elementos físicos y sociales como indicadores individuales y después integrados para conocer de forma específica y complementaria su injerencia en la expresión territorial del riesgos dentro del municipio, esto, desde la amenaza, producto

de la modificación de la red fluvial por medio de la ocupación de uso de suelo urbano, el nivel de exposición representado por la densidad de población e infraestructura urbana, el grado de vulnerabilidad socioeconómica y las capacidades de la estructura de la dirección de Protección Civil del municipio, siendo este último factor una aportación importante en el análisis, debido a que complementa de manera sustancial la evaluación del riesgo, al reconocer una variable encaminada a su manejo y gestión por parte de las instancias gubernamentales encargadas de la toma de decisiones en el tema tratado. En el apartado se incluye las conclusiones y consideraciones finales desarrolladas con base en los principales hallazgos y aportaciones de la investigación en cuanto a la instrumentación de la metodología y los resultados obtenidos.

Finalmente los resultados de la investigación logran formar una base de información acerca de la amenaza, de la vulnerabilidad socioeconómica y la capacidad institucional del municipio, como ejes claves y/o variables para la identificación espacial de áreas por nivel de riesgo socionatural de inundación que en términos de prevención forman una línea de base para la focalización de espacios propensos de afectación que requieran la inversión y realización de acciones de planeación, prevención y atención de áreas en situación crítica o con gran probabilidad de sufrir daños que anticipe al desastre. Dichas acciones podrían contribuir a la deconstrucción del riesgo desde el ámbito geográfico territorial.

# CAPÍTULO I

## LOS RIESGOS SOCIONATURALES

En este apartado se presenta un recorrido por los marcos conceptuales que han abordado la definición del riesgo desde la postura siconatural. Se incluyen algunos análisis en los cuales se exploran los campos de trabajo que plantean como eje metodológico estudios holísticos e integradores de evaluación y gestión del riesgo.

### 1.1. Aproximaciones teórico conceptuales de los riesgos siconaturales

La conceptualización de los términos *riesgo* y *desastre*, en relación con la interacción entre sociedad y naturaleza, inicia con las discusiones teóricas que surgen a raíz del temblor de Lisboa de 1755. Debido a su magnitud<sup>1</sup>, este evento despertó el interés de científicos y filósofos por indagar sobre sus causas y consecuencias. El primero en iniciar la reflexión acerca de los efectos y causas del terremoto fue el filósofo Voltaire, quien basó su argumento en demostrar que un desastre de tal magnitud no podía ser generado por designio divino, ya que un dios infinitamente bueno y justo como el que anunciaba el cristianismo de la época no podía permitir la destrucción y el sufrimiento de tantos inocentes ni ocasionar catástrofes de manera caprichosa y arbitraria. En su reflexión, el

---

<sup>1</sup> En el territorio referido, no sólo se derrumbaron los edificios, sino que también hubo una serie de incendios y, posteriormente, un tsunami. Gran parte de la ciudad quedó destruida. Se calcularon entre 10,000 y 70,000 víctimas fatales (Böhme y Böhme, 1996).

autor daba a entender que la naturaleza debía ser comprendida en su lógica interna e independiente de la voluntad divina (Toscana, 2012: 21).

En respuesta a la postura de Voltaire, que juzgaba a la religión y atribuía la responsabilidad de los desastres a la naturaleza, Rousseau realizó una crítica severa y señaló que los desastres no eran episodios meramente naturales, sino que estaban compuestos por elementos sociales. De acuerdo con este autor, las miles de víctimas pudieron haberse salvado mediante una planificación urbana adecuada. Así, el culpable de la situación no era el terremoto en tanto que proceso natural o divino, como se pensaba en aquella época, sino la sociedad. Ello se reflejaba en aquellos asentamientos humanos expuestos a sismos y tsunamis (Ayala et al., 2002).

Así, la postura de Voltaire realiza una crítica al pensamiento ilustrado, en el que se concebía al mundo como el mejor del universo desde un ámbito metafísico. El autor colocaba al ser humano como un ente expuesto a los caprichos de la naturaleza. En contraparte, la propuesta de Rousseau exime tanto a la religión como a la naturaleza de la responsabilidad ante los desastres y realza la idea de que las estructuras sociales y la deficiente apropiación del espacio son las culpables de las catástrofes. Esta perspectiva argumenta que un desastre no es producto de la actuación de fuerzas sobrenaturales o de los procesos físicos de la tierra, sino de la interacción del ser humano con la naturaleza.

El desarrollo de la idea de la relación entre naturaleza, sociedad y desastre se consolidó hasta mediados del siglo XX. Desde una visión ecológica, la escuela anglosajona de la ecología humana -representada por el geógrafo Harlan Barrows (1923, referido en Martínez, 2009: 250) y apoyada por disciplinas sociológicas- construyó la propuesta de la relación e influencia del ser humano en el medio natural. Ésta propone que, para concebir los desastres, se debe partir del entendimiento del ajuste humano al medio ambiente, más que de las influencias ambientales sobre la sociedad. Su argumento principal establece que las alternativas elegidas por diversas sociedades no siempre resultan las más adecuadas y, por ende, generan impactos negativos sobre la población. Esto se ejemplifica

a partir de los denominados *riesgos naturales* (Sauri, 1993). Así, se reafirma la inclusión de la sociedad en la generación de los desastres.

A la argumentación de Barrows le siguieron las investigaciones elaboradas por el geógrafo Gilbert F. White, quien utilizó el razonamiento geográfico para enfatizar la distinción entre hombre y naturaleza como entidades contrapuestas. El autor hace hincapié en la constante interacción entre actividad humana, por un lado, y el medio natural, por el otro, dentro de límites muy variables. Hasta cierto nivel, diversos mecanismos de tipo técnico y social –los cuales suelen ser complejos– permiten al hombre obtener de la naturaleza aquello que le es útil, al mismo tiempo que mitigan la incidencia de otros aspectos que pueden ser perjudiciales en algún grado (Calvo, 1984).

Desde el punto de vista teórico, los estudios de White (en Calvo, 1984) cristalizan la diferenciación entre los conceptos *peligro* (o amenaza) y *riesgo*; el primero refiere a los fenómenos naturales potencialmente desastrosos, mientras que el segundo es empleado para introducir la acción humana. En síntesis, las personas no poseen un rol pasivo ante la peligrosidad de la naturaleza; al contrario, emprenden acciones. Cuando un peligro afecta a un grupo humano, se puede hablar de un riesgo (Toscana, 2006: 11).

Con lo anterior, surgió de manera formal el planteamiento de los riesgos de desastre, el cual alteró de forma contundente la manera en que se concebían los desastres conocidos como *naturales*. Dicho enfoque menciona que el riesgo natural implica la interacción de uno o más fenómenos naturales potencialmente catastróficos (interpretados como peligro y/o amenaza) con un grupo humano. En los trabajos de White se postula que los riesgos naturales dependen tanto de las características del fenómeno natural –en términos de intensidad, magnitud, duración, extensión espacial y frecuencia–, como de los asentamientos humanos y su capacidad de respuesta ante los fenómenos, mismos que son determinadas por la percepción social del problema (en Douglas, 1996).

Durante las siguientes dos décadas del siglo XX, se desarrollaron estudios relacionados con la estructura social en el análisis de riesgos y desastres naturales. Éstos siguieron la misma línea de la década anterior, pero incluían una vertiente sociológica

desde la cual se exploraba el comportamiento colectivo y de origen cognitivo de la población durante la emergencia. Su objetivo era analizar la respuesta de los individuos en función de la percepción que tienen del riesgo, partiendo de la idea de que la sociedad toma decisiones racionales para adaptarse a la situación peligrosa. Sin embargo, todavía se concebía al fenómeno natural como la causa principal de la generación de los desastres (Toscana, 2003: 11).

A pesar de los intentos de las dos vertientes mencionadas por incluir a la sociedad en la escena del desastre, aún se percibía la presencia de interpretaciones comprometidas<sup>2</sup> donde el argumento principal se enfocaba a la obra de la naturaleza como el factor detonante. En otras palabras, el desastre se entendía como el resultado del impacto de los fenómenos naturales sobre los grupos humanos. Ello imprimía una atención especial sobre el desarrollo de los eventos naturales y en el comportamiento de las poblaciones ante dicha situación. A partir de la inclusión de cuestiones sociales en el estudio de desastres, surgió el interés de los investigadores por comprender la dimensión social. Posteriormente, se dio lugar a un segundo paradigma basado en la vulnerabilidad como causa fundamental de los desastres.

Dentro de este marco conceptual, la vulnerabilidad de las sociedades era considerada como el grado de exposición al peligro, lo que hablaba de una vulnerabilidad física medida por el grado de afectación según la magnitud de los fenómenos y su impacto sobre elementos como la infraestructura de los asentamientos o las afectaciones a la población expuesta. En dicha propuesta se incluían, como parte de la vulnerabilidad, las técnicas de construcción y la infraestructura existente, las cuales pueden agravar o reducir el impacto de un fenómeno natural. Sin embargo, la postura aún consideraba al fenómeno natural como factor determinante del riesgo de desastre.

A finales de la década de los setenta, se propiciaron nuevas interpretaciones acerca de la vulnerabilidad derivadas de estudios de desastres ocurridos en los países

---

<sup>2</sup>Las interpretaciones comprometidas se caracterizan por la creencia en la existencia de una relación estrecha entre los fenómenos naturales y seres o fuerzas sobrenaturales (Elías 1990, en Toscana 2012).

denominados *subdesarrollados*.<sup>3</sup> La atención de diferentes disciplinas pertenecientes al campo de las ciencias sociales se centró en el tema de los desastres. Esta situación dio pie a conceptualizaciones formales dentro del desarrollo teórico-metodológico de cada disciplina y condujo a consolidar el tema de los riesgos –que hasta ese momento se consideraban como naturales– desde una perspectiva siconatural. En un principio, esto derivaba del creciente interés por las cuestiones económicas y culturales de las sociedades.

Dentro del enfoque sociológico, Quarantelli (1970) es considerado como uno de los primeros académicos en examinar los desastres y a la población afectada. Este autor menciona que, de 1950 a 1960, comenzó la transición en las ciencias sociales del análisis de los agentes físicos como los causantes de desastres hacia interpretaciones que incorporaban la participación de las comunidades afectadas. Por su parte, Calderón (2007: 23) señala que la idea de la ocurrencia de un desastre se deriva del colapso de la protección cultural; por ejemplo, al que igual un barco que se coloque fuera de la tormenta, si una ciudad resiste un temblor, no hay riesgo de desastre.

Desde la economía política se desarrolló una postura en la que los desastres fueron asociados a fenómenos naturales que son producto de la interacción entre la sociedad y la naturaleza. Sin embargo, sus análisis se centran únicamente en la distribución de costos y beneficios ambientales dentro de procesos específicos de desarrollo como los que ocurren en América Latina,<sup>4</sup> donde el desarrollo capitalista funciona como el mecanismo

---

<sup>3</sup> A partir de los años setenta, investigaciones en Perú (terremoto, 1970), Bangladesh (inundaciones, 1970), India (Ciclón, 1971), Nicaragua (terremoto, 1972), Sahel (Sequía, 1973 a 1974), Honduras (Ciclón, 1974) y Guatemala (Terremoto, 1975) generaron las evidencias de que la cantidad de desastres en los países menos desarrollados eran mayores que en los desarrollados, con cantidades de víctimas más elevadas y con mayor dificultad para recuperarse (Toscana, 2012).

<sup>4</sup> El desarrollo de tipo capitalista de América Latina se ha dado en condiciones de subordinación a los centros económicos mundiales. En esta región del mundo se presenta una mayor ocurrencia de desastres naturales relacionados por la estructura económica, caracterizada por un patrón de consumo y producción de los países dominantes que plantean presión y deterioro sobre la base de los recursos naturales del Tercer Mundo, lo que da lugar a una crisis ambiental de impacto global; a la explotación de los recursos bajo la lógica de la ganancia a corto plazo desentendiéndose de los costos a largo plazo mismos que son traspasados

explicativo de los desastres asociados a fenómenos naturales (Jordán et al., 1998) y no sólo a factores de crecimiento demográfico o la inadecuada adaptación al medio, como lo entendía la ecología humana. En esta misma línea, Pelanda (1981: 5-7, referido en Calderón, 2001: 23) considera al desastre como “un resultado social, producto de la consecuencia de un riesgo socioestructural”, donde la estructura económica es un tema preciso para determinarlo.

La geografía ambiental, apoyada en la visión de la ecología política, aborda la solución de problemas desde una visión socioambiental, dentro de la cual se tocan temas relacionados con el subdesarrollo, como los recursos naturales y el medio ambiente en el marco del capitalismo; la geopolítica, el imperialismo y el subdesarrollo; la desigualdad, la segregación social, la lucha de clases y la justicia social; y la planificación territorial. Esta perspectiva cuestiona el compromiso social tanto de las instituciones como de los individuos (Toscana, 2010).

Bajo la óptica socioambiental, Romero et al. (2011) mencionan que el análisis de riesgos se debe plantear como un integrado que incluya los flujos de transformación y los ciclos característicos de los procesos ecosistémicos, así como las desigualdades sociales y los intereses de poder. Éste debe entenderse como un campo de fuerzas sociales en tensión, donde diferentes actores ocupan un lugar y en el que los factores básicos son las dinámicas de los procesos naturales y las vulnerabilidades causadas por deficiencias en las estructuras sociales e institucionales.

Desde una postura fenomenológica,<sup>5</sup> Méndez (2008) comenta que la posición socioambiental de los riesgos naturales debería prestar atención a los diferentes agentes o

---

en varias generaciones y socializados a nivel global; y al hecho de las crisis económicas internacionales de larga duración que tienden a reforzar los efectos negativos antes mencionados (Jordán et al., 1998).

<sup>5</sup> A finales de la década de los años sesenta, muchos geógrafos se mostraron descontentos y desconfiados con las corrientes positivistas y marxistas dominantes en la disciplina y optaron por formas alternativas de conocimiento relacionadas con perspectivas humanistas, como el existencialismo y la fenomenología, dando así origen a la llamada *geografía humanística* (Buttimer, 1990; Unwin, 1995; Peet, 1998). La fenomenología, como crítica al empirismo y al positivismo científico, tiene sus bases en el pensamiento del filósofo Edmund Husserl (1859-1938). Su rasgo fundamental es que aboga por una mirada integral de los fenómenos que no separa las apariencias y las esencias; no establece escisión alguna entre objetividad y subjetividad; ni desliga la experiencia del mundo externo, puesto que toda experiencia siempre es

actores que construyen, destruyen y transforman cada territorio, sus intereses y valores, así como las estrategias de actuación que se manifiestan en los paisajes, en su estructuración interna, en sus desigualdades y, sobre todo en sus conflictos por la forma de apropiación y uso del territorio.

A partir de las primeras investigaciones realizadas desde las ciencias sociales sobre riesgos y desastres, Hewith (1983) realizó el planteamiento definitivo, que considera al fenómeno natural como el origen del desastre pero no su causa, la cual se encuentra realmente en el contexto social en que cada desastre ocurre. A partir de este momento, se perfiló un nuevo entendimiento de los riesgos de desastre previamente definidos. El estudio debía centrarse en el análisis de los procesos sociales que generan las condiciones para que un evento –en este caso natural– culmine en un desastre. Hewitt dirigió la atención hacia la producción de vulnerabilidad como una consecuencia de las condiciones sociales, políticas y económicas de las sociedades.

En cuanto a la investigación de los peligros ambientales, la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (conocida como LA RED) y la Oficina de Desarrollo Urbano para América del Sur congregaron en 1995 a numerosos investigadores de distintas disciplinas para que aportaran elementos nuevos en la solución de los problemas ocasionados por los peligros y sus consecuencias. Los resultados de estas deliberaciones se vieron reflejados en trabajos expuestos por los mexicanos Virginia García (1995) y Jesús Manuel Macías (1993), y los colombianos Omar Darío Cardona (1993) y Gustavo Wilches Chaux (1993), quienes incorporaron las políticas de planificación en los estudios de prevención de riesgos de desastre (referidos en Aneas, 2000).

---

experiencia de algo. Para Ley (1996), en los estudios contemporáneos de la geografía humanista, la postura fenomenológica permite entender que la realidad de la vida diaria ocurre siempre dentro de un contexto estructural de relaciones espacio-temporales concretas. De este modo, la geografía debe ser una síntesis de lo simbólico y lo estructural, en la que los valores y la conciencia se sitúen en un ambiente o contexto contingente, y donde se forme una vía de la conciencia desde el análisis geográfico; una geografía con seres humanos que sintetice lo simbólico y lo estructural y que sitúe los valores y la conciencia en un ambiente o contexto contingente (Mahecha, 2003).

De tal modo, el uso del concepto de *vulnerabilidad* se generalizó en círculos académicos sin dejar de reconocer la importancia de la valoración del peligro de los fenómenos naturales; es decir, de la amenaza de los elementos expuestos y su vulnerabilidad, referidos estos últimos a los sujetos o sistemas que podían ser afectados (Cardona, 2003). En el discurso de la evaluación de riesgos bajo la visión social, se establece de manera formal una relación sociedad-naturaleza que, de acuerdo con Wilches-Chaux (1993: 39), “se vincula al análisis de la dinámica espacial desde un doble sentido: amenaza (peligro y/o fenómeno peligroso) y vulnerabilidad de la población; expresada por la estructura social, económica, política, técnica, ideológica, cultural, educativa, ecológica e institucional”. En síntesis, se reconoce que la vulnerabilidad es el eje de análisis en la investigación de riesgos que determina la ocurrencia e intensidad del desastre. A partir de los estudios de la década de noventa, este concepto aparece como tema central en las investigaciones de riesgos y desastres desde las disciplinas sociales.

Otro factor que refuerza la idea de los riesgos producidos por la relación entre la sociedad y la naturaleza se deriva del análisis del espacio en su escasa significación para solucionar problemas como el subdesarrollo, la pobreza o la discriminación racial (Buzai, 1999). Esta corriente estuvo marcada por distintas líneas de trabajo que abarcaron el liberalismo, el movimiento liberatorio, el marxismo y el estructuralismo. Sus bases se encuentran en la justicia espacial y ambiental.

Lavell (1997: 7) considera que el impacto de la sociedad sobre los medios natural y construido presenta el efecto sinérgico de los procesos sociales derivados de modelos globales desarrollados e instrumentados en diversos países donde la explotación del territorio propicia su modificación y deterioro, al mismo tiempo que aumenta la amenaza y el riesgo de desastre. La importancia del medio se reconoce como el producto de una compleja relación entre los elementos de la naturaleza –como la tierra, el agua y el aire– y el ambiente socialmente fabricado. Esta situación es descrita por Beck (1998) como una interpretación de la sociedad moderna, considerada una sociedad de riesgo. El autor desarrolla la idea de que

Los riesgos de la etapa actual de la sociedad moderna ya no son producto del destino, sino de la toma de decisiones y de un amplio abanico de opciones en el que están de por medio la ciencia, la política, la industria, los mercados y el capital. Ahora, empezamos a preocuparnos no de lo que las fuerzas incontroladas de la naturaleza pueden hacernos a los humanos, sino de lo que los humanos le hacemos a la naturaleza y de la forma en que los daños al mundo natural se convierten en daños contra el hombre mismo (Beck, 1998: 1).

Así, bajo la perspectiva moderna, la sociedad puede convertirse en el factor clave de la magnificación o producción de procesos físico-naturales complejos que se convierten en amenazas, se les asigna la definición de *socionaturales* (Lavell, 1999). Las amenazas se construyen sobre elementos de la naturaleza como producto de la intervención humana sobre el medio. Existe una asociación directa con una creciente y acumulativa construcción material del riesgo de desastre, dimensión concerniente a las condiciones de vulnerabilidad derivadas de los modelos sociales, económicos, políticos y culturales (Maantay, 2013). Los modos de producción son el factor principal del abuso sobre el entorno en materia de explotación irracional de los recursos naturales y las decisiones políticas en términos de manejo territorial.

En síntesis, los riesgos socionaturales pueden definirse como procesos que generan situaciones latentes de daño y/o alteración a la estabilidad y cotidianeidad de las comunidades. En ello hay dos factores clave a considerar: el primero refiere a las condiciones de degradación ambiental que magnifican o potencializan los procesos naturales generadores de amenazas; el segundo tiene que ver con las condiciones estructurales de vulnerabilidad social, política o económica. Por lo tanto, en términos de riesgo socionatural, las amenazas no son un peligro latente, sino construido y derivado del manejo y apropiación del medio físico, ligado a las características propias o intrínsecas de la sociedad.

En los tipos de amenaza que integran los riesgos socionaturales se incluyen los acontecimientos geomorfológicos y meteorológicos bajo dos escalas de análisis: local y

global. En la primera se encuentran la desestabilización de laderas, el agrietamiento y el colapso del suelo, la subsidencia y las inundaciones. En la segunda se considera la degradación del medio ambiente, expresada por las condiciones de cambio climático que incrementan la ocurrencia de procesos como las masas de aire heladas o nevadas; las ondas tropicales, los ciclones y tornados; las sequías y temperaturas máximas extremas, etcétera.

A las condiciones de vulnerabilidad se integran variables económicas, sociales, ecológicas, ideológicas, culturales e institucionales. Los asentamientos humanos situados en la franja de afectación de un factor de amenaza y su falta de resistencia física son un reflejo de debilidad. Asimismo, los niveles altos de marginalidad y pobreza, segregación social, limitaciones de acceso a servicios básicos y movilización de recursos también son variables de incidencia.

## **1.2. El proceso de inundación como riesgo socionatural**

### **1.2.1. Las inundaciones como amenaza socionatural**

De acuerdo con Lugo (2011), las inundaciones pueden ser consideradas como efectos naturales de los sistemas hidrográficos. Ocurren de forma periódica por el desbordamiento de ríos y lagos, o por el aumento del nivel del mar. Sus impactos se dan sobre terrenos formados por sistemas de ciénegas, depresiones y tierras bajas como las planicies de inundación. Dichos terrenos forman complejos sistemas productivos y ecológicos que se distinguen por su morfología y su vasta vegetación como resultado de los aportes de humedad y minerales producto del arrastre y deposición de sedimentos de los ríos. Sus características de suelos fértiles, condiciones topográficas planas y acceso al recurso hídrico las han convertido de forma histórica en áreas atractivas para el

establecimiento de diversos grupos humanos que aprovecharon los suelos fértiles que las inundaciones renuevan, su corriente como vía de comunicación y la pesca como actividad económica y de alimento (Márquez, 2009).

La condición natural también puede tornarse con efectos negativos al impactar sobre las estructuras humanas y transformarse en una situación de amenaza. Cuando el flujo de una corriente sobrepasa las condiciones naturales y alcanza niveles extraordinarios que no pueden ser controlados por los vasos naturales o artificiales que lo contienen, ni por las absorción de las condiciones edáficas o de vegetación, el excedente de agua desborda, lo que puede derivar en daños a zonas urbanas, tierras productivas y, en general, en los valles y sitios bajos (Lugo, 2011).

Dentro de la concepción de riesgos naturales, el origen de las amenazas por inundación se relaciona con eventos geofísicos asociados a procesos geomorfológicos e hidrometeorológicos de lluvias extraordinarias, al desbordamiento de ríos y al ascenso del nivel medio del mar (González, 2004: 608). Lugo, desde una postura siconatural, la amenaza de inundación resulta de la combinación tanto de los procesos geofísicos extraordinarios como de la acción humana –que modifica el estado natural de la red hidrográfica–. Actividades como la deforestación y erosión de suelos; la obstrucción de cauces por desechos sólidos o aguas residuales; la canalización deficiente de ríos; la construcción inadecuada y falta de mantenimiento de bordos, diques y presas; la descarga de azolves y aguas de los embalses, y el establecimiento de uso de suelo urbano habitacional en zonas con alto potencial de riesgo son designadas como factores físicos y sociales condicionantes del tipo de amenaza mencionado.

Por otra parte, la creciente influencia de cambios climáticos globales también se considera en los análisis que se realizan desde la mirada siconatural, ya que éstos podrían agravar la problemática. Entre los más importantes destacan los cambios en la magnitud y frecuencia de precipitaciones e inundaciones, y el microclima urbano, que puede favorecer la formación de precipitaciones locales.

Con base en lo antes mencionado, se puede entender que los *tipos* y las *amenazas* de inundación son conceptos distintos y, por lo tanto, los métodos de valoración y estudio deben manejarse desde argumentos teóricos y conceptuales acordes con el tema que se desea trabajar. Los tipos de inundación, por ejemplo, se especifican en función de sus características físicas de origen e intensidad del proceso dentro del terreno donde ocurren. Martínez (2007) los clasifica en las siguientes categorías *in situ*: costeras, por acciones relacionadas con el nivel del mar; pluviales, por precipitaciones extraordinarias; y fluviales, por desbordamiento de ríos, arroyos o cauces. En esta clasificación, el autor hace una tipificación en tres subdivisiones en función de su incidencia, basada en la localización del proceso: inundaciones en cuenca baja de ríos medianos y grandes, ocasionadas por temporales; inundaciones en cuenca de respuesta rápida, ocasionadas por precipitaciones conectivas (intensas y localizadas) que van de dos a tres horas de duración; e inundaciones en cuencas urbanizadas, también ocasionadas por precipitaciones conectivas, pero potencializadas por deficiencias o limitaciones en el sistema de drenaje, obras sin control en cauces o ríos, quiebres de pendientes y desechos sólidos.

Existen otras categorizaciones de los tipos de inundación, como la del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2004), la cual toma como referencia la velocidad de escurrimiento dentro de la cuenca y las divide en lentas y súbitas. Por su parte, el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM, 2007) cuenta con una propuesta donde las inundaciones se encuentran tipificadas en función del régimen de los cauces. Dichas categorías son:

- 1) Aluvial o lenta: se produce en aquellas regiones donde, aunque las lluvias tienden a ser estacionales y de poca intensidad, llega el momento en que los ríos se desbordan e inundan las áreas aledañas.

- 2) Torrencial o súbita: se da por lluvias orográficas o ciclónicas que se presentan en cierta temporada del año y, debido a su fuerte intensidad, inundan la parte plana de la cuenca debido al incremento de agua en los ríos que bajan de las cañadas.

En cada uno de los ejemplos mencionados se define a los tipos de inundación a partir de sus causas de origen.

Por su parte, el concepto de amenaza se relaciona con la probabilidad y frecuencia de ocurrencia de algún tipo de inundación, pero también involucra un potencial de afectación sobre alguna estructura social, derivado de factores naturales, o bien, de procesos sociales. Diversas definiciones explican y avalan el argumento expuesto. Según Lavell (2000), una amenaza se refiere a la probabilidad de que se presente un evento físico perjudicial para la sociedad, debido a los daños y pérdidas que puede ocasionar. Por su parte, en la RED (1996), las amenazas son descritas como factores del riesgo con afectación sobre un sistema poblacional, presentando, desde sus orígenes naturales, siconaturales, antrópicos-contaminantes y/o tecnológicos, efectos lamentables con daños y pérdidas en elementos físicos y sociales.

Para la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UN/ISDR, por sus siglas en inglés), el factor de amenaza se considera como un evento específico potencialmente perjudicial o también, aquel fenómeno y/o actividad humana que pudiera causar pérdidas o lesiones humanas, daños materiales, interrupción de las actividades sociales y económicas, o degradación ambiental. Las amenazas pueden ser individuales, combinadas o secuenciadas en sus orígenes y efectos. Se caracterizan por su localización, magnitud, intensidad, frecuencia y probabilidad.

De esta manera, los tipos y la amenaza de inundación se involucran como procesos relacionados con el riesgo siconatural. Los primeros refieren al proceso de anegamiento en sí, mientras que el segundo involucra cuestiones relacionadas con la participación de la sociedad en términos de impacto, generación y magnificación de los eventos.

## 1.2.2 Las inundaciones como riesgo socionatural

Si bien las inundaciones como amenaza son un factor base en la formación del riesgo, es importante señalar que éstas vienen precedidas por elementos propios de la sociedad en que se presentan; por ejemplo, características de alta vulnerabilidad socioeconómica y marcos deficientes en cuanto a las acciones políticas en el manejo de riesgos y el uso de suelo. En la mayoría de los casos, dichas circunstancias conducen a una degradación ambiental que afecta tanto a la condición humana como al medio ambiente. Estos dos puntos son ejes clave para la configuración de situaciones latentes de daño y/o alteración en la estabilidad con un probable desenlace de desastre.

Desde la perspectiva socionatural, las características socioeconómicas se incluyen en la delimitación de los factores de riesgo como el resultado de la composición territorial que predispone zonas de inundación con un mayor potencial de afectación. De forma particular, algunas variables relacionadas con el tema son el tipo de densidad poblacional, deficiencias en la infraestructura hidráulica, carencia de servicios públicos, decisiones erradas o intereses particulares en el manejo y uso del suelo, crecimiento descontrolado de zonas periféricas, y condiciones de precariedad en asentamientos ilegales (Pelling, 1999; Tucci, 2007).

Para Graizbord (2007), el riesgo se relaciona estrechamente con aspectos como el incremento poblacional, el crecimiento urbano y la expansión territorial. Éstas son derivados de aspectos de crecimiento natural de la población y de la emigración del ámbito rural a zonas urbanas, fenómeno que ocurre cuando las personas buscan otro tipo de oportunidades económicas, políticas o culturales, lo que produce una nueva clasificación de asentamientos rurales y urbanos debido a la incorporación de la población periférica o al cambio de tamaño de dichos grupos sociales. Dichos elementos consolidan espacios con una alta probabilidad de riesgo de inundación por la formación de áreas periurbanas con acceso restringido en un espacio urbano formal. En estos casos, los núcleos habitacionales tienen una función de pueblo-ciudad y se desenvuelven en zonas

de difícil acceso sobre terrenos no aptos para este tipo de uso, por lo que se consolidan como áreas de pobreza y precariedad. En ellas proliferan viviendas frágiles sobre tierras bajas, márgenes de ríos o áreas con infraestructura deficiente, lo que implica una fuerte propensión de afectación por exposición al riesgo y un aumento en la vulnerabilidad de las comunidades.

Dentro del contexto referido, el riesgo socionatural de inundación se puede considerar como el resultado de la conjugación entre la ocurrencia de un proceso natural –en términos de su intensidad, magnitud, duración, extensión espacial y potencial de impacto, generado o potencializado por los tipos de modelos de organización espacial– y la disposición y articulación de los elementos y estructuras espaciales, cuyas particularidades están dadas por la incidencia de factores históricos, políticos, económicos y físico-naturales. Aquí se observa una relación estrecha entre la sociedad y la naturaleza, la cual se expresa de forma territorial en zonas urbanas o rurales mal reguladas, donde se evidencian condiciones de pobreza, políticas públicas ineficientes y desaciertos en las inversiones gubernamentales en infraestructura para el manejo de los procesos de inundación. En estos casos, los daños más severos o crónicos se dan en áreas precarias, donde las condiciones dificultan la forma de salvaguardar a la población o solventar la situación de daño y/o pérdida. Así, se conforma una situación de desastre que, en la mayor parte de las veces, podría ser disminuida o mitigada mediante una gestión adecuada.

### **1.2.3. Impactos de los riesgos por inundación desde la perspectiva socionatural**

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés, 2003), los efectos de los riesgos de desastre por inundación son considerados con un alto impacto en las economías mundiales y en las

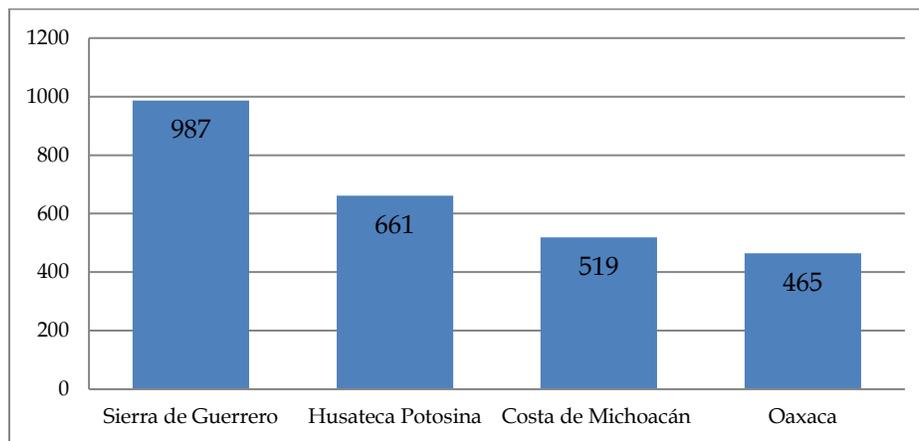
actividades humanas. Según cifras de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés, 2006), en 2003 las inundaciones afectaron a cerca de 80 millones de personas y generaron pérdidas económicas hasta por 250, 000,000 de dólares. Asimismo, es importante resaltar que los eventos de mayor magnitud son los que causan las afectaciones más notorias. Sin embargo, los eventos medios también suelen reportar un gran número de muertes, afectaciones y problemas económicos. Por su parte, los eventos menores no cuentan con registros de inundaciones, o bien, son escasos, motivo por el cual se descartan al presentar pausas en la magnitud, daño a bienes inmuebles y pérdida de vidas humanas. A pesar de ello, los fenómenos de menor impacto pero de mayor frecuencia pueden generar una afectación local constante.

En México, los casos de desastres por inundación donde se han presentado patrones de riesgo socionatural se han multiplicado desde la década de los setenta, en coincidencia con el crecimiento exponencial de las ciudades. En los años noventa y lo que va del siglo XXI, los impactos han sido de mayor dimensión debido a los altos niveles de vulnerabilidad de la sociedad Hernández (2011). La situación es ejemplificada por Parra (2004), quien hace mención de los estados que han presentado mayor recurrencia a inundaciones en el país. Las entidades que más destacan por los reportes de ocurrencia son el Estado de México, Michoacán, Campeche, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Oaxaca, Sonora, Tabasco, Veracruz y Yucatán, junto con las principales ciudades del país: Guadalajara, Monterrey y Ciudad de México.

Parra (2004) resalta que en la mayoría de las ciudades donde existieron inundaciones graves los patrones físicos y sociales son similares, y corresponden con la ubicación de los asentamientos poblacionales de bajos recursos, y así como son las deficientes políticas de manejo y uso de suelo. Dichas condiciones propician la instalación de la población cerca de los márgenes de los ríos, antiguos cauces, zonas bajas, lugares de escorrentía y áreas de captación naturales de agua pluvial.

En septiembre de 2013, en México coincidieron dos fenómenos atmosféricos, los huracanes “Ingrid” y “Manuel”. Ambos propiciaron condiciones hidrometeorológicas que descargaron una gran cantidad de agua en el territorio nacional (véase gráfica 1.1). Se encuentran entre los desastres que más han impactado al país y fueron ocasionados por los efectos de inundación de grandes dimensiones, así como por la combinación de factores físicos y sociales. El resultado se expresó en grandes áreas inundadas, ciudades enteras bajo el agua y estados completos fueron abatidos por las intempestivas lluvias. Entre las entidades que sufrieron mayores afectaciones se encuentran Chiapas, Chihuahua, Colima, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas. De igual forma, las autoridades federales declararon a 250 municipios como zonas de desastre (Periodistas en Español, 2013).

**Gráfica 1.1. Descarga de lluvia en milímetros del 11 al 18 de septiembre de 2013.**



Gráfica 1.1. Figura que muestra los niveles de descarga de agua de lluvia en un periodo de tiempo específico. Adaptación de datos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2013.

Diversos casos de desastre presentan las mismas características expuestas hasta este momento. Son ejemplo de ello las inundaciones ocurridas en 2007 en Villahermosa, Tabasco. Dichos eventos dejaron un saldo de 383,000 damnificados y daños que ascendieron a 35,000 millones de pesos. La ciudad permaneció bajo el agua durante casi dos meses y las pérdidas fueron cuantiosas. Además de una intensa precipitación, otras

causas del desastre fueron la modificación antrópica de la red hidrológica regional, los procesos de urbanización sobre terrenos rellenos de lagunas y vasos reguladores, y la deforestación de las cuencas hidrológicas. A dicha problemática se sumó el manejo inadecuado de las hidroeléctricas para favorecer a inversionistas privados (las presas retuvieron el agua por más tiempo con el fin de reducir la producción de energía). Mediante el proceso de urbanización se benefició a constructoras, inmobiliarias y a los funcionarios que autorizaron las obras. No se consideraron los intereses de la población que invirtió y resultó afectada. Asimismo, desde años anteriores, los recursos económicos destinados al control de las inundaciones no fueron empleados para ello ni para la infraestructura hidráulica de la ciudad, la cual se ubica, en gran parte de su extensión, sobre una planicie por debajo del nivel del mar, lo que la hace propensa a sufrir inundaciones (Perevochtchicova y Lezama, 2010; Macías, 2013).

En la costa de Guerrero, las lluvias torrenciales generadas por el huracán “Manuel”, arrasaron con todo a su paso; incluso con viviendas precarias o en mal estado. Ello, como consecuencia del descenso de agua desde las laderas deforestadas hasta las zonas planas, a través de antiguos cauces ahora convertidos en calles y avenidas. Este caso de inundación evidenció que la planeación urbana no tomó en cuenta el riesgo socionatural configurado por las características físiconaturales de la ciudad. Tampoco se consideraron la exposición a las tormentas tropicales, ciclones, inundaciones y procesos de ladera; las situaciones de degradación forestal y de suelos; ni los entornos de vulnerabilidad socioeconómica, como hacinamientos, viviendas precarias, niveles altos de pobreza, desempleo y falta de acceso a la información, entre otros aspectos. La situación implicó reconocer al riesgo no como natural sino como socionatural, ya que las condiciones de vulnerabilidad socioeconómica de la población y la degradación del entorno magnificaron el potencial destructivo del fenómeno hidrometeorológico. En otras palabras, el huracán “Manuel” no fue el único factor del desastre: también el estado de degradación ambiental, el uso inadecuado del suelo y la falta de obras de infraestructura.

En zonas urbanas, la situación no es distinta. Por el contrario, es cada vez más recurrente. Las modificaciones que se producen en las cuencas generan un mal funcionamiento en el drenaje natural y propician daños en los elementos de valor económico. La problemática se ve reflejada en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), donde, a pesar de las inversiones habidas en infraestructura para el sistema de drenaje y control de las avenidas, cada año se producen daños y pérdidas por las inundaciones. El problema reside en el mal diseño o falta de mantenimiento que provoca un proceso de amenaza y riesgo de inundación (Domínguez, 1990: 68). Esto se evidenció durante la inundación que se presentó el 5 de febrero de 2010 en el municipio de Valle de Chalco, donde, las intensas precipitaciones, uno de los bordes del Canal de la Compañía se rompió a la altura del kilómetro 28.5 de la autopista México-Puebla. Esto ocasionó que las aguas negras desbordaran sobre las colonias El Triunfo, Providencia y San Isidro.

En el caso referido, la Comisión Nacional del Agua (Conagua) precisó que uno de los factores causantes del rompimiento del muro de contención del Canal de la Compañía fue el traslado de 30 m<sup>3</sup>/s en una infraestructura cuya capacidad era únicamente de 22 m<sup>3</sup>. Además, el canal ya estaba fracturado. La inundación de casi metro y medio de altura duró nueve días, lo que trajo como consecuencia pérdidas económicas, 2,000 viviendas dañadas, una clínica y varias escuelas, iglesias y mercados con afectaciones. Asimismo, hubo 18,000 damnificados, irrupción de las actividades cotidianas y alteraciones a la salud de las víctimas.

La respuesta de los tres niveles de gobierno, tanto en las tareas de prevención como en las de atención a la emergencia, fue deficiente. En consecuencia, se generó desconfianza y disgusto entre la población del municipio, lo que ocasionó enfrentamientos entre vecinos de Avándaro y San Isidro y elementos de la Agencia de Seguridad Estatal (Toscana, 2014).

En los ejemplos descritos se identifica que las modificaciones antrópicas hechas al ambiente potencializaron enormemente los efectos de los fenómenos

hidrometeorológicos. Aunado a ello, las condiciones de vulnerabilidad socioeconómica de la población desencadenaron las situaciones de desastre. Con ellas se entrelaza una serie de elementos considerados como factores próximos a los riesgos siconaturales, los cuales deben ser analizados. Para esto, es importante que las investigaciones se enfoquen en la resolución de problemas dentro de contextos específicos, como aquellos presentes en México y América Latina.

### **1.3. Alternativas metodológicas para la evaluación de los riesgos desde la postura siconatural**

Debido a las implicaciones que conllevan los riesgos en su concepción siconatural, se reconoce unas problemáticas complejas que deben ser atendidas desde la teoría. De acuerdo con Cardona (2003), éstos deben estar dirigidos a la gestión y manejo del riesgo, donde no exista una condición de desastre, sino circunstancias en que la existencia en forma continua de un riesgo y sus factores de ocurrencia puedan ser objeto de modificación, reducción y/o control por la vía de la intervención humana. Es preciso recordar que la mirada siconatural considera la intervención del factor humano desde dos perspectivas: la interacción física con el medio ambiente (uso de suelo, manejo y explotación de recursos naturales) y la construcción de estructuras socioeconómicas e institucionales.

Desde la postura siconatural, el análisis científico y técnico ha evolucionado hacia la identificación de factores de peligro natural, tecnológico, ecológico o social, y las condiciones de exposición y vulnerabilidad con vista a la evaluación y diseño de medidas de su reducción y mitigación (Olcina et al., 2002). En la década de los noventa se desarrollaron marcos de trabajo integrales en los que, a partir de combinar experiencias técnicas y científicas (Bollin, 2006), se construían propuestas operativas que se perfilaron

como alternativas para ligar la evaluación, la reducción y la gestión del riesgo de desastre,<sup>6</sup> desde un enfoque holístico e interdisciplinar (Cardona, 2005). Los métodos fueron desarrollados en el marco de la gestión, basados en el esquema de la reducción acción que se convierte en el eje fundamental de los procesos de toma de decisiones y no únicamente en la reconstrucción después del desastre.

La postura de la gestión inició en el Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales (DIRDN) que impulsó la ONU en la década de los noventa. Actualmente, sus criterios se encuentran presentes en la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD). El nuevo paradigma de los estudios de riesgo se ha desplazado hacia el interior de un enfoque encauzado al desarrollo sostenible, el cual incorpora la mitigación de riesgos y la reducción de la vulnerabilidad por medio de experiencias técnicas y científicas. Además, presta especial atención a los factores socioeconómicos y ecológicos cuyo objetivo es la gestión integral del riesgo de desastre correspondiente a las fases de prevención y mitigación (Bollin, 2006).

Si se toman en cuenta los fundamentos de la gestión de riesgos, se observa que se han desarrollado investigaciones importantes. De acuerdo con Birkman (2006), se pueden considerar los siguientes postulados como los más reconocidos:

1. Los marcos conceptuales de la comunidad del riesgo de desastre

- El Modelo Bollin (Davidson, 1997; Bollin et al., 2003).
- El triángulo del riesgo (Villagrán, 2004).
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (ISDR, por sus siglas en inglés, 2004).

---

<sup>6</sup> En tal sentido, la distinción entre la evaluación de riesgos y su reducción es de interés por sus implicaciones con respecto de la distinción entre la ciencia y la toma de decisiones políticas. En la primera posición, el riesgo es asociado objetivamente con una actividad o un fenómeno y es visto como algo medible en términos probabilísticos. Su fin es identificar los efectos adversos definidos. Al impulsar esta visión, los científicos pueden medir los riesgos de acuerdo con las medidas objetivas de la probabilidad y la magnitud de daños y los recursos que se podrían asignar para hacer frente a los mayores riesgos. En la segunda postura, el riesgo es visto como una construcción social o cultural. Entonces, la intervención tendría que basarse en diferentes criterios y prioridades que deben reflejar los valores sociales y preferencias de los diferentes estilos de vida (Cardona, 2011).

## 2. Los modelos integrativos:

- El modelo de la cebolla (Bogardi y Birkmann, 2004).
- El Modelo de Presión y Liberación de la escuela de economía política, en el cual se abordan las causas profundas, las presiones dinámicas y las condiciones inseguras que determinan la vulnerabilidad (Wisner et al., 1994).
- El modelo holístico de evaluación del riesgo y la vulnerabilidad (Cardona, 1999; 2001; Cardona y Barbat, 2000; Carreño et al., 2004; 2007a; 2007b).
- El Marco Conceptual de Birkmann, Bogardi y Cardona (BBC), el cual coloca la vulnerabilidad dentro de un ciclo de retroalimentación, sistemas y enlaces en el desarrollo sostenible (Birkmann y Bogardi, 2004; Cardona, 2001).

### 1.3.1. Los marcos conceptuales de la comunidad del riesgo de desastre

#### 1.3.1.1. El Modelo Bollin

La propuesta desarrollada por Davidson et al. (1997) se considera como el antecedente del Modelo Bollin. En su trabajo *An Urban Earthquake Disaster Risk Index* (1997), el autor desarrolla un Índice de Riesgo de Desastre Integral (EDRI, por sus siglas en inglés), el cual examina los factores que contribuyen al riesgo de desastre por terremoto. El estudio supone una relación, ya sea directa o inversa, entre los factores y el riesgo. El objetivo de esta evaluación es encontrar las características que normalmente causan las pérdidas más graves o frecuentes de un terremoto. Además, captura la problemática de los riesgos social y ambiental que se deriva de los eventos frecuentes y sus afectaciones crónicas en un nivel local. Entre los factores de riesgo se incluye:

- Peligro: refiere a la gravedad, el alcance y la frecuencia de los fenómenos de activación geológica a los que la ciudad puede ser sometida.

- Exposición: se relaciona con el tamaño de la ciudad, el número de habitantes y objetos físicos, así como el tipo de actividades económicas.
- Vulnerabilidad: es la facilidad con la que las personas expuestas, objetos físicos y actividades pueden verse afectados a corto y largo plazo.
- Contexto externo: es la manera en que el impacto dentro de una ciudad afecta a las personas y las actividades fuera ella.
- Respuesta a la emergencia y capacidad de recuperación: tiene que ver con las estrategias para que una ciudad pueda reducir de forma eficaz y eficiente el impacto de un terremoto a través de esfuerzos organizados y acciones diseñadas específicamente para tal propósito.

En esta primera aproximación, el autor proporciona información acerca de los factores que se unen para crear el riesgo de desastre en el caso de los terremotos. Busca ir más allá de una descripción de los diversos grados de impacto (en términos de infraestructura y procesos humanos). También trata de responder qué características de una ciudad ayudan a determinar el impacto que tendrá un sismo, las cuales podrían ser geológicas, estructurales, económicas, sociales, políticas, culturales o de otros ámbitos. Desde el punto de vista metodológico, la propuesta proporciona un modelo estructurado que inicia con la realización de un marco conceptual donde se incluye el tipo de fenómeno, los factores y los métodos de análisis (modelación matemática) y de sensibilidad.

El modelo de Davidson et al. (1997) fue retomado por Bollin et al. (2003) e instrumentado en el trabajo *Disaster Risk Management by Communities and Local Governments* como parte de una serie de estudios realizados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para el Diálogo Regional de Política. En este estudio, los autores plantean la importancia de contar con alternativas para la generación de indicadores de riesgos de desastre global; por ejemplo, cuestiones relacionadas con el cambio climático. Su planteamiento supone tomar como objetivo de enfoque las necesidades que tienen la comunidad y los tomadores de decisiones encargados de la gestión y manejo de riesgos a

escala local. Propone la generación de información que ayude a entender cómo y de qué forma llevar a cabo actividades que apoyen en las funciones relacionadas con el riesgo antes, durante y después del factor de amenaza, y que conduzcan a un manejo adecuado de la situación y entendimiento de este tipo de eventos.

De acuerdo con el marco de trabajo, para lograr la planeación y la gestión, es necesario comprender los aspectos que representan una amenaza, su magnitud y su frecuencia; los elementos expuestos; la susceptibilidad específica de vulnerabilidad, y la gama de capacidades y medidas de protección en contra del riesgo (véase figura 1.1). En este caso, se toman en consideración los factores del trabajo de Davidson (1997) y la experiencia de su aplicación en América Latina, Asia y Europa. De forma específica, este enfoque considera la importancia que tiene para un país la ocurrencia de eventos de escala menor que rara vez entran en las bases de datos de desastres nacionales y/o internacionales, pero plantean problemas de desarrollo local, serios y acumulativos. Dado su probable impacto para el país como un todo, dichos eventos pueden ser el resultado de procesos sicionaturales asociados con el deterioro ambiental y con fenómenos persistentes o crónicos, como deslizamientos, avalanchas, inundaciones, incendios forestales y sequías (Lavell, 2003a y 2003b).

Desde el punto de vista técnico, el marco de trabajo se constituye por la suma de cuatro indicadores: peligro, exposición, vulnerabilidad y capacidades calculadas con base en variables específicas. La evaluación muestra la incidencia de la distribución de efectos locales por medio de la expresión del peso relativo y la presencia de éstos por el factor de amenaza a escala municipal.

**Figura 1.1. El Modelo Bollin.**



Figura 1.1. Esquema que muestra los factores considerados en el Modelo de Bollin et al. (2003) para explicar el riesgo de desastre.

Un valor mayor del indicador significa mayor magnitud y distribución de los efectos entre los espacios de una localidad. Un valor menor representa baja distribución espacial.

Para formar un marco conceptual que posteriormente proporcione la base para la selección de indicadores, se sugiere incluir en el análisis de riesgos las referencias que se muestran en la tabla 1.1. En ella se puede observar que Bollin et al. (2003) hacen una propuesta general para que el modelo pueda ser utilizado en cualquier tipo de proceso o fenómeno natural. Brindan una opción metodológica para la evaluación integral de riesgo. En ella, la amenaza se define a través de su probabilidad y severidad, la exposición que caracteriza a las estructuras, la población y la economía. En contraste, la vulnerabilidad física, social, económica y medioambiental se asocian con aspectos relacionados con las medidas de control que abarcan la planificación física y la capacidad social, económica y de gestión tanto de la población como de las instituciones locales ante un evento de amenaza.

**Tabla 1.1.**  
**Conjunto de indicadores de riesgo de desastres.**

Factor	Nombre del indicador	Indicador
Amenaza		
Probabilidad	Ocurrencia (experiencia de eventos)	Frecuencia de eventos en los últimos 30 años.
	Probabilidad (posibles eventos)	

		Probabilidad de eventos posibles. Posibilidades por año "Período de retorno".
Severidad	Intensidad (experiencia de eventos)	Intensidad de los peores eventos de los últimos 30 años. Intensidad prevista de posibles eventos.
Exposición		
Estructura	Número de casas	Número de unidades de vivienda. Porcentaje de hogares con agua corriente potable.
Población	Población total residente	Población total residente.
Economía	Producto Interno Bruto (PIB) local	Total del PIB generado localmente en moneda constante.
Vulnerabilidad		
Física/demográfica	Densidad, presión demográfica, acceso a servicios básicos y asentamientos inseguros	Personas por kilómetro cuadrado. Tasa de crecimiento de la población. Casas en las zonas en riesgo (barrancos, ríos, etcétera). Porcentaje de hogares con agua corriente potable.
Social	Nivel de pobreza, tasa de alfabetización, descentralización y participación comunitaria	Porcentaje de la población por debajo de la línea de pobreza. Porcentaje de la población adulta que puede leer y escribir. Prioridad de la población para protegerse contra el riesgo. Parte de los ingresos provenientes del presupuesto total. Porcentaje de los votantes en las pasadas elecciones comunales.
Económica	Base de recursos locales, diversificación, estabilidad y accesibilidad	Presupuesto total disponible a nivel local en pesos. Sector económico <i>mix</i> para el empleo. Porcentaje de empresas con menos de 20 empleados. Número de interrupción de un acceso por carretera en los últimos 30 años.
Medio ambiental	Áreas deforestadas, degradación de suelos y sobre explotación de tierra	Porcentaje de la zona de la comuna cubierta por bosques. Porcentaje de la zona que está degradada/erosionada y desertificadas. Porcentaje de la superficie agrícola que es abusada.
Capacidades		
Planificación física e ingeniería	Planeación y uso de suelo, códigos de construcción, mantenimiento, estructuras preventivas y manejo del medio ambiente.	Aplicar plan de uso de suelo o zonificación. Aplicar los códigos de construcción. Aplicar la reconversión y mantenimiento regular. Estimación de los efectos del impacto de las estructuras. Las medidas que promueven y aplican conservación de la naturaleza.

Capacidad social	Programas de sensibilización de la opinión pública, planes de estudios escolares, simulacros de emergencia, participación pública y grupos de manejo de riesgo local.	Frecuencia de programas de sensibilización de la opinión pública. Alcance de los temas pertinentes en curso, enseñado en la escuela. Formación para dar respuesta a la emergencia y simulacros. Comité de Emergencia con los representantes públicos. Grado de organización de los grupos locales.
Capacidad económica	Fondos locales para emergencias, acceso a fondos locales, mercado de seguros y préstamos para reconstrucción.	Los fondos de emergencia como porcentaje del presupuesto local. Liberación nacional de fondos de emergencia. El acceso a fondos de emergencia internacional. Disponibilidad de un seguro para los edificios. Disponibilidad de préstamos para medidas de reducción del riesgo de desastres. Disponibilidad de créditos para la reconstrucción. Magnitud de los programas de obras públicas.
Manejo y capacidad institucional	Comité de manejo de riesgos, mapa de riesgos, planes de emergencia, sistema de alerta temprana y comunicación.	Periodicidad de las reuniones de la comuna. Disponibilidad y distribución de mapas de riesgo. Disponibilidad y circulación de los planes de emergencia. Efectividad de los sistemas de alerta temprana. Frecuencia de formación de las instituciones locales. Frecuencia de los contactos con las instituciones nacionales nivel de riesgo.

*Nota.* Adaptado de Bollin et al., 2003.

### 1.3.1.2. Triángulo de riesgo

De acuerdo con Villagrán (2004: 16), el modelo del triángulo del riesgo se concibe con base en tres componentes: amenaza, vulnerabilidad, y deficiencias en la preparación (véase figura 1.2). El riesgo se puede visualizar como el área comprendida dentro del triángulo; la amenaza representa el fenómeno natural en sí, y la exposición refleja la posición geográfica de las personas, sus bienes y la infraestructura. Según este autor, la amenaza se presenta como la posibilidad de la generación de un determinado fenómeno natural con una magnitud o intensidad específicos en una zona geográfica delimitada. La vulnerabilidad representa la propensión de las estructuras sociales a ser afectadas, mientras que las deficiencias en preparación se asocian específicamente a las

problemáticas presentes en las medidas y actividades de prevención para reducir la pérdida de vidas humanas y los daños en propiedad e infraestructura.

**Figura 1.2. Componentes del modelo del Triángulo del Riesgo.**



Figura 1.2. Esquema que explica los componentes del triángulo del riesgo se desarrollan de forma particular para explicar las relaciones entre amenaza, riesgo, vulnerabilidad y exposición. Adaptación de Villagrán, 2004

Algunos ejemplos de las deficiencias en preparación son la ausencia de planes de emergencia, la inoperatividad de sistemas de alerta temprana, la falta de una organización comunitaria para el manejo de desastres y las deficiencias que muestran las entidades nacionales de atención a emergencias y desastres. En el modelo descrito, el riesgo se reduce por medio de la disminución de cualquiera de sus tres componentes, bajo la premisa de una gestión adecuada.

La propuesta presenta los componentes tradicionales; sin embargo, el autor define a la vulnerabilidad como las condiciones preexistentes que conforman la infraestructura, los procesos, los servicios y la productividad, elementos más propensos a ser afectados por un fenómeno peligroso (Birkman, 2006: 23). Tales condiciones se enmarcan dentro del término genérico denominado *estructuras sociales* y especifican varios tipos de vulnerabilidades, tales como:

- Vulnerabilidad estructural: según el tipo de construcción y sus características (paredes techos, puertas, ventanas, accesos y pisos).
- Vulnerabilidad funcional u operativa: inoperatividad de las instituciones (falta de servicios).
- Vulnerabilidad económica o de ingresos económicos: pérdidas económicas.
- Vulnerabilidad laboral: pérdida de la fuente de empleo.
- Vulnerabilidad social: elementos relacionados con las características socioeconómicas de la población.
- Vulnerabilidad cultural: tipo de creencias en torno a los riesgos.
- Vulnerabilidad psicológica: estrés por experiencias no gratas en eventos anteriores.

La suma de todas las variables enlistadas se define como vulnerabilidad total, la cual se integra con las amenazas para obtener un mapa de riesgos.

### **1.3.1.3. El modelo Estrategia Internacional para la Reducción del Desastre (UN/ISDR)**

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, por sus siglas en inglés) junto con la secretaría de la Estrategia Internacional de Evaluación de Riesgos (EIDR, 2001: 6) desarrollaron el Índice de Riesgo de Desastre, en el trabajo titulado *Reducir el riesgo de desastres: un desafío para el desarrollo* (2004). Según Birkman (2006: 24), el proyecto de Índice de Riesgo de Desastres mide y compara los niveles relativos de vulnerabilidad ante los diferentes tipos de amenazas geológicas, hidrometeorológicas, biológicas, ambientales y tecnológicas. Además, proporciona un panorama de las diferentes fases que deberían tomarse en cuenta para reducir los desastres como los análisis de vulnerabilidad y riesgos, su evaluación, la alerta temprana y la respuesta.

El objetivo de la evaluación de amenazas es establecer la probabilidad de que se presente una amenaza específica en un periodo determinado con cierta intensidad y en una zona específica. Las evaluaciones de la vulnerabilidad y capacidad son el

complemento indispensable para este proceso. En tal sentido, el marco de la ONU/EIRD considera la vulnerabilidad como un factor clave para determinar el riesgo. El concepto se puede analizar en sus componentes sociales, económicos, físicos y ambientales (véase figura 1.3).

**Figura 1.3. Marco de acción para la reducción del riesgo de desastres.**

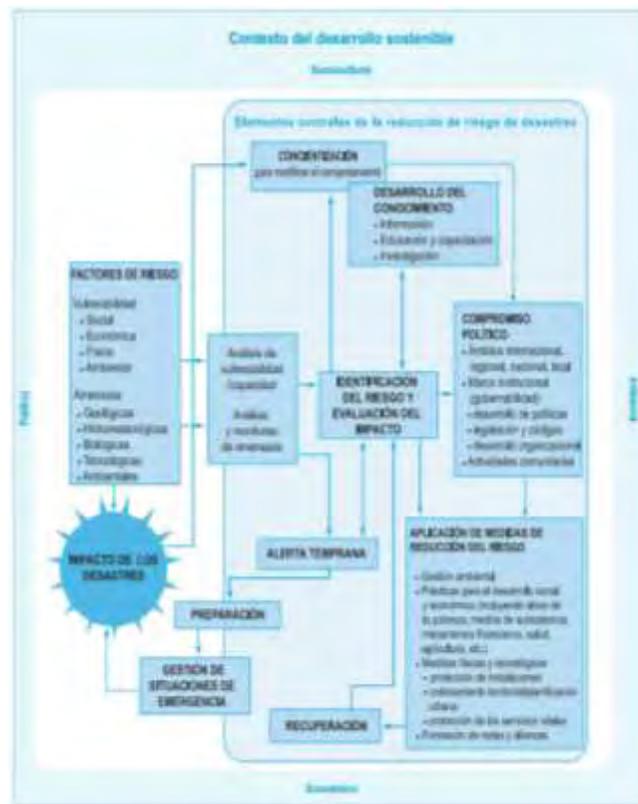


Figura 1.3. Marco de acción para la reducción del riesgo de desastres donde se involucran factores como la sostenibilidad y la concientización para fortalecer medidas de prevención. Adaptado de EIRD/ONU, 2004, Secretaría Interinstitucional de la estrategia internacional para la reducción de desastre.

La vulnerabilidad física se relaciona con la ubicación de elementos de infraestructura como aeropuertos, carreteras, instalaciones de salud y el tendido eléctrico. Los aspectos de las variables sociales y económicas se basan en el levantamiento de información a partir de la participación activa de las comunidades en riesgo para la elaboración de mapas y su inclusión en otras actividades del proceso de evaluación. En

estos instrumentos se responden preguntas como *¿quiénes son vulnerables?* y *¿cómo se hicieron vulnerables?* Para dar una respuesta, se consideran características relacionadas con el perfil de los habitantes en cuanto a su nivel socioeconómico, la pertenencia a una etnia o casta, la edad, la discapacidad física y la religión. Finalmente, la evaluación de la vulnerabilidad/capacidad examina las fortalezas y aptitudes de la población, así como sus debilidades y capacidades de recuperación. Los tópicos para cumplir el objetivo se muestran en la tabla 1.2.

**Tabla 1.2.**

***Tópico para la evaluación del riesgo de las comunidades a partir de su vulnerabilidad y capacidad de recuperación.***

Aspectos contextuales	Análisis de los aspectos demográficos actuales y proyectados. Amenazas recientes, condiciones económicas; estructuras y problemas políticos; ubicación geofísica; condiciones ambientales; acceso/distribución de información y conocimientos tradicionales; participación de la comunidad; capacidad organizativa y de gestión; vinculaciones con otras entidades regionales/nacionales; infraestructura y servicios críticos.
Grupos sociales altamente vulnerables	Infantes/niños; personas mayores vulnerables; económicamente postergados; discapacitados intelectual, psicológica y físicamente; familias con padre único; inmigrantes nuevos y visitantes; aislados social y físicamente; enfermos graves; personas con viviendas inadecuadas.
Definición de necesidades	Medios de subsistencia; bienestar físico y mental; seguridad; hogar/vivienda; alimentación y agua; servicios sanitarios; vínculos sociales; información; mantenimiento de medios de subsistencia; mantenimiento de valores sociales/ética.
Aumento de la capacidad o reducción de la vulnerabilidad	Tendencias económicas y sociales positivas; acceso a medios productivos de subsistencia; estructuras familiares y sociales sólidas; buen gobierno; redes regionales/nacionales establecidas; estructuras y gestión participativas de la comunidad adecuada; infraestructura física y de servicios; planes y programas locales; reservas y recursos materiales y financieros; valores/metas compartidas por la comunidad; capacidad de recuperación ambiental.
Mecanismos prácticos de evaluación	Marcos conceptuales constructivos; fuentes de información que incluyen: expertos locales, reuniones de grupos interesados, datos censales; encuestas; programas de extensión; registros históricos; mapas, características ambientales.

*Nota.* Adaptado de EIRD/ONU, Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastre, 2004.

En resumen, la propuesta de este marco de trabajo propone los conceptos de amenaza, vulnerabilidad y capacidad como fundamentos y, en conjunto con el resto de las propuestas descritas, plantea un marco que proporciona una visión dirigida a la

reducción del riesgo. Para lograrlo, todas consideran fases de evaluación que incluyen el análisis de la amenaza, la vulnerabilidad y las condiciones de la población para enfrentar el impacto de un fenómeno que represente peligro.

Sin embargo, debe tenerse presente que el modelo del Triángulo de Riesgo se enfoca en el desarrollo de alternativas en el nivel de evaluación, dejando el de gestión en un plano conceptual. Por su parte, el marco del ISDR no indica cómo la reducción de la vulnerabilidad puede reducir el riesgo, sin que ésta es colocada fuera de la respuesta a los riesgos y de la fase de preparación. En este marco conceptual, la vulnerabilidad no puede ser reducida directamente. En el esquema, las flechas de los riesgos sólo señalan en la dirección del análisis, no se muestra explícitamente la posibilidad de reducir las propias vulnerabilidades. Finalmente, el Modelo Bollin parece ser la alternativa más completa para cumplir el objetivo de la reducción del riesgo, debido a que presenta una mayor cobertura de las características de la amenaza y de la vulnerabilidad, además de proponer métodos de evaluación y gestión.

## **1.3.2. Los modelos integrativos**

### **1.3.2.1. El marco de la cebolla y el Marco Conceptual de BBC**

La Universidad de las Naciones Unidas Medio Ambiente y Seguridad Humana (UNU-EHS, en inglés) ha desarrollado dos marcos conceptuales de los cuales se desprenden los modelos integrativos del marco de la cebolla y el Marco Conceptual de BBC. La base analítica del primero comprende las esferas económica y social del sistema humano. Su propuesta teórica hace énfasis en que la vulnerabilidad social debe incorporar la dimensión monetaria de las pérdidas en caso de desastre; por ejemplo, durante fenómenos como las inundaciones.

El modelo de la cebolla relaciona los términos de riesgo y vulnerabilidad con las pérdidas potenciales y los daños causados en las esferas natural, económica y social. Además, pone de relieve que la vulnerabilidad se refiere a las *categorías*, tales como las

pérdidas económicas y sociales. La dinámica del marco muestra que una inundación puede afectar a la esfera económica, pero si causa gran perturbación en el ámbito social – como muertes o desaparición de personas–, ocurre un desastre (véase figura 1.4). En tal sentido, se explica que los bienes económicos pueden ser sustituidos, pero la alteración de la esfera social causa lesiones a largo plazo y pérdidas difíciles de superar (Birkmann, 2006). Así, la distinción entre las pérdidas tangibles e intangibles ayuda en la formulación de estrategias de afrontamiento. Si existe disponibilidad de fondos, las pérdidas tangibles o económicas podrían ser a corto plazo, pero las pérdidas intangibles, como el miedo y la confianza, requieren mayor tiempo de recuperación y rehabilitación.

**Figura 1.4. Marco conceptual del modelo de la Cebolla.**

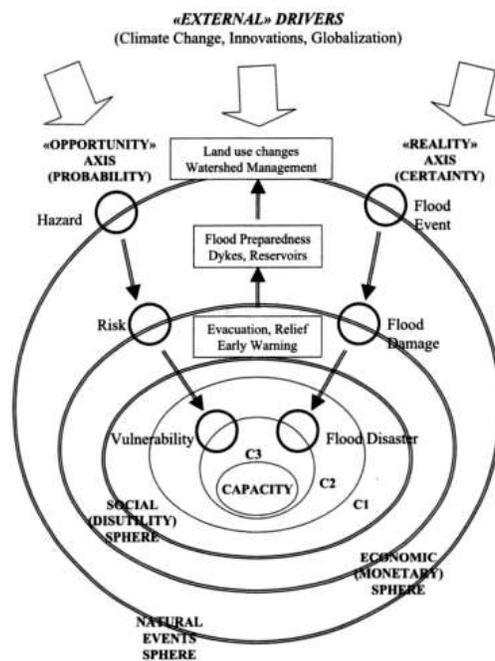


Figura 1.4. Diagrama del marco conceptual del modelo de la cebolla donde se muestran los componentes que implican las etapas de prevención, atención y recuperación del riesgo. Adaptación de Bogardi, J. y J. Birkmann, 2004.

Otro punto importante sobre el marco de la cebolla es la existencia de diferencias en el centro de la esfera social (los elementos C1 a C3 de la figura 1.4). Esto significa que si una inundación se convierte en desastre o no, ello depende tanto de la capacidad de la

población afectada como de la naturaleza de la inundación (Bogardi y Birkmann, 2004: 75). Además, este marco no da cuenta de la vulnerabilidad ambiental, sino que define el entorno básicamente como la esfera del evento. La exposición a los fenómenos tampoco se aborda de forma específica (Birkman, 2006).

Mientras tanto, el Marco Conceptual de BBC se basa en los textos de Bogardi y Birkmann (2004) y Cardona (2001). El modelo se construyó a partir de tres enfoques: la vulnerabilidad, la seguridad humana y el desarrollo sostenible –el cual establece marcos causales para la medición de la degradación ambiental–. Su postulado se concibe desde una visión holística en la que la evaluación del riesgo de desastre considera a la vulnerabilidad como un proceso dinámico y centrado simultáneamente en debilidades, capacidades de afrontamiento y herramientas de intervención posibles. Para reducir el riesgo existente dentro de las esferas social, económica y ambiental (Birkmann, 2006), algunas de las más comunes son la formulación de intervenciones, alertas tempranas y seguros contra riesgos naturales.

En esencia, el modelo de BBC integra las dimensiones económica, social y medioambiental desde una perspectiva de la vulnerabilidad que exige la sostenibilidad en las tres esferas. Las consideraciones clave son el énfasis en la esfera del medio ambiente –desde la perspectiva del desarrollo sostenible (véase figura 1.5) –, así como la sensibilidad y grado de exposición de los elementos de riesgo y sus mecanismos de supervivencia. En este contexto, el medio ambiente está representado por la vulnerabilidad de exposición y la susceptibilidad física; la fragilidad económica y social; y la falta de resistencia o capacidad para afrontar la situación y proceder con la etapa de recuperación. El postulado muestra que hay dos opciones para reducir la vulnerabilidad: antes del desastre o durante la contingencia.

Figura 1.5. Marco Conceptual de BBC.

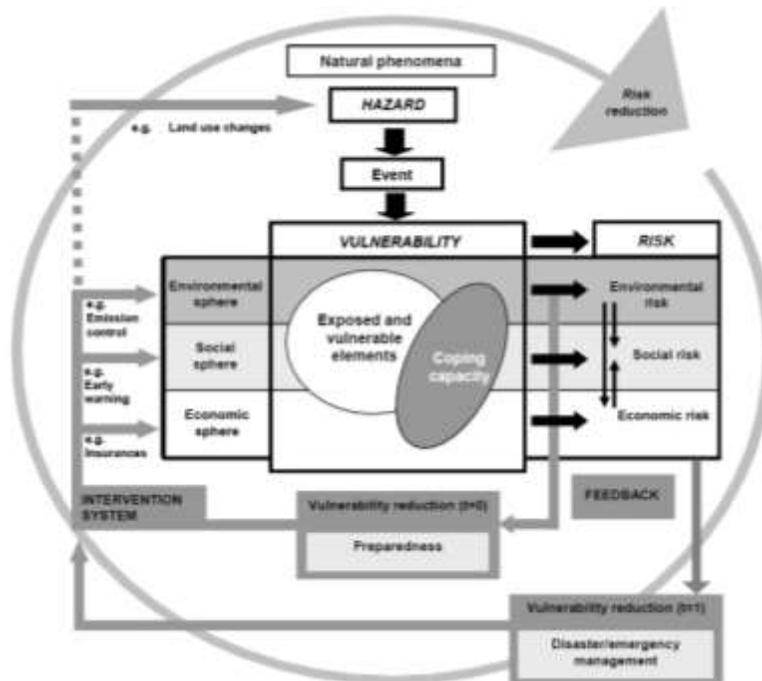


Figura 1.5. El marco conceptual de BBC considera diversos elementos en cuanto a la vulnerabilidad como el riesgo y la preparación de la población para hacer frente a las circunstancias del entorno. Adaptado de Birkmann (2006), quien a su vez se basó en Bogardi y Birkmann (2004), y Cardona (2001).

En general, el modelo de la BBC puede ser utilizado para desarrollar una estructura que gestione el riesgo tanto en el ámbito social como en el mundo físico. Sin embargo, no puede considerarse como un mecanismo de evaluación del riesgo en sí, ya que no menciona elementos específicos relacionados con la vulnerabilidad y la exposición. Un punto importante a considerar es que los vínculos entre el desarrollo sostenible y la vulnerabilidad subrayan la necesidad de prestar mayor atención al medio ambiente – donde se asientan condiciones de vida humana– a partir de medir la degradación ambiental. Sin embargo, es importante mencionar que las bases de la sostenibilidad van más allá. En síntesis, el modelo es fácil de entender, pero se torna complejo al momento de aplicarlo en la realidad desde una mirada sustentable.

### 1.3.2.2. El modelo de Presión y Liberación (PyL)

Desde el enfoque alternativo, Blaikie et al. (1996) aportan el modelo de Presión y Liberación (PyL) como una forma de entender al riesgo a partir de la compleja relación entre peligro y vulnerabilidad. Este modelo se basa en que una explicación del desastre requiere una progresión que conecte el impacto de un desastre con la población a través de diversos factores sociales de vulnerabilidad. En este contexto, Birkman (2006) define a la vulnerabilidad mediante tres niveles progresivos: causas de fondo, presiones dinámicas y condiciones de inseguridad. De acuerdo con dicha estratificación, el desastre se da en la intersección entre la presión de una amenaza con los tres niveles mencionados (véase figura 1.6). El riesgo es resultado de la suma de las amenazas y de los tres niveles de progresión de la vulnerabilidad. En principio, las amenazas son presentadas como producto de un evento natural o antrópico. En segunda instancia, las causas de fondo se muestran como las características que establece la sociedad y los marcos económicos globales; en ellas se reconocen los procesos económicos y políticos desde la visión de alteración, asignación y reparto de recursos entre los grupos de personas –a su vez, esto refleja la distribución del poder dentro de la sociedad–. En tercer lugar, las presiones dinámicas se refieren a procesos y actividades que canalizan las causas de fondo hacia formas particulares de inseguridad en relación con los tipos de amenaza. Por último, las condiciones inseguras son formas específicas en las que la vulnerabilidad se expresa en una forma temporal y espacial, y relaciona temas de gestión y/o atención a los puntos anteriores.

Un punto relevante del modelo PyL es entender el desastre como un proceso dinámico. Sus factores están sujetos a cambios constantes, lo que significa que las presiones pueden ser progresivas, aumentando la vulnerabilidad y, por consiguiente, el riesgo de desastre; o bien, por el lado contrario, se pueden liberar estas presiones y disminuir la vulnerabilidad y el riesgo (Blaikie et al., 1994).

**Figura 1.6. Modelo de Presión y Liberación.**



Figura 1.6. Se muestra el Modelo de Presión y Liberación en el cual se menciona que los riesgos son consecuencia de la sumatoria de la amenaza y la vulnerabilidad. Adaptado de Blaikie et. al., 1996.

En resumen, el modelo permite identificar las situaciones que intervienen en la configuración y transformación de la relación compleja entre amenazas y vulnerabilidad. Además, facilita la comprensión de los ámbitos sociales, políticos y económicos, lo que proporciona una base conceptual para los temas relacionados con la toma de decisiones en el ámbito de la planificación urbana y el manejo de riesgos. De acuerdo con el esquema, el factor de la escala de análisis es de gran amplitud, ya que dentro del estudio se observan características de procesos locales, como las presiones dinámicas, y cuestiones globales, como las causas de fondo. La cuestión ambiental es otro aspecto a considerar que, si bien se integra en la argumentación teórica de las dinámicas globales, no se incluye de forma conceptual dentro del modelo.

### 1.3.2.3. El modelo holístico

El marco conceptual del enfoque holístico fue desarrollado por Cardona y Barbat (2000). De acuerdo con Cardona (2003), dentro de este marco (véase figura 1.7) se considera que la vulnerabilidad consiste en los elementos expuestos y tienen en cuenta varios aspectos, los cuales se caracterizan por tres factores principales que toman como base los ángulos de la vulnerabilidad de Wilches-Chaux (1989):

- Exposición y susceptibilidad física (D): se designa como *riesgo duro*. Es considerado dependiente de la amenaza. Este factor se define como la susceptibilidad de los asentamientos humanos y el medio ambiente que se ve afectado por un fenómeno peligroso, debido a su ubicación en la zona de influencia del fenómeno y la falta de resistencia física.
- Fragilidad del sistema socioeconómico (F): se considera como la predisposición de la sociedad y los ecosistemas a sufrir daños como consecuencia de los niveles de marginalidad y segregación social de los asentamientos humanos. También incluye las condiciones de desventaja y debilidades relacionadas con factores sociales, económicos y ambientales. Se cataloga como riesgo suave y no dependiente de la amenaza.
- Resiliencia o falta de capacidad de recuperación ( $\neg R$ ): obedece a las limitaciones en el acceso y la movilización de los recursos del asentamiento humano. Responde a la incapacidad para adaptarse y responder al impacto socioecológico y económico. También se define como riesgo suave y no dependiente del peligro.

Figura 1.7. Marco teórico del enfoque holístico.

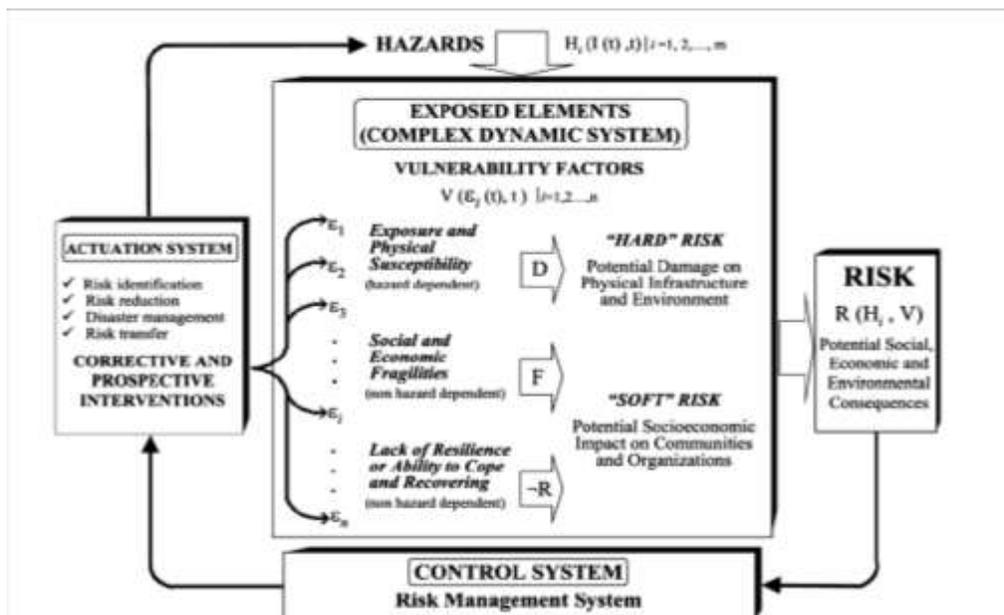


Figura 1.7. Marco teórico del enfoque holístico para la evaluación integral y gestión del riesgo de desastres y la vulnerabilidad. Adaptado de Cardona y Barbat, 2000.

Por una parte, la concepción teórica del marco de trabajo del Modelo holístico propone que las condiciones de vulnerabilidad dependen de la exposición y la susceptibilidad de los elementos físicos en áreas propensas a desastres (impactos físicos). Por otra, considera como factor importante a la fragilidad socioeconómica, así como a la falta de resiliencia social y de habilidades para sobrellevar la situación (consecuencias indirectas). Estos elementos proporcionan una medida directa en cuanto a exposición y susceptibilidad, así como de los impactos indirectos e intangibles de eventos peligrosos, como la fragilidad socioeconómica y la falta de resiliencia. El enfoque incluye la propuesta de un sistema de control que altera indirectamente el nivel de riesgo a través de intervenciones correctivas y prospectivas. Éstas últimas buscan tener alcance en las diferentes etapas de identificación, reducción y gestión de desastres.

Desde la perspectiva de Birkman (2006), el marco hace hincapié en el hecho de que los indicadores deben medir la vulnerabilidad desde una perspectiva integral y multidisciplinaria. La exposición y la susceptibilidad son consideradas como condiciones

necesarias para la existencia del riesgo físico –también entendido como *duro*–. De forma similar, la probabilidad de experimentar efectos negativos como consecuencia de la fragilidad socioeconómica y la incapacidad para hacer frente de manera adecuada también es una condición de vulnerabilidad entendida como *riesgo suave*.

Así desde el modelo holístico, la vulnerabilidad y el riesgo son el resultado de un crecimiento económico insuficiente y de las deficiencias en los procesos de desarrollo. Estas situaciones se materializan en términos de impacto directo del daño físico esperado, pero también en factores indirectos que exponen la fragilidad socioeconómica y de afrontamiento de la población, la ciudad y de las instituciones. Al respecto, se ha establecido que

Los factores de riesgo físico se basan en el valor bruto de los descriptores de riesgo físico tales como el número de muertes, heridos o potenciales de la zona destruida, entre otros y los factores del coeficiente agravante se basan en las condiciones socio-económicas (sociales fragilidades) y la capacidad de recuperación (Cardona, 2011: 121).

Con base al contenido del modelo se resalta que el análisis del riesgo migra hacia estudios integrativos y multifactoriales.

### **1.3.3. Similitudes y diferencias de los modelos de evaluación**

Los marcos conceptuales descritos en acápite previos presentan diversas formas de sistematizar la evaluación y gestión del riesgo de desastre relacionado con la visión sicionatural –con excepción del primer postulado mencionado, donde se realiza un estudio específico sobre sismos–. En ellos se toma en cuenta la participación de la sociedad como agente activo durante el impacto, generación y manejo institucional de riesgos de desastre generados por amenazas naturales.

De acuerdo con Ciurean et al. (2003), en el marco conceptual de la comunidad del riesgo de desastre, la vulnerabilidad es un componente que se encuentra dentro del contexto de peligro y riesgo. Comúnmente, esta escuela entiende la vulnerabilidad, la capacidad de afrontamiento y la exposición como características separadas (Davidson, 1997; Bollin et al., 2003; y Villagrán de León, 2004). Tanto el Modelo de Bollin como el enfoque UN/ISDR muestran una definición más profunda de la vulnerabilidad, ya que incluyen la exposición, la sensibilidad y la capacidad de respuesta de adaptación. Específicamente, el de Bollin enfatiza en la evaluación de riesgos desde una escala de análisis local, tomando en consideración las condiciones de los grupos sociales en cuanto a sus ventajas y desventajas ante el potencial de riesgo de desastre.

La base de los modelos integrativos es el análisis de los componentes de vulnerabilidad, pero con una visión sesgada, donde la amenaza sólo se construye por las estructuras sociales y, principalmente, por sus características económicas y políticas. En contraparte, dentro del modelo de la cebolla se incorporan elementos tangibles de la vulnerabilidad social y la dimensión monetaria –considerada como la probabilidad de daño económico–, así como elementos intangibles, como la confianza y temor. Ambos tipos de variables son considerados como posibles consecuencias del evento de amenaza. Es importante mencionar que dicho esquema teórico define como medio ambiente el evento en sí y no incorpora de forma específica el aspecto de exposición.

El enfoque holístico y el modelo PAR integran factores y condiciones de vulnerabilidad que puedan medir los impactos físicos directos, así como las consecuencias indirectas de los desastres. El modelo PAR destaca las causas básicas y las presiones dinámicas que determinan la vulnerabilidad y las condiciones inseguras, mientras que el enfoque holístico de la vulnerabilidad y el riesgo considera la exposición, la susceptibilidad, la fragilidad socioeconómica y la falta de resiliencia. Además, utiliza una dinámica de sistemas complejos para representar la gestión de riesgos, organización y acción. Finalmente, el marco conceptual de BBC incluye elementos de las distintas

escuelas y enlaces, en particular, destaca la evaluación de la vulnerabilidad a partir del concepto de desarrollo sostenible.

Asimismo, la capacidad para comprender la vulnerabilidad dentro de los marcos de trabajo es reforzada a partir de las posturas de la economía política y de perspectivas como el neomarxismo. En ellas se postula que el riesgo es principalmente el resultado de las condiciones de vulnerabilidad y de posibles amenazas. Sin embargo, en la mayoría de los modelos no se toman en cuenta las necesidades locales de las comunidades vulnerables, ignorando su potencial de recursos y capacidades. Incluso, en algunos casos, tienden a generalizar las vulnerabilidades social y económica a escalas nacionales y/o globales.

Llegados a este punto, es preciso aclarar que los diferentes marcos sirven para grupos disciplinarios disímiles. En consecuencia, no existe un modelo de aplicación general para satisfacer todas las necesidades específicas. Sin embargo, las propuestas teóricas planteadas muestran una concepción holística de la evaluación del riesgo. Los estudios son consistentes y coherentes, ya que están fundamentados en planteamientos teóricos complejos, donde se toman en cuenta variables geológicas y estructurales, pero también económicas, sociales, políticas y culturales. Estas condiciones podrían facilitar y orientar la toma de decisiones en un área geográfica específica.

En cuanto al análisis de riesgos, los autores plantean como alternativas óptimas asociar temas de degradación ambiental, vulnerabilidad y desigualdad social. Al combinarse los modelos elaborados con el componente espacial que define las características territoriales, se puede integrar desde un macrorelato geográfico hasta una microfundamentación de casos específicos de amenazas (inducidas o potencializadas). También es posible analizar la vulnerabilidad para la predicción de escenarios de riesgos y favorecer la toma de decisiones de planificación que generen una excelente posibilidad de aplicación útil y con rigor científico (Becerra et al., 2006: 34). En tal sentido, el enfoque holístico y el análisis geoespacial aportan una adecuada base metodológica en cuanto a sus formas de representación gráfica de la información y sus estructuras conceptuales.

En síntesis, se deduce que cada uno de los marcos conceptuales es diferente en alcance y enfoque temático, pero comparten la idea de que para estimar el riesgo es necesario tomar en cuenta un punto de vista multidisciplinario. Todos consideran que no sólo se deben analizar el daño físico esperado, las víctimas o las pérdidas económicas, sino también aquellos factores sociales, organizacionales e institucionales, relacionados con el desarrollo de los grupos sociales.

# CAPÍTULO II

## TERRITORIO Y ANÁLISIS GEOESPACIAL DESDE LA PERSPECTIVA DE LA GEOGRAFÍA PARA EL ESTUDIO DEL RIESGO SOCIONATURAL

En el presente capítulo se desarrolla la perspectiva teórico-conceptual que servirá de base para el análisis de los riesgos socionaturales desde la disciplina geográfica. Se retoma el concepto de territorio desde la visión regional y se explica la modelación geoespacial apoyada por los métodos y técnicas de las ciencias de la información geográfica.

### 2.1. El territorio como postura de análisis

#### 2.1.1 El concepto de *territorio*

Los conceptos *territorio* y *espacio* ocupan un lugar central en diversos estudios referentes a la acción del hombre sobre la superficie terrestre; sin embargo, su significado es diferente. El primer concepto es abordado por el pensamiento social con un sentido específico, que lleva implícitas las nociones de apropiación, ejercicio y control de una porción de la superficie terrestre, aunadas a la idea de pertenencia y de la instrumentación de proyectos que una sociedad determinada desarrolla en un espacio en particular Montañez (2001). Por otro lado el espacio refiere a una entidad geométrica abstracta definida por lugares y objetos que forman una red en el que las personas pueden experimentar directamente a través del movimiento y el desplazamiento, del sentido de dirección, de la localización relativa de objetos y lugares, y de la distancia y la expansión que los separa y los relaciona (Tuan, 1976). Por lo tanto, el territorio es un concepto

relacional con el espacio en el que se insinúa un conjunto de vínculos de dominio, poder, pertenencia o de apropiación, ya sea en una porción o en la totalidad.

Con base a lo antes mencionado y de acuerdo a Montañez (2001: 20), la designación territorio asume de manera implícita la existencia de un espacio material y de un sujeto que ejerce cierto dominio sobre él. Se trata de una relación de poder, una calidad de poseer o una falta de apropiación. Para el autor (2001), el territorio contiene límites de soberanía, propiedad, apropiación, disciplina, vigilancia y jurisdicción, y está relacionado con la idea de dominio o gestión dentro de un espacio determinado. También se encuentra ligado a la idea de poder público, estatal o privado en todas las escalas, ya sea el territorio de un Estado; el de los propietarios de la tierra rural o de los conjuntos residenciales cerrados de las ciudades, o los dominios del mercado de una empresa multinacional (Montañez et al., 1998: 124). Desde esta perspectiva, las sociedades conforman territorios, los cuales, a su vez, configuran sociedades en las que pueden existir diversos poderes. En consecuencia, el territorio no sólo simboliza algo representable en un mapa, sino también un sentido político de relaciones sociales (Reyes et al., 2011).

Entonces la idea de poder que se relaciona con el concepto de territorio lo hace poseedor de una característica específica importante que destaca su proyección en el espacio. De acuerdo con ésta, las relaciones sociales sugieren que pueden existir diversas formas de territorios. En tal sentido, se atañen formas jurídico-políticas como un Estado-nación; culturales, de una asociación de barrio dentro de una ciudad; y/o económicas, como las de las grandes empresas. Por lo tanto, el concepto de territorio guía un análisis amplio de interacciones en el que intervienen factores biofísicos y culturales, todo ello bajo una visión de poderes y que, desde la opinión de Haesbaert (2013), se plantea a partir de exponer cuatro dimensiones: política, económica, cultural y natural. Cada una presenta una concepción distinta en función de su objetivo.

Con base en la noción planteada, Aros (2011) señala que en el territorio es posible encontrar distintos niveles de territorialidad y que no todos los actores que forman parte de dicha delimitación tendrán el mismo poder o control. En consecuencia, no operan sólo

actores que ejercen su territorialidad dentro de los propios límites del espacio, sino también otros que pueden ejercer territorialidad sin ser parte activa de la construcción del territorio. El territorio se va creando según las distintas relaciones que establezcan o la llamada *actividad espacial* que tengan. Este planteamiento parte de la idea de Massey (1995; referido en Montañez y Delgado, 1998: 125), quien menciona que

El territorio se construye a partir de la actividad espacial de agentes que operan en diversas escalas, en el que la actividad espacial está referida a la red espacial de relaciones y actividades, de conexiones espaciales y de localizaciones con las que opera un agente determinado, ya sea un individuo, una firma local, una organización o grupo de poder, o una empresa multinacional.

De acuerdo con Borja (1998), el territorio se puede dar de dos formas: a partir de la división político-administrativa –en forma de municipio, provincia o país–, o bien mediante una estrategia orientada por determinados objetivos que implican un espacio de flujos que adquiere mayor diversidad, densidad y complejidad. Éste último puede ser plurimunicipal, pluriprovincial o incluir a varios países con base en una apreciable uniformidad de puntos en común que se repiten y pueden ser endémicos o un objeto de estudio imperante –lo que le da extensión al territorio y prolongación en el espacio–. Es importante resaltar que la variable dominante o el elemento de uniformidad del territorio depende de la escala elegida para el estudio, ya que los fenómenos no actúan aisladamente, sino que interactúan con otros a diferentes ritmos y escalas diversas; por lo tanto, el cambio de escala puede modificar el problema e, incluso, desaparecerlo.

Para Soja (1993, en Walter, 2006), la relación actual entre los niveles de ejercicio de la territorialidad se encuentra inmersa en un proceso análogo al del Renacimiento; es decir, se vive una territorialidad instituida y construida por una sociedad jerarquizada, asimétrica y heterogénea, la cual remite a un contexto donde los diferentes segmentos de

la sociedad no participan del mismo modo. En otras palabras, no todos tienen acceso a los diferentes espacios.

En resumen, el territorio se refiere a la estructura lógica de apropiación de las acciones humanas, traducidas como el espacio físico; por ejemplo, una ciudad, una población o una zona urbana. A partir de éstos se consolida la territorialidad como un proceso de crear territorio por medio de actividades materiales y simbólicas de la sociedad. En el caso de la territorialización, ésta se relaciona con las tácticas utilizadas y los efectos de la demarcación de un territorio, así como con el ejercicio de algún tipo de control, ya sea social o por parte de algún actor en particular.

De forma aparente, en el territorio no debe existir una privación del uso del espacio. Sin embargo, el concepto puede resultar inmaterial y/o subjetivo, ya que se presentan actos de jerarquización de apropiación que restringen de una u otra forma las actividades y usos del mismo por cuestiones socioeconómicas y asuntos relacionados con el poder adquisitivo de la población, principalmente.

## **2.2. La postura geográfica del concepto *territorio***

Desde la perspectiva del espacio geográfico, el territorio se define como una delimitación que implica la división del mismo y su apropiación y control por parte de un grupo humano. En esta conceptualización se observa un amplio campo de relaciones e interdependencias entre factores diversos. Por ello, es muy importante retomar el significado descrito desde los estudios geográficos (Sánchez, 1991: 6). Haesbaert plantea que la noción de territorio contempla una perspectiva integradora en la cual el espacio no se considera ni meramente natural ni exclusivamente político, económico o cultural. En síntesis, será importante retomar la perspectiva geográfica para el diseño de una propuesta que unifique el mundo material y el contexto social.

De acuerdo con Toscana (2010: 33), la epistemología de la ciencia geográfica reflexiona sobre la acepción de territorio como un espacio acotado, diferenciado y apropiado. Éste ha sido concebido de diversas formas y se le han otorgado diversas denominaciones que responden a fundamentos disímiles como *medio*, *región*, *paisaje* y *lugar*. Dichas construcciones teóricas surgieron a partir de los procesos históricos asociados con el desarrollo científico.

A finales del siglo XVIII e inicios de XIX, la noción de territorio tenía una clara influencia de la cartografía, la cual era el soporte fisiográfico de cada Estado-nación para la descripción de sus límites y fronteras, todo ello circunscrito en un análisis descriptivo por medio del cual se podían detallar las características de la superficie terrestre donde se instalaban asentamientos humanos (Llanos, 2000: 209).

A mediados del siglo XIX, los geógrafos de la época buscaron construir un objeto de estudio que diferenciara su labor de otras disciplinas y le otorgara el carácter de ciencia. En el proceso, encontraron fundamento en el legado de Alexander Von Humboldt (1769-1859) y Carl Ritter (1779-1859), así como en sus aportaciones teóricas, ideológicas y epistemológicas. Ambos autores lograron enfocar un aspecto general: el territorio (Toscana 2010: 34) funcionaba como un repositorio o contenedor de objetos.

Desde la corriente positivista, las ideas del determinismo geográfico de Frederich Ratzel (1892) desarrollaron dos conceptos fundamentales del espacio geográfico. En ellos, se involucró al concepto de territorio como la porción de la superficie terrestre conquistada por una sociedad determinada con sus propias condiciones de vida y de trabajo, al mismo tiempo que se añadió la acepción de espacio vital como la delimitación de territorio adecuado para una sociedad específica en función de su tecnología y de los recursos demográficos y naturales disponibles. En otras palabras, las distintas sociedades requieren de un territorio como espacio vital.

De forma similar, los postulados de los geógrafos estadounidenses Ellen Churchill Semple y Ellsworth Huntington, fundamentados en la geografía humana, presentaban un modelo para explicar cómo las condiciones físicas determinan las condiciones de vida y,

al mismo tiempo, controlan el grado de civilización, el progreso de la humanidad y las actividades del hombre que van desde la satisfacción de las necesidades básicas hasta el establecimiento de distintas formas de gobierno y representaciones culturales como el arte y la religión (Delgado, 2011). Así, surge la denominación *medio geográfico* para referir a las condiciones físico-naturales del territorio, a partir de las cuales se pueden entender y explicar las características de las sociedades, principalmente aquellas relacionadas con la política (Toscana, 2010: 35).

Desde la corriente del posibilismo, la geografía regional surgió en Francia y Alemania. Tres de sus principales exponentes, los geógrafos Alfred Hettner, Lucien Febvre y Paul Vidal de la Blache, propusieron, como alternativa al determinismo geográfico, un análisis en el que el hombre produce y ejerce las transformaciones sobre el medio geográfico, de modo que el medio no determina las actividades humanas, sino que las condiciona (Rodríguez, 2011). Ello implicó repercusiones en la acepción del territorio. En respuesta a dicha propuesta, Hettner presentó una nueva dimensión para concebir las relaciones de la humanidad con el entorno en la que “el territorio es considerado como la materialización física de las relaciones hombre-medio geográfico” (Toscana, 2010: 36). De esta forma, se confirió mayor importancia al concepto de territorio como producto de una relación; es decir, pasó de ser un soporte o influencia al resultado concreto de una acción o intervención humana.

El postulado de Lucien Febvre (1974) apoya el argumento de que la naturaleza es un producto humano, ya que la humanidad se encuentra inmersa en ella. A partir de esta postura, la cuestión no es conocer las influencias del hombre en el medio, sino saber si crece la acción del hombre sobre la Tierra. El papel del ser humano se considera activo ante las condiciones naturales, ya que trata de transformarlas según sus necesidades. En consecuencia, no se puede hablar de las influencias del medio sobre los grupos humanos, sino de una relación entre sociedad y naturaleza.

Con base en la idea de la relación entre sociedad y naturaleza, Paul Vidal de La Blache propone, desde un enfoque inductivo-historicista, a la *región* como objeto de estudio,

entendida a partir de un ámbito territorial que se aprehende de forma visual y representa la expresión de las relaciones hombre-medio a lo largo de la historia, la cual es diferenciable y aprehensible. Ello se debe a su particular e irrepetible fisonomía natural, que le atribuye la caracterización de paisaje. En síntesis, se trata de un espacio dotado de elementos propios según las actividades humanas y los elementos del medio físico-natural que se configura a lo largo del tiempo (Gómez, 2005).

Así, en las tres propuestas presentadas se observa la tendencia relativista, expresada desde la acepción del paisaje. En ella se coloca al hombre como un ser activo que sufre la influencia del medio, pero actúa sobre éste y lo transforma. Las perspectivas mencionadas presentan una dinámica de cambio que transforma el concepto de región propuesto desde una visión natural, según su criterio de uniformidad, por Etienne Juillard (referido en García, 1994: 68-69), quien lo define como todo relieve y vegetación, pero también densidades humanas, modos de hábitats, actividades económicas, costumbres y mentalidades procedentes directa o indirectamente de la naturaleza. Asimismo, se observan modificaciones al planteamiento en el que se considera a la región como funcional, delimitada por criterios de complementariedad y cohesión, donde las configuraciones espaciales generadas por factores humanos como los económicos, industriales o urbanos eran difícilmente reducidas a la delimitación natural. Bajo este planteamiento, se observa que la noción denominada *región natural* se basó en la uniformidad como fundamento de la unidad regional; sin embargo, las condiciones económicas y urbanas llevaron a que ésta se apoyara en criterios de cohesión. En consecuencia, el concepto de región se transformó en su naturaleza a funciones, y su articulación territorial, a la estructura urbana y desarrollo económico y social.

A principios del siglo XX, el geógrafo norteamericano Harsthorne definió a las regiones como fragmentos de tierra delimitados arbitrariamente y constituidos desde una visión racionalista, cuyos límites se establecen a partir de la racionalidad humana. Esta idea reemplazó el concepto de *región* por el de *área*. Desde entonces, el método regional se formó por aquellos procedimientos intelectuales empleados en la construcción de áreas

en las que la geografía se definía por su método para el estudio del espacio geográfico (Buzai, 2001, referido en Mateo, 2005). Así, se da el paso del concepto de *región* al desarrollo del de *espacio-paisaje*, como aquellos elementos que se entrelazan y logran su manifestación en la vinculación de una comunidad con el territorio, característica que le otorga una identidad propia.

El concepto de *paisaje* se incorpora a la geografía desde el marco cultural. Karl Sauer lo planteó como la manifestación de cierta unidad cultural producida por la adaptación específica del grupo humano a un determinado medio geográfico. En este caso, el paisaje adquiere una dimensión histórica al ser el resultado de sucesivas formas y transformaciones culturales. A diferencia del concepto de *región*, el paisaje no es una unidad definida con base en sus características naturales, sino el resultado de la interacción entre sociedad y naturaleza (Toscano, 2010). Su propuesta busca indagar el contenido visible en el paisaje y las posibles relaciones establecidas entre todos sus elementos, como el suelo, el clima y la vegetación; así como entre las características del medio físico y las formas de uso del suelo por parte de las comunidades habitantes del lugar (Delgado, 2003). En resumen, la cultura es la población, el área natural es el medio y el paisaje cultural es el resultado (Sauer, 1925: 94-96).

Hasta la primera mitad del siglo XX, la geografía clásica mostraba dos planteamientos fundamentales: los sistemáticos o generales, y los predominantemente corológicos o regionales. En los segundos, el concepto de territorio ocupa un lugar central como objeto de análisis, visto desde la perspectiva de apropiación, ejercicio y control de una porción de la superficie terrestre, así como desde la idea de pertenencia. Luego, a partir de la segunda mitad del siglo XX, se observa una reformulación en todos los campos del conocimiento como consecuencia de la revolución científica que incorporó criterios conceptuales y metodológicos de tipo lógico-matemático. En el caso de la geografía, se gestó una corriente en la que se afirmaba que ésta no era una disciplina singular ni excepcional, sino que debía utilizar el método científico. Desde entonces, se le denominó *nueva geografía*, también llamada *teórica* o *cuantitativa*. En ella, el territorio se define como

un escenario sobre el cual se organizan, distribuyen y vinculan las redes sociales, y su análisis se lleva a cabo desde la estadística. Su finalidad es construir modelos teóricos de planeación racional.<sup>7</sup>

Otro esquema metodológico aplicado en la nueva geografía es el de la Teoría General de Sistemas, el cual dio paso a la llamada *geografía sistémica*. Bajo esta perspectiva teórica, el territorio se define en términos de un geosistema; es decir, de una unidad que pertenece a una estructura determinada por procesos dinámicos entre las formas bióticas, como flora y fauna; antrópicas, como las del ser humano, las sociedades y sus creaciones; y abióticas: aquellas relacionadas con la atmósfera, el relieve, los suelos y el agua. También se analizan las interrelaciones de sus elementos o componentes como hidrósfera, atmósfera, litósfera, biósfera y sociósfera. Así, el concepto de paisaje resurge en términos sistémicos para fundamentar el análisis (Pillet, 2004: 143).

Por otro lado, surgió también el paradigma puente conocido como *geografía de la percepción y del comportamiento*, un esfuerzo científico por brindar respuestas subjetivas y hacer frente a las propuestas de la postura cuantitativa. Sus bases teóricas se encuentran en el conductismo. Mediante el estudio de la conducta, incorpora el aspecto interior del ser humano, la percepción psicológica del medio a través de los sentidos y el comportamiento de los hombres. Con esto, el comportamiento es estudiado a partir de mapas mentales donde se refleja la influencia de numerosos factores vinculados entre sí (Santarelli, 2002). La existencia de un espacio subjetivo es reconocida por la geografía de la percepción, la cual busca poner de manifiesto las cuestiones intrínsecas que influyen en

---

<sup>7</sup> Algunos aportes clásicos de la geografía cuantitativa son el modelo de localización agrícola de Von Thünen (1826), el modelo de localización industrial de Weber (1909), el modelo de la estructura del espacio urbano en anillos concéntricos de Burgess (1925), la teoría de los lugares centrales de Christaller (1933) y su ampliación por Lösch (1939), el modelo de estructura del espacio urbano en sectores de Hoyt (1939) y los núcleos múltiples propuestos por Harris y Ullman (1945). Además, existe una ampliación que supera la geometría rígida con bases numéricas analíticas, a partir de la matriz de datos geográfica propuesta por Berry (1964), la cual funciona como un sistema organizativo de datos espaciales, con posibilidad de trabajarlos con base en perspectivas regionales, generales y temporales (Buzai, 2005).

la toma de decisiones y cuestiona las presuposiciones de transparencia y racionalidad asumidas por la geografía cuantitativa (Gómez et al., 1982).

Para la década de los años setenta, se plantearon nuevas concepciones de interpretación del espacio desde las líneas de investigación del liberalismo, el movimiento liberatorio y el marxismo estructural. Sus temas centrales fueron los recursos naturales y el medio ambiente en el marco del capitalismo, la geopolítica, el imperialismo y el subdesarrollo. De igual forma, se cuestionó tanto a las instituciones como a los individuos en cuanto a su compromiso social en relación con la desigualdad, la segregación social, la lucha de clases, la justicia social y la planificación territorial (Toscana, 2010).

Desde los planteamientos descritos, el espacio es entendido como un producto social, reflejo de la colectividad que lo ocupa, de su dinamismo, sus contradicciones y de las complejas relaciones de poder existentes en su seno. Esto implica la necesidad de prestar atención a los intereses y valores de los diferentes agentes o actores que construyen, destruyen y transforman cada territorio. Asimismo, es importante analizar las estrategias de actuación que se manifiestan en los paisajes y en la estructuración interna de cada espacio, así como las desigualdades o conflictos existentes por la apropiación y el uso de determinado territorio. Desde el plano metodológico, se defendía la descripción e interpretación de la evolución de territorios concretos a partir de la influencia ejercida por los procesos estructurales que, en cada fase histórica, definen las reglas del juego (Méndez, 2008). Así es como en la denominada *geografía radical*, se consolida la noción de espacio como una construcción social.

Actualmente, la comprensión del espacio como producto social ha llevado a un elevado nivel de escepticismo y eclecticismo conceptual, el cual se une al pragmatismo defendido por el posmodernismo. Esto ha motivado el acercamiento de unas corrientes con otras, sobre todo del humanismo fenomenológico y existencial, el estructuralismo radical, el realismo crítico y el posmodernismo. Así, se analiza al espacio local globalizado o a la conexión global local, vinculando lo local con lo global, fundamento del espacio o

territorio como concepto. Como resultado, se origina una dialéctica teórica mediante la relación del espacio subjetivo con el espacio social (Pillet, 2004).

De acuerdo con Toscana (2010), la postura teórica de la Geografía presenta dos conceptos de territorio útiles para el análisis espacial. Por un lado, autores como Raffestain y Tuathail (1984 y 1988, citados en Moltó y Hernández, 2002) hablan de un proceso llamado *desterritorialización*, producto del proceso de globalización de los grandes capitales. Por otro, Nogué y Rufí (2001) consideran que el territorio ha ganado importancia porque a través de él se conectan las experiencias individual, local y global. Para los autores, cada nivel escalar muestra la relevancia de ciertos elementos notables, en los que algunos fenómenos adquieren visibilidad, lo que permite identificar sus relaciones y su dinámica.

De tal modo, territorio es colocado como un eje integrador de procesos con incidencia sobre un espacio determinado o delimitación física específica en el que actúa una sociedad en particular. Por lo tanto el análisis geográfico de la estructura territorial, de sus componentes y de su funcionamiento es básico en toda actuación vinculada al desarrollo local y basada en la revaloración del potencial endógeno del espacio y su entendimiento.

### **2.3. Los marcos metodológicos de la disciplina geográfica y su pertinencia en la temática de riesgos**

El paradigma del posibilismo plantea el poder del hombre sobre la naturaleza, justificado a partir de su necesidad de crear un mundo donde vivir. Con base en la idea de la construcción social del espacio, se plantea una serie de enfoques o perspectivas provenientes de diferentes connotaciones teóricas, perfiladas en función de su temporalidad y disciplina geográfica. Todas ellas desarrollan una amplia variedad de marcos teórico-metodológicos aplicables en el estudio del territorio, el cual toma como eje

de análisis la postura de la relación sociedad-naturaleza y puede ser recuperado de los estudios de problemáticas concretas como aquellas relacionadas con la temática de riesgos.

Entre los planteamientos propuestos por la geografía, Haggett (1988) ofrece un marco teórico-metodológico integrado a partir de diferentes perspectivas. En primer lugar considera la espacial, la cual implica que el geógrafo se pregunte cuáles son los factores que controlan los modelos de distribución y el modo en que éstos pueden modificarse para ser más eficaces o equitativos, entendidos desde la localización y su distribución en el espacio. En segunda instancia, la mirada ecológica interrelaciona las variables humanas y ambientales e interpreta sus relaciones, desplazando la atención de la variación entre áreas a las relaciones dentro de un sólo espacio geográfico. Finalmente, la mirada regional es una combinación de los resultados de los análisis espacial y ecológico, donde se identifican unidades regionales apropiadas a través de una diferenciación de áreas y se establecen los flujos y relaciones entre pares de regiones para explicar fenómenos específicos.

En síntesis, la geografía es una disciplina que permite entender la distribución de los fenómenos geográficos, la diferenciación del espacio en la superficie terrestre, las relaciones espaciales entre los fenómenos, la organización del espacio y la relación de los seres humanos con su medio. Esto permite considerarla como una ciencia-síntesis fundamentada en una dialéctica entre la explicación y la descripción. En consecuencia, cada enfoque ofrece una alternativa para el estudio de los riesgos, el cual ha sido abordado desde los aportes sistemáticos y corológicos; las corrientes teórica, sistémica, historicista ideográfica, humanista y estructuralista; y los estudios de la geografía posmoderna. En estos últimos, cada teorización es vital en la modelación de estudios holísticos e interdisciplinarios donde se integran factores naturales, sociales, económicos, políticos y culturales desde un plano espacial que, de no ser llevado a cabo, transformaría fácilmente a la geografía en una sociología espacial positivista de desigualdad y clases sociales.

### **2.3.1 Las ciencias de la información como herramienta del análisis geoespacial**

Las condiciones socioeconómicas del mundo actual se definen por cambios radicales en las técnicas y en los procesos productivos, como los avances tecnológicos, la internacionalización de los circuitos del capital, la producción flexible y el post-fordismo. De igual forma, la crisis del Estado-nación, la preocupación por la homogeneización cultural, los esfuerzos de las minorías étnicas y culturales por reafirmar su identidad, los movimientos sociales con viejos y nuevos reclamos, y la crisis ambiental complejizan la problemática (Toscano, 2010). En este contexto, la ciencia geográfica es colocada frente a un desafío en el que debe desarrollar métodos interdisciplinarios donde se incluya la intervención de posturas teórico metodológicas mixtas, tanto cualitativas como cuantitativas, con el objetivo de explicar tal complejidad. Asimismo, se debe considerar la integración de escalas de análisis distintas, desde magnitudes mundiales o continentales hasta cuestiones concretas de carácter regional o local.

Desde los años ochenta y noventa, en el pensamiento geográfico se generaron diversos debates teóricos en respuesta a la compleja situación de los procesos socioeconómicos mencionados. Estos se dieron, principalmente, en el marco del marxismo y el neopositivismo. En el primero se gestó el interés por temas relacionados con una teoría social crítica desde la geografía radical. En el segundo, se desarrolló una inclinación por las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC).

Así, el debate en el análisis geográfico quedó contemplado por tres perspectivas que, de acuerdo con Buzai (2005), se pueden considerar como revalorizaciones paradigmáticas. Primero, la ecología del paisaje incorporó conceptos del paradigma regional, el racional o cuantitativo y el humanista, sin desestimar los aportes cualitativos. Segundo, la geografía posmoderna emplea los conceptos de la geografía crítica y la humanista, disciplinas en las que el espacio es un producto socioespacial. En tercer lugar, la postura de la geografía automatizada encuentra sustento en los paradigmas cuantitativo y sistémico bajo la bases

de las ciencias empírico-analíticas, y representada por una visión digital del mundo. En ella, el tratamiento y análisis de los fenómenos son realizados a partir de medios computacionales.<sup>8</sup>

Como se puede observar, cada una de las perspectivas teóricas mencionadas muestra una alternativa para abordar el estudio de las formas de estructuración social. Sin embargo, la geografía automatizada presenta una nueva óptica del análisis del espacio geográfico a partir de un ámbito geotecnológico, en el cual se valora el campo de la informática mediante sistemas cibernéticos, humanos y electrónicos para estudiar sistemas físicos y sociales. Esto revela un factor de gran valía, ya que conduce a retomar el objeto de estudio de la geografía, así como a la pertinencia de la integración de conocimientos de diferentes disciplinas relacionadas con el estudio del espacio producto de la interacción del hombre con el medio físico. De esta manera,

El desarrollo tecnológico obtiene una alta valorización ocupando un lugar central para que la ciencia se presente como aplicación concreta a fin de satisfacer las demandas sociales de dinámica cambiante (Buzai, 2001: 621).

### **2.3.2 Geografía automatizada**

La revolución tecnológica del siglo XX dio paso a la era de la computación, lo que trajo consigo una rápida evolución en el campo de la informática. Con ello, se redujeron los tiempos para procesar, archivar y recuperar grandes volúmenes de datos. Además, surgió la posibilidad de ejecutar una amplia gama de combinaciones en el manejo de diversas variables y se facilitó el estudio y manipulación de situaciones hipotéticas que eran muy difíciles de efectuar sin el uso de las computadoras.

---

<sup>8</sup> La geotecnología se presenta como una nueva visión del espacio geográfico que valora el campo de la informática (Buzai, 2003) y amplía cada vez más su acción (GEOblog, 2007; Oropeza, 2007).

De forma gradual, las nuevas tecnologías se comenzaron a utilizar para generar información geográfica como la percepción remota o imágenes de satélite, la fotografía aérea moderna, la fotogrametría digital, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés) y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Reyes et al., 2003). Éstos últimos destacan dentro del desarrollo de las tecnologías de recolección y almacenamiento de datos geográficos. Con ellos se dio el establecimiento de los principios básicos para la creación de datos geográficos con referencia espacial, así como la codificación, el análisis y la presentación de un sistema informatizado. Su objetivo principal ha sido construir una herramienta de almacenamiento y manejo de información cartográfica; es decir, desarrollar una combinación de elementos de cartografía cuantitativa enlazada con los sistemas informáticos. Este tipo de tecnología fue diseñada para la gestión de la tierra en temas que incluyen la protección del medio ambiente, la planificación urbana y regional, la propiedad y los impuestos, la gestión de recursos, la gestión de los servicios públicos, la ubicación del sitio, la inteligencia y tácticas militares, entre otros. Dichos sistemas están basados en ordenadores para el análisis de datos (Tomilson, 1976, en Coppok, 1991).

En 1970, la disponibilidad de las computadoras y los avances en los sistemas informáticos sentaron los fundamentos para el desarrollo de los modernos sistemas de producción y de diseño gráfico digital, especialmente lo que respecta al diseño de innovadores sistemas de almacenamiento de datos con capacidad para administrar grandes volúmenes de información. Ello elevó el valor de las bases de datos simples a una gama de entidad-relación; es decir, surgieron las bases de datos relacionales gráficas y alfanuméricas. A partir de éstas, los desarrollos en cuanto a sistemas de información geográfica comenzaron a representar características geográficas complejas. Así, comenzaron a surgir elementos comunes y se diseñaron los primeros productos de software comerciales (Goodchill, s.f.).<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Jack Dangenmnd en el Instituto de Investigación de Sistemas Ambientales (ESRI) en América del Norte, y David P. Bickmore en la Unidad de Cartografía Experimental (ECU) en el Reino Unido. Fuente: Coppok, 1991.

Por otro lado, en el ámbito académico, la situación llevó a que la aplicación de las tecnologías computacionales otorgara entidad propia a un campo de conocimiento, así como a sus formas de procesamiento de información geográfica integrada y a otras prácticas fundamentales de la disciplina. Así, hoy se vislumbra el camino hacia una prometedora ciencia de la información geográfica (GIS, por su abreviatura en inglés) (Oyala, 2011: 27).

### **2.3.3 La ciencia de la información geográfica**

La ciencia de la información geográfica es un campo del conocimiento que pretende el estudio, la investigación y el desarrollo de los conceptos teóricos, los algoritmos matemáticos, los programas informáticos, los instrumentos físicos y las bases de datos georreferenciadas que se relacionan con las tecnologías de información geográfica (Bosques, 1999). Esta visión inició en la década de los años ochenta, con la posibilidad de formular dichos sistemas como una postura de análisis.

El debate de Jerome E. Dobson en 1983 abrió la discusión sobre la posibilidad de automatizar la mayoría de los procedimientos de análisis espacial. Esto dio pie al surgimiento de la denominada geografía automatizada, como un campo de aplicación técnico presentado como ventajoso con respecto de los métodos de trabajo tradicional. Con ella, los análisis de sistemas físicos y sociales se desarrollaron a partir de sistemas cibernéticos, humanos y electrónicos (Toudert y Buzai 2004, en Oropeza, 2007).

Así, Dobson propuso un enfoque multidisciplinar en el que se aprovecharon los avances tecnológicos como los sensores remotos, los sistemas de posicionamiento y el análisis espacial para constituir una base digital computarizada orientada a proporcionar respuestas estructuradas a distintos problemas del espacio geográfico. De acuerdo con Lake (1993: 405), esta situación muestra ventajas con respecto del trabajo geográfico tradicional gracias al perfeccionamiento de la perspectiva cuantitativa de la construcción regional. Asimismo, se rescata la tradición racionalista en cuanto al predominio de los

sistemas de información geográfica<sup>10</sup> en una posición cerca del espacio geográfico o en el centro de la planificación.

A partir de este punto comenzó una serie de debates con opiniones distintas. Por una parte, se libraron discusiones desde el ámbito terminológico en cuanto al uso de los conceptos como la *geografía automatizada* o *sociedad tecnológica* (Zimmerli, 1988; Marble y Peuquet, 1983; Moellering y Stetzer, 1983; Poiker, 1983). Por otra, se discutió sobre la incorporación de aspectos teóricos de relevancia y la falta de neutralidad ideológica de los sistemas computacionales al momento de su aplicación (Cromley, 1983).

Dentro del contexto descrito por Wright et al. (1997) cita a autores como Goodchild (1992), quien habla del papel de la ciencia de la información geográfica; Suit's (1994) que elabora una discusión sobre la conciliación de las diferencias entre los entusiastas de los sistemas de información geográfica y las posturas críticas al respecto. Además, Wright retoma los artículos sobre geografía automatizada que aparecen en el compendio denominado *The Professional Geographer* (1993), donde se mencionan distintas reflexiones sobre los diez años de evolución del campo disciplinar, contados a partir del momento en que Dobson (1983) anunció los avances realizados en cuanto a los métodos analíticos y la tecnología informática.

En la década de los años noventa, Buzai (2005) retomó los aportes de R. G. Cromley (1983), referidos a los aspectos teóricos que adquieren relevancia para que exista una importante neutralidad ideológica en la aplicación de dichos sistemas. Buzai (1999) también recupera las propuestas de M. Monomonier, quien vislumbra una mayor capacidad interdisciplinar para el geógrafo, y J. L. Morrison, quien considera que los avances científicos representan una excelente oportunidad para que la geografía ocupe un lugar destacado en relación con otras ciencias.

---

<sup>10</sup>La revaloración de la geografía cuantitativa ante el desarrollo tecnológico y del ambiente digital de finales del siglo XX ha sido producto de un creciente interés por la información geográfica y el estudio del medio, así como del nacimiento de la era informática (Oyala, 2011).

La Fundación Nacional de la Ciencia (NSF, por sus siglas en inglés) es institución de origen estadounidense que Ron Abler (1984, en Dukham, 2003) propuso para la dirección del *Programa de Geografía y Ciencia Regional*. La iniciativa surge como resultado de observar la oportunidad de que la NSF podía impulsar la creación de un centro de investigación científica y tecnológica dedicado específicamente a los sistemas de información geográfica. Además, se buscó dirigir los intereses de la NSF en los centros de investigación y de la *Big Science* hacia la disciplina de la geografía.

Así, se dio una revaloración de los métodos empírico-analíticos que inician la inserción de conceptos relacionados con la denominada *ciencia de la información geográfica* –conocidas en inglés como *Information Geographical Science (IGS)* – (Goodchild, 1992, en Dukham, 2003). De acuerdo con Dukham (2003), el núcleo científico de esta postura se relaciona con cinco temas de investigación y ocho tópicos (véase tabla 2.1) establecidos a finales del siglo XX como las bases para la exploración IGS. Las temáticas que fueron tomadas como base del estudio se componen por:

- Análisis espacial y estadística espacial.
- Relaciones espaciales y estructuras de bases de datos.
- Sistemas de inteligencia y expertos artificiales.
- Visualización.
- Temas sociales, económicos e institucionales.

Para Godchild (1992: 43), la ciencia de la información geográfica se define como el manejo de la información geográfica mediante tecnología geoespacial. En ella nacen desafíos intelectuales y científicos de mayor amplitud de lo que la manipulación de datos espaciales implica.

## **Tabla 2. 1**

*Contenido de las ciencias de información geográfica.*

Goodchild (1992)	Delegados de la UCGIS, 1994-1996	National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA) Proyecto Varenius, 1954	Dukham (2003)
1. Recopilación y medición de datos	1. Datos espaciales adquisición e integración.	1. Modelos cognitivos del espacio geográfico.	1. La interacción humana con la GI y la tecnología. Razonamiento espacial cualitativo.
2. Captura de datos	2. Computación distribuida.	2. Métodos computacionales para la representación de conceptos geográficos.	2. Tiempo en el espacio geográfico.
3. Estadística espacial	3. Extensiones a la representación geográfica.	3. Geografías de la Sociedad de la información.	3. Otros temas Geocomputación.
4. Modelado y teorías de datos espaciales de datos	4. Cognición de la información geográfica.		
5. Estructuras de datos, algoritmos y procesos	5. Interoperabilidad de Información Geográfica.		
6. Pantalla	6. Escala.		
7. Herramientas de análisis	7. Análisis Espacial en un entorno SIG.		
8. Asuntos institucionales, de gestión y éticos	8. El futuro de la Infraestructura de Información Espacial.		
	9. Incertidumbre en los datos espaciales y los análisis basados en el SIG.		
	10. GIS y Sociedad.		

Nota. Adaptación de Dukham, 2003.

Con base en lo antes mencionado, se logra una diferenciación conceptual fundamental entre los sistemas de información geográfica y las ciencias de la información geográfica. Los primeros *sistemas de información geográfica* se institucionalizan dentro del grupo de tecnologías que se relacionan con la recolección, procesamiento y distribución de datos geoespaciales –información que puede ir desde un mapa de papel hasta un modelo digital– y sirven de plataforma de análisis a disciplinas participantes en la modelación y presentación de dichos datos, entre las cuales se encuentran, por un lado, aquellas que han estudiado la información geográfica de forma tradicional –como la cartografía, la geodesia, la topografía, etcétera–, y, por otro, las que estudian la

información geográfica en formato digital –como la teledetección y la geoinformática–, o los que analizan de forma tradicional la tierra y su superficie –como la geología, la geofísica, la oceanografía, la biología, las ciencias ambientales, la sociología, la antropología y la geografía (Bosque, 1999).

De acuerdo con Monmonier (1983, citado en Buzai, 2000: 21), con los avances de la ciencia de la información geográfica se presenta un nuevo ámbito de reflexión en el que se comienza a dar la relación de la geografía con otras ciencias, las cuales comprenden las ventajas de considerar la variable espacial a través de la automatización.<sup>11</sup> De esta forma, se presentan los sistemas de información geográfica como el medio fundamental de interacción y comunicación entre campos disciplinarios. En este sentido, el desarrollo de los avances de la postura neopositivista en relación con la geotecnología permite un diálogo con otras ciencias al momento de utilizarlos como bases para la generación de procedimientos geográficos comunes.

En el ámbito académico, las discusiones en cuanto a los sistemas de información geográfica muestran diversas perspectivas. Autores como Goodchild (1992: 11) proponen que se tendría que pasar de un sistema de análisis al desarrollo de una ciencia pura o aplicada mediante el establecimiento de las ciencias de la información geográfica como la intersección entre aquellas disciplinas con intereses comunes. Para ello, podría apoyarse de una serie de herramientas tecnológicas que ayuden en las actividades de investigación básica. A partir de esta discusión, se generó una visión en la que la geografía cuantitativa se revaloraba como relevante, aplicable y comercial, con base en el desarrollo y aplicación de los sistemas tecnológicos (Cli y Haggett, 1993; Gatrell y Bailey, 1995 y Jane Birkin et al. 1996; en Sailajana, et al., 2012: 387).

---

<sup>11</sup> En el siglo XIX, las ciencias que se consideraban geográficas habían tomado los fragmentos del objeto de estudio de la geografía para formar los propios. La geodesia se ocupaba de las dimensiones terrestres, la geofísica del campo magnético, la meteorología y la climatología de la atmósfera, etcétera. Los cambios se presentaron al quedar en evidencia que una única ciencia, no podía abarcar todo el conocimiento. En la actualidad, las geotecnologías han hecho mucho para eliminar el tradicional aislamiento entre los campos mencionados (Buzai, 2000).

Dobson (2007) menciona que los métodos de análisis y la tecnología computarizada han hecho posible la automatización de varios aspectos de la investigación geográfica y de la resolución de problemas. En el estudio de Goodchild (1992) –así como en varios otros como los realizados por Rhind et al. (1991 y 1992), Abler (1993), Cromley (1993), Dobson (1983) y Fedra (1993)– se ha buscado eliminar el tradicional aislamiento entre los campos de la fotogrametría, teledetección, geodesia, cartografía, topografía, geografía, ciencias de la computación y la estadística espacial, entre otras disciplinas con interés en las cuestiones genéricas de los datos espaciales (Wright, 1997). Ante ello, el autor argumenta que se trata de las disciplinas de la ciencia de la información geográfica, por lo que tenía más sentido para la comunidad de investigación mantener el término *sistemas de investigación geográfica* dentro del análisis.

De acuerdo con Buzai (2001), investigaciones como la de Goodchild (1992) explican la aparición de una nueva geografía que impacta notablemente en las otras ciencias y en diversas prácticas sociales a partir de la incorporación de sus conceptos fundamentales en el ámbito computacional, mediante procedimientos de aplicación estándar. Ello propicia el surgimiento de un campo teórico-metodológico de aplicación generalizada. El autor propone una postura nueva aplicable para el mundo actual, cuyo fin sea resolver problemas donde la variable espacial sea fundamental para enseñar conceptos y producir conocimientos científicos.

En suma, la visión de las ciencias de la información geográfica aporta una forma para el análisis de fenómenos que implica la recolección, el manejo y el análisis de información geográfica desde la modelación y el análisis geoespacial.

#### **2.3.4. La incorporación del análisis social en la ciencia de la información geográfica**

La vertiente inicial de la geografía automatizada basada en los SIG pasó, de esta primera apreciación, a ser una GIS con el fin de dar mayor sustento a la base teórica de la

geotecnología, desde un privilegio en los sistemas de información (IS, por su abreviatura en inglés) hacia un privilegio geográfico. En este contexto se da un segundo surgimiento importante: la aparición de una ciencia social integrada espacialmente (SISS, por su abreviatura en inglés), la cual inicia con los trabajos realizados en el Centro de Ciencias Sociales Espacialmente Integradas (CSISS, por sus siglas en inglés) de la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign (UIUC, por sus siglas en inglés), como un avance tecnológico estrictamente dentro del campo de la teoría. A diferencia de una ciencia social centrada en la sociología, este nuevo marco muestra la necesidad de centrarse en el espacio (Buzai, 2001: 8).

Para Del Bosque (2013: 13), la tendencia a sistematizar el manejo de la información geográfica a través de terminología geoespacial debe ser entendida como un conjunto de procedimientos técnicos y metodológicos que permiten, por un lado, tratar la espacialidad de los datos, y, por otro, favorecer el estudio de la realidad desde enfoques multidimensionales e integrados, como el tiempo, el espacio y las personas que interactúan con el medio. En tal sentido, las tecnologías SIG se pueden considerar un enfoque para la resolución de problemas en las ciencias sociales, ya que se realizan modelos a partir de la producción de conocimientos empíricos.<sup>12</sup> Estos últimos permiten el diagnóstico de la distribución de la población, sus características demográficas y sus hechos culturales, sociales, económicos, institucionales, políticos, etcétera, a lo largo y ancho del espacio geográfico. La descripción de la realidad es lo que interesa en estos estudios, pero también explicarla, interpretarla, alcanzar la síntesis y, si es posible, clasificar el espacio geográfico en función de la problemática abordada. En tal sentido, dos cuestiones son fundamentales en el proceso de esquematizar la realidad: la primera, la forma en que se concibe el mundo real, y segunda, cómo sintetizar los diversos componentes de un dato geográfico (Bosques, et al., 1994:4).

---

<sup>12</sup> El desarrollo teórico-metodológico del análisis espacial se centra en la producción de modelos, generalmente matemáticos, en el marco de importantes cuerpos teóricos, como la teorías de la localización de industrias y servicios, de las redes, de los lugares centrales, de la interacción de distancia, la estadística espacial o geoestadística, la entrografía, la taxonomía espacial, etcétera (Sánchez, 2013).

Por supuesto, la situación no escapó de las discusiones acerca de la GIS como una disciplina científica, solo que ahora las cuestiones giraron en torno a los orígenes, la epistemología, la selección y acceso a datos, a las formas de representación, y a la política y ética de la información. En un sentido se consideró a la GIS como un conjunto de sistemas institucionalizados de tecnologías y prácticas situadas en determinadas estructuras económicas, políticas, culturales y legales de manejo de datos y de imágenes (Pikles, 1999: 51). Esto, con base en la suposición de que se trataba de una disciplina analítica y técnica con objetividad y neutralidad política, así como con un dualismo sujeto-objeto; en otras palabras el reconocimiento de la imposibilidad de separar hechos y valores (Brown, 1987; Christensen, 1986; Enbar, 1983; Hoch, 1992; Innes, 1990; y Vtlachs, 1982, en Lake, 1993).

Como se puede observar, la discusión remite a temas relacionados con limitaciones técnicas, lógicas y epistemológicas sobre lo que hacen los SIG, las formas de razonamiento, y de entender el mundo en el que los profesionales y los teóricos deben profundizar y dominar el conocimiento de forma integral tanto de la disciplina objeto de estudio como del manejo, recolección y calidad de datos, así como la verificación de resultados.

En cuanto a la crítica realizada a la geotecnología, Lake (1993) menciona planteamientos de autores como Sackman (1991), Curry, (1993) y Obermeyer (1992) que muestran una alternativa para amparar el entendimiento y utilización del campo. Entre sus postulados se propone que los profesionales de las tecnologías de la información deben obligarse a actuar de forma ética al evaluar consecuencias sociales y ayudar a garantizar la seguridad y los beneficios del uso de aplicaciones tecnológicas. Asimismo, deben asegurarse de que los métodos de análisis sean adecuados. Todo ello, evitando interpretaciones sesgadas por alguna tendencia en la que el énfasis no esté en qué se hace, sino en cómo se hace; es decir, en el proceso de ejecución.

En resumen, los profesionales están obligados a utilizar la tecnología con un buen fin y evitar su uso para objetivos perjudiciales. También deben procurar comportarse

conforme a las normas profesionales de la práctica. Para ello, se debe seguir el referente del dualismo sujeto-objeto, que se relaciona con la separación del punto de vista y la ontología por parte del investigador. Esto sucede cuando el acceso a grandes bases de datos provoca que el analista interprete a los sujetos únicamente como datos, donde se refiere a las personas diferenciadas subjetivamente como un sujeto cosificado. El denominado *otro* es visto como espacio cartesiano existente en un tiempo cronológico, un espacio específico o en un lugar y una postura narrativa o humana. Mientras, el analista prepara sus estudios, centra al mundo de los humanos en un lugar específico, según su libre actuar y decisión (Curry, 1993).

A partir de la GIS, las investigaciones sociales presentan el reto de integrar diferentes categorías de datos que se extienden más allá de las limitaciones éticas, políticas y epistemológicas, especialmente, al momento de aplicar un estudio que, de acuerdo con Gregory (2009), instrumente las bases teóricas de la disciplina mediante el uso de la geotecnología. Para ello, deben buscar la integración de dos perspectivas de análisis: una que incluya aspectos no cuantitativos con referencia en la categoría de las humanidades –a partir de estudios locales con elevados niveles de profundidad–, y, en segundo lugar, aquella relacionada con estudios genéricos poco profundos o generales. Ambas visiones se complementan: por un lado, ofrecen explicaciones y matices, y, por otro, desafían las ortodoxias y proporcionan un contexto (Gregory, 2009: 181).<sup>13</sup>

El referente más representativo de la aplicación de las geotecnologías en las ciencias humanas y sociales inicia en el CSISS, donde la perspectiva espacial se integró a las teorías y las prácticas de las ciencias sociales, así como el uso de las tecnologías geoespaciales analíticas y la información georeferenciada como ejes de abordaje.

---

<sup>13</sup> Un ejemplo de este aporte es mencionado por Gaytán, Campos, Toscana y García, en su trabajo *Sistema Inteligente del Combate al Femicidio: Geoinformática, Innovación Tecnológica Geoespacial y SIG en Toluca*. Se trata de un estudio de criminología donde se abordan los conceptos de modelización espacial y análisis de patrones que interrelacionan fenómenos sociales, económicos y ambientales, con la ocurrencia de homicidios de mujeres (Monroy, 2010).

Los trabajos relacionados con la arqueología y la antropología se convirtieron en algunos ejemplos de las disciplinas pioneras en la utilización de los sistemas de información geográfica y la teledetección. Posteriormente, se sumaron la ciencia política, la historia o la economía, mediante aplicaciones y usos que abordan temas relacionados con el paisaje, los movimientos migratorios, el cambio climático, la geopolítica, la planeación territorial, el análisis de actividades humanas en espacios físicos virtuales, la salud pública y la criminología, entre otros (Robinson, 2010; Raleigh y Urdal, 2007; Hongbo Yu y Shih-Lung Shaw, 2008; Thomas y Sappington, 2009; Kromley, 2002; en Del Bosque, 2013).

Según Shepard (2001), la GIS es una disciplina útil para los diversos enfoques, ya que brinda la posibilidad de establecer correlaciones y asociaciones espaciales. Las investigaciones se ven favorecidas porque dicha perspectiva proporciona una visión digital del mundo y favorece su tratamiento y análisis posteriores a partir de medios informáticos. Al respecto, Buzai (2001: 30-31) indica que se parte de la consideración de que el espacio geográfico tangible y el incorporado al ambiente computacional son diferentes en esencia.

El mundo real es un entorno de múltiples dimensiones y su espacio es absoluto y relacional. A partir de la percepción del hombre, sus manifestaciones visibles son entendidas como una imagen, lo que permite su transformación conceptual. En ella, las entidades y relaciones se convierten en representaciones, lo que da paso a la creación de un modelo conceptual, el cual, en un segundo momento, se incorpora al ambiente computacional para su tratamiento y análisis, bajo una codificación alfanumérica y geocodificación gráfica; es decir, un modelo digital. Al respecto, el autor reflexiona que

el mundo real, el modelo conceptual y el modelo digital van recorriendo un camino de simplificación, razón por la cual, la interpretación de este último modelo de representación espacial no puede realizarse únicamente por la confluencia de conocimientos informáticos, sino por la

existencia de un conocimiento académico que permita analizar la realidad en diferentes niveles Buzai (2001: 30-31).

De esta manera, la computación geoespacial tiene el potencial de permitir que los investigadores utilicen una serie dispar de fuentes. Éstas pueden provenir de un paradigma extenso basado en las ciencias sociales, o bien a profundidad desde el paradigma de las humanidades espaciales (Gregory, 2009).

Dentro de la disciplina geográfica, el paradigma geotecnológico intenta complementar las formas de análisis de las dinámicas espaciales a partir de la generación de diferentes formas de representación. Esta situación coloca a la geografía en el contexto de las ciencias como productora de soluciones socioespaciales ante las demandas del contexto global. A pesar de ello, no se cumple un rol pasivo, sino que muestra gran actividad a partir de crear el mundo y transformarlo. La geotecnología deja de ser un set de herramientas de análisis espacial, nutrida a través de conceptos de naturaleza geográfica, para convertirse en una interface con una notable carga teórica (Buzai, 1998: 2).

Sin duda, el marco teórico de la geografía y la ciencia de la información geográfica presentan una línea de discusión de gran relevancia en el análisis de los riesgos siconaturales, a partir de propuestas conceptuales como el *territorio* y el análisis geotecnológico. En el primer caso, los riesgos y el territorio están estrechamente relacionados porque los primeros se materializan en un espacio territorializado; es decir, en un espacio apropiado por una comunidad o sociedad y sujeto a un Estado al que le corresponde la gestión de riesgos, misma que implica la prevención, la mitigación y la atención de emergencias, entre otros. El análisis geotecnológico permite el desarrollo de estudios territoriales desde una visión ecológica y corológica en la que se incluyen factores de la relación hombre-medio desde distintas representaciones que van de lo real a la modelación digital, y de lo local a lo global, en un contexto multiescalar.

### 2.3.5. Las ciencias de la información geográfica en el estudio de los riesgos

Los riesgos socionaturales son entendidos como procesos que generan situaciones latentes de daño y/o alteración en la estabilidad y cotidianeidad de la vida de las personas. Éstos se encuentran relacionados con aquellas condiciones de degradación e impacto ambiental que magnifican o potencializan los procesos naturales de la dinámica terrestre, en combinación con situaciones estructurales de vulnerabilidad social, política o económica. En consecuencia, su análisis desde la disciplina geográfica supone un punto de encuentro entre sus diferentes áreas, ya que solo desde el conocimiento del medio y de la sociedad que habita un espacio determinado es posible conocer los territorios de riesgo (Ayala, 2002). En dicho análisis suelen involucrarse tres fases: el análisis de factores de riesgo, en el cual se incluyen la amenaza, la vulnerabilidad y la exposición; la evaluación del riesgo; y el análisis y diseño del ciclo de gestión relativo a medidas y/o funciones de manejo, mitigación preparación, respuesta de emergencia y recuperación (Castellanos, 2002).

Dentro del contexto señalado, la ciencia de la información geográfica, en conjunto con las tecnologías de la información geográfica, representan una posibilidad de análisis. Las amenazas y las variables que conforman el riesgo tienen una manifestación espacial, lo que da pie a su captura, sistematización, análisis, modelaje cartográfico, representación, y actualización (Bosque et al., 2002). En términos operativos, estos procesos pueden ser funcionales en las tres fases del riesgo. La información obtenida del análisis ayuda a cimentar una base en cuanto a las funciones de la gestión del riesgo (Carter, 1991).<sup>14</sup> De

---

<sup>14</sup> Las funciones de la gestión de riesgo de desastre son la mitigación, la preparación, la emergencia y la recuperación (Asociación Nacional de gobernadores, 1978, citado en Lindell, 2013). La fase de prevención involucra la mitigación y el desarrollo de las actividades necesarias para eliminar o reducir la ocurrencia de un desastre. La fase de preparación se desarrolla a partir de planes para minimizar los daños de desastres mientras las medidas de mitigación no puedan evitar los desastres. La fase de respuesta se activa cuando se produce un desastre, con el objetivo de proporcionar asistencia de emergencia para víctimas y daños. Finalmente, la fase de recuperación a corto y largo plazos se instrumenta para devolver la vida a los niveles normales (Castellanos, 2002.)

acuerdo con Castellanos (2002: 6-8), los principales aportes se describen de la siguiente forma:

- En la fase de prevención: a partir de los mapas de peligros, vulnerabilidad y riesgo se obtiene información sobre la variación espacial de un desastre potencial, cómo puede afectar al medio ambiente y al humano, y qué plan de estrategia espacial es susceptible de ser desarrollado para reducir la posibilidad de desastre.
- En la fase de preparación: la información y los SIG pueden ser utilizados para la planificación de emergencias y su difusión a las diferentes organizaciones involucradas en el manejo de desastres naturales. Otra aplicación importante es modelar la estimación de pérdidas y producir los planes de emergencia para diferentes escenarios, así como para evaluar la intensidad de los desastres.
- En la fase de respuesta: la geotecnología permite asignar de forma casi inmediata la extensión de las zonas afectadas y gestionar la búsqueda y rescate, el funcionamiento, la activación del plan de emergencia y la distribución de los recursos, tomando en cuenta las mejores rutas disponibles.
- En la fase de recuperación: tanto los datos como las tecnologías de información geográfica son útiles para el estudio de evaluación de daños y el análisis de la recuperación. En tal sentido, todos los resultados de encuestas y cuestionarios referentes al conocimiento, comportamiento público y la percepción de respuesta ante los riesgos socionaturales pueden ser integrados en un SIG después de un desastre para mostrar qué áreas han sido afectadas y cuánto. Por lo tanto, es posible modelar un plan de recuperación bien fundamentado.

Como se puede observar, el uso de las diferentes tecnologías tanto de recolección de datos –como los sensores remotos satelitales, GPS, fotografía digital, etcétera– como de procesamiento y análisis de información –a partir del *software* SIG– permite su integración

a través de operaciones espaciales que, en términos de riesgos, facilitan la toma de decisiones y mejoran la coordinación entre agencias. Además, permite su entendimiento, ya que son fenómenos multicausales y multidimensionales. Aunque dejan de lado la carga subjetiva que implican los riesgos, las nuevas tecnologías facilitan la comprensión de la realidad. Adicionalmente, pueden mejorar la amplitud y profundidad de los análisis, orientar los procesos de desarrollo y asistir a planificadores en la selección de medidas de mitigación y la ejecución de acciones de preparativos y respuesta (Maskrey, 1998: 4). Algunos trabajos sobre el tema fueron realizados por Wadge et al. (1993), Coppock (1995), Emani (1998), Kaiser et al. (2003), Twigg (2004) y Longley et al. (2005).

Entre los puntos más relevantes de los SIG en el análisis de riesgos de desastre se encuentra su capacidad para representar la situación del mundo real en estrecha colaboración con capas de información o mapas temáticos de los factores de riesgo. Éstos se pueden combinar a través de técnicas específicas de análisis espacial. En el caso de las amenazas, los elementos expuestos y la vulnerabilidad, Van Westen (2012) describe casos específicos de evaluaciones a diferentes escalas de análisis. Cada uno tiene sus propios objetivos y necesidades de datos espaciales. Esto implica que el empleo de las herramientas geoespaciales se da de forma diferente para cada situación.

#### **2.3.5.1. Factor de amenaza**

De acuerdo con Van Westen (2012), los datos de entrada en la escala global están a una escala menor de 1: 10 millones y la resolución espacial en el orden de 1 a 5 kilómetros. Estas evaluaciones cubren vastas áreas y se relacionan con ciclones, sequías e inundaciones de grandes cuencas, como las de los ríos Rin y Ganges. En este tipo de proyectos, el método es la generación de índices e inventarios a través de mediciones de redes de estaciones de captura de datos a nivel mundial, tales como las redes sísmicas para detectar terremotos, las estaciones meteorológicas y las estaciones de aforo de marea o boyas de medición de ondas –las cuales se apoyan del monitoreo de sistemas satelitales

que proveen información referente a la temperatura, la precipitación, la nubosidad, la vegetación y el uso de suelo-. Al respecto, el autor menciona algunos ejemplos de redes e información que se presentan en los trabajos de Hong et al. (2007), Mannaetrs et al. (2009) y Centinela Asia (2010).

Otro ejemplo proporcionado por Van Westen (2009) es la Plataforma de las Naciones Unidas de Información Obtenida desde el Espacio para la Gestión de Desastres y la Respuesta de Emergencia (ONU-SPIDER, por sus siglas en inglés, 2010), la cual busca garantizar que todos los países tengan acceso y posibilidad de desarrollar la capacidad de utilizar la información obtenida desde el espacio para apoyar a sus ciclos de gestión de desastre.

Los diferentes países están trabajando en una matriz de aplicación espacial que proporcione los enfoques basados en satélites para cada tipo de riesgo y las distintas fases del ciclo de gestión de desastres. Los productos derivados de los Modelos Digitales de Elevación (DEM, por sus siglas en inglés) se pueden utilizar en el análisis heurístico a pequeñas escalas; por ejemplo, en los modelos sombreado para la visualización y clasificación fisiográfica, la densidad de drenaje, etcétera.

De acuerdo con Van Westen (2012), la cobertura a escala regional y nacional abarca decenas de cientos de miles de kilómetros cuadrados, según el tamaño de la región o país. Ésta presenta datos de mayor resolución que son tratados en los SIG con el fin de dar seguimiento al estado de riesgo. Barredo (2007) expone un ejemplo a partir del monitoreo de las inundaciones en Europa, en el que, a partir de los modelos digitales de elevación a una resolución de entre 100 metros a un kilómetro, se generan mapas de peligros y un factor de riesgo por métodos hidrológicos a diferentes escalas y en distintos periodos de retorno.

Algunas iniciativas similares a la anterior son mencionadas por Ayanza et al. (2003) en el ámbito de los incendios forestales, a partir del Sistema de Información EFFIS. Éste consiste en una rápida evaluación de las áreas quemadas a través de una serie de imágenes denominadas *MODIS*, que son tomadas desde el satélite llamado *Terra* y *Aqua*.

Dicha tecnología muestra los incendios en áreas quemadas de aproximadamente 40 hectáreas o más en un Web-SIG. Los análisis estadísticos se emplean para la generación de información como la identificación de zonas de altitud; inclinación, longitud y dirección de la pendiente; y el perfil de curvatura. Estos datos sirven como bases temáticas para la evaluación de amenazas.

En escalas provinciales, municipales y locales, la información espacial debe contar con una calidad alta en cuanto a la resolución y suficiencia para ejecutar modelos sofisticados, ya sea de origen estadístico o de base física, mediante el uso de herramientas de *software* SIG. Entre las bases de datos empleadas para obtener la información de estos estudios se pueden incluir los Modelos Digitales del Terreno (MDT) de alta resolución. De acuerdo con Dal Cin et al. (2005), y Alkema y Middelkoop (2005, en Van Westen, 2012), los modelos son generados empleando datos LIDAR, imágenes de satélite de alta resolución e imágenes y fotografías aéreas. Según Van Westen (2012), los métodos que se pueden emplear son los estadísticos de tipo bivariado y multivariado, así como los geotécnicos determinístico y probabilístico.

De esta forma, es posible generar modelos y mapas de amenaza (Soeters y Van Westen, 1996). También se pueden elaborar esquemas basados en la física, los cuales se enfocan a procesos específicos como los deslizamientos superficiales (Van Beek y Van Asch, 2004), el comportamiento de inundaciones (Stelling et al., 1998), y las erupciones volcánicas. Para ello, se crean diferentes escenarios de modelación de eventos eruptivos y propagación de productos volcánicos.

### **2.3.5.2. Los elementos expuestos**

Desde la escala local hasta la global, la información espacial corresponde a unidades administrativas como países, provincias y municipios. Ésta se presenta en formato digital de celdas o información vectorial para los elementos lineales de costas, fronteras internacionales, ciudades, aeropuertos, elevaciones, redes de telecomunicaciones,

carreteras, ferrocarriles o sitios específicos como el área de una presa, edificios, etcétera. Dicho contenido está disponible a partir de fuentes digitales; por ejemplo, la Carta del Mundo (DCW, 1992). En este rubro, las geotecnologías cumplen una función doble: por un lado, son herramientas específicas en el proceso de obtención de datos que aplican diversas técnicas cartográficas, como la digitalización de mapas analógicos, los levantamientos geodésicos con estaciones terrestres de trabajo GPS o SIG móviles, los métodos fotogramétricos y el procesamiento de imágenes obtenidas por satélite (INEGI, 2009); por otro, se emplean en el análisis de los elementos desde SIG y redes sociales virtuales de impacto y evaluación de daños.

Otro elemento a considerar es la población, expresada como el número de personas por unidad de mapeo y la densidad de población. Los censos son la referencia principal para obtener estos datos, los cuales se agregan a las condiciones censales referentes a divisiones en la tierra, junto con las características relevantes que utilizan en la evaluación de riesgo, como la información del estatus económico y las condiciones de vida, entre las que se identifican la edad, el género, los ingresos, la educación y la marginación.

De esta forma, la geotecnología, ya sea como elemento de obtención masiva de información o como herramienta de procesamiento, es un instrumento valioso para la obtención, gestión y análisis de datos útiles para una rápida toma de decisiones a escalas globales y locales. En ambos casos se facilita la relación entre los mapas y las bases de datos que integran una variedad de factores de la realidad y sintetizan la situación de riesgos.

### **2.3.5.3. La evaluación de la vulnerabilidad**

De acuerdo con Bankoff et al. (2003, citado en Van Westen, 2012: 24), la vulnerabilidad es un componente multidimensional conformado por los ámbitos físico, social, económico, ambiental, institucional y humano. Es dinámico, porque cambia con el tiempo y a través

del espacio; multiescalar, porque de la escala de los individuos hasta los países; y específico, porque cada lugar puede requerir su propio enfoque.

Diversos postulados teóricos se han desarrollado con el fin de entender la vulnerabilidad y mitigar los riesgos a partir de ella. Por un lado, existen propuestas generales y sencillas que consideran a la vulnerabilidad como el grado de exposición a un peligro, a consecuencia de la pobreza, la desigualdad y el deterioro ambiental (Wiljkman y Timberlake 1984). La desgregan en diversas variables (Wilches-Chaux 1993; Zaman 1999). Por otro, se encuentran aquellas que se basan en indicadores que aglutinan una gran cantidad de variables demográficas, socioeconómicas, políticas y culturales; o bien, las que se enfocan en características particulares de la población como la clase, la etnia, la edad y/o el género (Fothergrill 1996; Fordham 2007), en desarticuladas variables culturales u organizacionales (Hilhorst 2003; Toscana 2014).

Blaikie (1996) menciona que la vulnerabilidad está relacionada con el nivel de desarrollo de las áreas expuestas y afectadas, lo que obliga a considerar estos procesos desde un enfoque integral. De tal manera, Wilches-Chaux (1989) señala que una sociedad puede ser vulnerable desde diferentes ángulos, como el natural, el físico, el ecológico, el social, el económico, el cultural, el educativo, el político, el técnico, el ideológico y el institucional. La suma de todos estos elementos da como resultado la vulnerabilidad global. En opinión de Van Westen (et al., 2009), los ángulos de la vulnerabilidad se pueden entender de la siguiente manera:

- Vulnerabilidad física: es la relacionada con el potencial de impacto en el entorno construido y la población. Se define como el grado de pérdida de un elemento dado o conjunto de elementos en situación de riesgo resultantes de la ocurrencia de un fenómeno natural de una magnitud específica. Se expresa en una escala de cero, valor que reporta la ausencia de daños, a uno, valor que representa daño total.

- La vulnerabilidad económica: se define como el impacto potencial de los riesgos de los activos económicos y procesos, es decir, la interrupción de las actividades comerciales y sus efectos secundarios, como el aumento de la pobreza y la pérdida de empleo.
- La vulnerabilidad social: se refiere al impacto potencial de los eventos en los grupos de la sociedad; por ejemplo, las clases sociales, los hogares monoparentales, las mujeres embarazadas o lactantes, los discapacitados, los niños, y ancianos, entre otros. En ella se incluye la conciencia pública sobre el riesgo, la capacidad de los grupos de recuperarse y el estado de las estructuras institucionales diseñadas para hacer frente a los desastres. Los diferentes tipos de elementos en riesgo muestran distintos niveles de daño, según la intensidad de peligro.
- La vulnerabilidad ambiental: está dado por el posible impacto de los eventos sobre factores del medio ambiente como la flora, la fauna, los ecosistemas, la biodiversidad, etcétera. Ocurre cuando el modelo del desarrollo no está basado en una relación adecuada con el entorno y promueve o fomenta la explotación y la destrucción de los recursos naturales. Estas circunstancias llevan a la degradación inevitable de los ecosistemas y al aumento de la vulnerabilidad. El autoajuste para compensar los impactos directos e indirectos de la actividad humana o de acontecimientos naturales puede llegar a ser muy difícil (Cardona, 2011).

Los datos básicos y los métodos para definir los diferentes ángulos de la vulnerabilidad en un análisis en el que se involucra a la geotecnología se obtienen a partir de censos económicos y se asocian a la infraestructura vectorial y *raster*. Se hallan relacionados con una base de datos de atributos que puede ser manipulada desde paquetes estadísticos para la construcción de indicadores y modelos de análisis espacial en *software* de SIG.

Los métodos basados en la geotecnología para medir la vulnerabilidad física y/o estructural son, básicamente, de orden cuantitativo. Sus procedimientos son realizados a partir de la superposición espacial de los elementos en situación de riesgo y las huellas de peligro. Se utiliza la información de las bases de datos relacionadas con los elementos o datos gráficos localizados en un sector de amenaza para calcular la resistencia de los materiales en función de la severidad y la recurrencia del evento (Van Westen et al., 2009). Los resultados se presentan en mapas de daño físico de las estructuras y en gráficas de costos y pérdidas económicas.

Para Van Westen (2012), la valoración del riesgo se integra por amenazas y vulnerabilidades medidas a partir de dos aproximaciones cuantitativas. La primera se basa en la integración de índices de peligro y vulnerabilidad mediante la evaluación de criterios espaciales y procesos estadísticos de tipo multicriterio, multivariado o bivariado. La segunda evaluación expresa el riesgo en términos de probabilidades o como pérdidas esperadas. Éstas pueden ser deterministas, basadas en escenarios o probabilísticas, tomando en cuenta el efecto de todos los escenarios posibles e incertidumbres.

En su mayoría, los métodos referidos siguen un enfoque de ingeniería y se centran en la evaluación de las pérdidas físicas directas que resultan del impacto de la amenaza; por ejemplo, cuando se inundan o colapsan edificios debido a un terremoto o a daños por el viento. La atención se centra en las pérdidas tangibles que tienen un valor monetario, como los edificios, los cultivos, el ganado, la infraestructura, etcétera. Estas propuestas son útiles; sin embargo, es importante mencionar que dejan de lado los daños que no pueden valorarse monetariamente.

De acuerdo con Cutter (1993), las técnicas para valorar las variables sociales abarcan las narrativas históricas (Colten, 1991), los análisis contextuales (Mitchell et al., 1989), los estudios de caso (Liverman, 1990b), los análisis estadísticos y ciertas técnicas de mapeo (McMaster y Johnson, 1987; McMaster, 1988; Burke, 1993; Parrish et al., 1993; von Braun, 1993; Wadge et al., 1993; Hepner y Finco, 1995). La construcción de índices elaborados por una serie de indicadores individuales y apoyados en métodos estadísticos ha tenido

relevancia (Jepson, 2007). Trabajos como el de Cutter y Finch (2008) son un ejemplo de ello. Estos autores construyeron el denominado *Índice de Vulnerabilidad Social* (SoVI, por sus siglas en inglés), el cual proporciona un nivel comparativo de medida de la vulnerabilidad social a amenazas asociadas a fenómenos naturales basado en el perfil socioeconómico y demográfico de los diversos condados de Estados Unidos.

De acuerdo con Bird (2009), entre los métodos utilizados para la medición se encuentran las correlaciones de Pearson, donde las variables se examinan para encontrar patrones subyacentes de variación; los análisis de componentes principales, en los que las variables presentan una variedad de ideas de interés y su asociación; y el índice de puntuaciones, en el que los factores son estandarizados y ponderados con respecto de sus cargas de factor. Éstas últimas son una indicación aproximada de las correlaciones del concepto de dominio de estructura latente. En las evaluaciones, el SIG se define como un complemento del *software* estadístico, tanto para la modelación como para la representación espacial de los datos.

Finalmente, dentro de este contexto holístico entre amenazas y vulnerabilidad, Maskrey (1998) menciona que el análisis de riesgo puede entenderse de diversas maneras. En él se describen metodologías complejas que combinan datos físicos y sociales contextuales. Al mismo tiempo, las ciencias de la información geográfica ofrecen técnicas específicas de análisis. De acuerdo con el autor citado, existen los procesos de superposición de capas temáticas sobre los elementos en riesgo, en combinación con otras capas sobre las amenazas. Una segunda técnica es la construcción de índices probabilísticos de riesgo mediante la combinación de diferentes capas temáticas que representan diversas variables. En cada una se describen las características espaciales, temporales, atributos y topología de una variable asociadas con el riesgo. Por ejemplo, se combinan capas representando variables a las que se les asigna un peso o valoración particular y, a partir de diferentes algoritmos, se combinan las variables.

Como se puede observar, el riesgo es un fenómeno variable en términos de espacio. La tecnología SIG es ahora una herramienta estándar para la producción y presentación

de información sobre los riesgos, los cuales pueden ser presentados a manera de información estadística por unidad administrativa según se trate de un país, una provincia, un municipio o un barrio. Ejemplos de ello son el valor de índice de riesgo resultante de la evaluación de riesgos cualitativa, la Pérdida Máxima Probable (PML, en inglés), el promedio de pérdida anual (AAL), la pérdida de la curva de excedencia por el riesgo económico o las curvas de población de riesgo social.

El riesgo también puede ser visualizado espacialmente en forma de mapas que muestran su variación sobre un área (Van Westen, 2012). El aumento de la disponibilidad de los datos de las geotecnologías y los análisis integrados en los SIG, han creado oportunidades para un detallado y rápido análisis de riesgos, gracias al cual la planeación de actividades en casos de desastre puede ser eficaz y rentable para la gestión de desastres. Esto puede ayudar a reducir el número de víctimas y los daños causados por los desastres asociados a fenómenos naturales (Bahuguna, et al., 2013).

La información de las aplicaciones geotecnológicas puede utilizarse en apoyo de las medidas convencionales de gestión de riesgos; por ejemplo, al orientar el uso del suelo, el desarrollo de proyectos de infraestructura o la incorporación en los procesos de planificación urbana y regional en forma proscriptiva o prescriptiva (Maskrey, 1998). Las pérdidas potenciales por la manifestación de una amenaza también pueden incluirse en un análisis de costos y beneficios, en situaciones como el diseño de una carretera o una hidroeléctrica. En el caso del desarrollo urbano, la información puede utilizarse para elaborar reglamentos de zonificación y de construcción que reflejen los niveles de amenaza para diferentes usos y tipos de construcción en distintas zonas, minimizando los daños futuros.

Asimismo, la información obtenida con las geotecnologías puede utilizarse en la preparación para contingencias mediante el almacenamiento de suministros y la programación de actividades preventivas en áreas donde se esperan mayores daños y destrucción. En el sector privado, las estimaciones de pérdidas y daños pueden ser

utilizadas por las aseguradoras y reaseguradoras para fijar las primas de seguros, así como por inversionistas, para determinar las prioridades de inversión (Maskrey, 1998).

Dado lo expuesto hasta el momento, se advierte que, si bien la ciencia de la información geográfica se presenta como una alternativa de análisis para los estudios de riesgo, es necesario que se realice bajo una visión holística en la que la valoración incluya enfoques sociales y no sólo reduccionistas sobre el riesgo. En tal sentido, la instrumentación de las geotecnologías lleva implícita una ética de compromiso con la sociedad por parte del usuario.

Recapitulando, la valoración de riesgos por inundación con base en la escuela de la comunidad de riesgo planteada por Bollin et al. (2006) se presenta como una propuesta de análisis del riesgo siconatural adecuada a partir de la integración y valuación estadística de los factores. Su visión es apoyada por la instrumentación de las geotecnologías.

De tal modo, en el presente trabajo se desarrolla una investigación que considera las variables mencionadas a lo largo de este capítulo. Por un lado, se incluye el factor de amenaza desde las perspectivas natural y siconatural, así como la inserción de factores sociales a partir del análisis de vulnerabilidad socioeconómica, ambiental y de los elementos expuestos. Por otro, en cuanto a las capacidades institucionales para prevenir, se plantea la elaboración de un análisis de capas temáticas para reconocer un inventario de infraestructura disponible y la aplicación de encuestas a los integrantes de la institución de protección civil que proporcionen información acerca de la situación en cuanto al manejo y gestión del riesgo de las autoridades municipales locales. Los resultados obtenidos a partir de la valoración del índice de riesgo y la información proveniente de la caracterización serán sometidos a un ejercicio de integración con el objetivo de complementar ambas posturas. Se espera que la segunda de ellas aporte un contrapeso de subjetividad a la valoración cuantitativa del índice.

## CAPÍTULO III

# PROPUESTA METODOLÓGICA DE ANÁLISIS DE RIESGO SOCIONATURAL DE INUNDACIÓN

En el presente apartado se desarrolla la propuesta metodológica para el estudio del riesgo socionatural de inundación en el municipio de Naucalpan. Su elaboración se basa en los fundamentos teóricos de la geografía regional, de los cuales se desprende el concepto de *territorio*. Luego, se retoma la perspectiva de la comunidad del riesgo de desastre y sus procedimientos para la valoración de los factores de riesgo. Finalmente, se recurre a las ciencias de la información geográfica para la instrumentación del análisis espacial. El objetivo es plantear una metodología que permita examinar la construcción del riesgo de inundación desde su expresión territorial.

### 3.1. Fundamento teórico-metodológico

En principio, se toma al concepto de territorio como la propuesta de análisis geográfico para explicar la génesis y desarrollo de los riesgos socionaturales en el municipio de Naucalpan de Juárez, Estado de México, señalando dicha concepción a la necesidad de retomar su sentido de pertenencia, dominio o apropiación de un espacio acotado, definido y/o determinado por un sujeto individual o colectivo, en el que éste último puede coexistir y ser subordinado a un sujeto de dominio hegemónico -con frecuencia selectivo y jerárquico- que desarrolla prácticas y expresiones materiales y simbólicas capaces de transformar y/o modificar el entorno natural. En este sentido se considera adecuada la propuesta de la geografía regional para implementar el proceso metodológico del análisis de riesgo socionatural, esto, a partir de considerar la materialización física de las

relaciones del hombre con el medio, el cual no sólo es un soporte o una influencia, sino un resultado concreto de una acción o intervención humana positiva o negativa, lo que en términos de riesgo su ausencia o existencia es el resultado.

Con base a lo antes mencionado, el desarrollo metodológico de la presente investigación se plantea a partir de dos vertientes: una descriptiva-explicativa y otra cuantitativa-probabilística. La primera se desarrolla por medio de un análisis geográfico bajo el paradigma historicista, de corte sintético, en el cual se utiliza el método hipotético deductivo bajo la búsqueda, integración y análisis de información empírica significativa dentro del municipio de Naucalpan. Con base en dicho estudio, se formula el proceso de ocupación, manejo y uso de suelo relacionado con situaciones específicas de impacto en términos de degradación del medio físico. Algunas circunstancias a considerar son aquellas que pueden conducir a la conformación de unidades homogéneas de amenaza construida o potencializada y a la delineación de características o estados de vulnerabilidad socioeconómica. En conjunto, dichos factores se trazan como los ejes principales en la construcción de los estados de riesgo dentro del municipio.

La evaluación cuantitativa del riesgo se planteó bajo una visión holística de la geografía aplicada o posmoderna. Su base teórica es la perspectiva de la comunidad de riesgo de desastre, la cual muestra una visión integral de las condiciones del territorio a partir de la evaluación de los factores considerados como responsables de la construcción del riesgo. Entre las variables involucradas se encuentran la amenaza, los elementos expuestos, la vulnerabilidad y las capacidades, las cuales proporcionan una perspectiva de mayor amplitud para entender la génesis del proceso en el que se vinculan aspectos sociales, económicos y físico-naturales.

Juntos, los resultados de ambos análisis (descriptivo-explicativo y cuantitativo-probabilístico) explican la expresión territorial de espacios singulares de riesgo siconatural de inundación en el municipio de Naucalpan, Estado de México. Éstos son calificados desde una categorización natural, pero con una raíz de orden social.

En este apartado, las ciencias de la información geográfica permitieron emplear el conjunto de tecnologías de la información geográfica como herramientas de modelación geoespacial para la evaluación de las variables sociales y ambientales. El estudio se realizó mediante capas temáticas, las cuales tienen una manifestación espacial que da pie a su captura, sistematización, análisis, modelaje cartográfico, representación, y actualización de datos de forma constante (Bosque et al., 2002). En términos operativos, los procesos descritos pueden ser funcionales en las tres fases del riesgo y los resultados o la información obtenida ayudan a conformar una base para establecer las funciones de su gestión (Carter, 1991).<sup>15</sup>

Desde el punto de vista geográfico y en términos de riesgos, los SIG se relacionan con la capacidad de vincular fenómenos geográficos a través de técnicas específicas de análisis espacial. Mediante dichos procedimientos se describen, clasifican, ordenan y explican las características físicas y socioeconómicas que inciden en la construcción y representación espacial en niveles de riesgo socionatural de inundación.

En los análisis cualitativo y cuantitativo, los indicadores fueron apoyados por la consulta de bibliografía que proporcionó información acerca de los antecedentes y características tanto del tema como de la zona de estudio, desde una concepción documental de los trabajos e investigaciones formales. También se realizó la recolección de datos en campo, la cual permitió reconocer las zonas que de forma frecuente se han visto afectadas por las inundaciones. Finalmente, se llevó a cabo una revisión hemerográfica de fuentes que comprenden el registro de un periodo de 30 años, que va de 1985 a 2014, ya que no fue sino hasta mediados de los años ochenta cuando se comenzó a documentar la información relacionada con inundaciones y sus afectaciones a la población.

En síntesis, la propuesta aporta una forma de analizar el riesgo desde postulados interdisciplinarios de la geografía. Diversas perspectivas metodológicas permitieron proponer soluciones con un enfoque holístico que busca responder a la diversidad de la

---

<sup>15</sup> Vid. Supra.

problemática que relaciona a la esfera social con la producción de espacios emergentes de amenaza y vulnerabilidad, los cuales se presentan en el medio físico, en unidades territoriales o en superficies homogéneas de riesgos.

## 3.2. Esquema metodológico

En la figura 3.1 se muestra el planteamiento metodológico correspondiente a las dos fases de análisis. La primera, de tipo descriptiva-explicativa, integra elementos correspondiente al espacio físico natural y cuestiones socioeconómicas. En ella se trabaja la caracterización de elementos relacionados con los procesos hidrológicos y de inundación a partir del análisis de variables topográficas, geológicas, climáticas, edáficas y de vegetación. La segunda incluye parámetros referentes a cuestiones concernientes con el proceso histórico de la ocupación, el manejo y el uso de suelo. Además, toma como ejes motores a las características demográficas de la población, los procesos de migración y las actividades económicas a escala local. Para su desarrollo, emplea la división municipal como un referente simbólico de apropiación territorial.

Los resultados de la primera fase proporcionaron un diagnóstico en cuanto al tipo de modelo territorial que imprimen las actividades humanas. El manejo y uso del suelo ha tenido repercusiones de impacto y degradación del medio físico, situación que, en algunos casos, puede magnificar o generar procesos de inundación y transformarlos en un factor de amenaza. Por su lado, la fase cuantitativa probabilística plantea el cálculo de unidades según los niveles de riesgo siconatural de inundación, el cual es apoyado por las técnicas de análisis geoespacial propuestas por las ciencias de la información geográfica. La medición estuvo orientada a la descripción y verificación de patrones de asociación espacial de datos por medio de niveles de correlación y heterogeneidad espacial local de los elementos y/o factores seleccionados. El estudio se realizó con base

en la referencia conceptual del índice de riesgo global, elaborado por la comunidad del riesgo de desastre (Bollin, 2006). De esta forma, se integran la amenaza inducida o potencializada, las condiciones de vulnerabilidad socioeconómica y ambiental, la exposición de los elementos, y una descripción discursiva de la capacidad institucional en cuanto al manejo y gestión de riesgos.

**Figura 3.1. Delineación teórico-metodológica de la evaluación de riesgo socionatural desde las visiones territorial, la comunidad de riesgo de desastre y las ciencias de la información geográfica.**

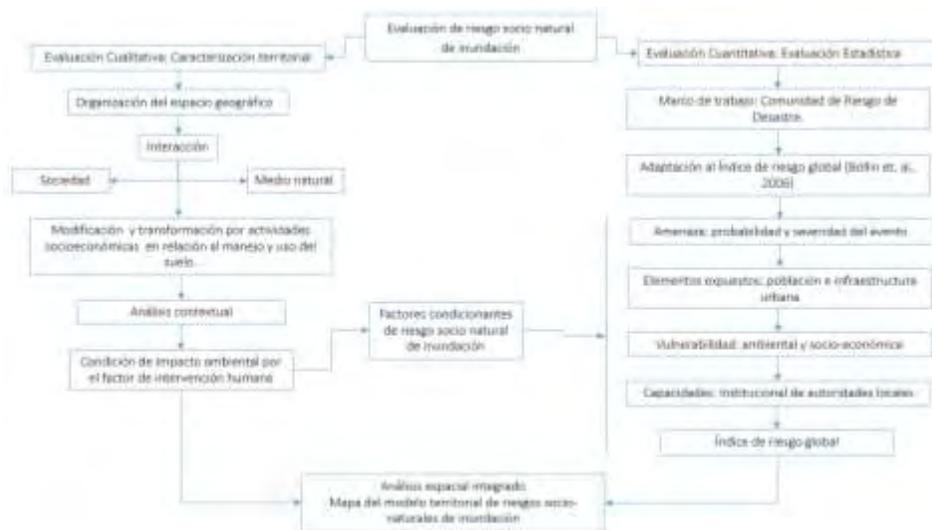


Figura 3.1. Se muestra los apuntes teórico-metodológicos que evidencia la evaluación de riesgo socionatural que se ha elaborado desde la visión territorial, la comunidad de riesgo de desastre y las ciencias de la información geográfica. En ellos, se abarcan las evaluaciones cualitativa y cuantitativa. Elaboración propia, 2016.

La integración de los resultados de ambos análisis permitió obtener zonas homogéneas que expresan de forma espacial diferentes niveles de riesgo socionatural de inundación. Éstas son producto de un tipo específico de territorio que surge de la relación entre las condiciones ambientales y socioeconómicas impresas por la sociedad dentro del municipio de Naucalpan.

## 3.3. Materiales y métodos

### 3.3.1. Fase descriptiva-explicativa

En este apartado se busca reconocer la relación entre los factores materiales y sociales que construyen el territorio (figura 3.2) del municipio de Naucalpan. Ello, a partir del análisis de la dinámica socioeconómica como acciones que moldean la configuración del municipio. En tal sentido, se considera como idea central la toma de recursos del medio natural por parte de la sociedad para adaptarlos a sus actividades.

En un primer momento, el proceso se delinea a partir de la construcción de una serie de indicadores ambientales<sup>16</sup> y sociales.<sup>17</sup> Así, se contextualizan las condiciones del medio físico y socioeconómico por medio de una abstracción de la realidad en la que se detecten puntos relevantes referentes tanto al proceso de inundación como a las acciones humanas que conducen a situaciones de modificación e impacto y amenaza. Los resultados de ambos indicadores también fueron tomados como información guía para los recorridos y el levantamiento en campo.

Los indicadores fueron construidos a partir de un conjunto de estadísticas de evaluación que permitieron enlazar los acontecimientos sobre fenómenos que no son evidentes ni medibles directamente (Gutiérrez, 2002). Algunos ejemplos son los niveles de deforestación, el cambio de uso de suelo, la densidad de población, los niveles educativos y la distribución de servicio, entre otros. También permiten la integración y estandarización de datos continuos y discretos bajo un mismo método o plano de evaluación en términos de análisis espacial.

---

<sup>16</sup> Los indicadores ambientales son información empleada para conocer el estado y las tendencias de los distintos componentes del ambiente biofísico y los recursos naturales, como la biodiversidad, el agua y el suelo (Gamiño et al., 2013).

<sup>17</sup> Los indicadores sociales son estadísticas, series de estadísticas o cualquier forma de indicación que facilite estudiar dónde se encuentra la sociedad y adónde va con respecto de determinados objetivos y metas. También permite evaluar programas específicos y determinar su impacto (Horn, 1993: 147).

**Figura 3.2. Metodología de investigación geográfica territorial.**



Figura 3.2. Esquema que muestra las fases en las que se compone la metodología de investigación geográfica territorial. Elaboración propia, 2016.

### 3.3.1.1. Indicadores ambientales

Los indicadores ambientales incluyen variables relacionadas con las características físico-naturales que intervienen en los procesos hidrológicos, su funcionamiento, su potencialidad como recursos y su estado en relación con los efectos de degradación generados por las actividades humanas. De esta forma, se reconoció el perfil general de la interacción entre la sociedad y la naturaleza, el cual conduce al aumento de la intensidad y frecuencia de los procesos naturales, así como a su magnificación, generación y/o transformación en factores de amenaza de inundación por las formas de ocupación y uso del suelo.

Algunos procesos de afectación se asocian con condiciones de deforestación, erosión de suelos, obstrucción o vertedero de aguas residuales y/o desechos sólidos arrojados de forma arbitraria. También se incluye la invasión urbana de las zonas planas que rodean a las corrientes fluviales, situación que, al combinarse con aspectos socioeconómicos como

la pobreza y/o situaciones de marginación, aumenta la vulnerabilidad y el riesgo de desastre.

El método de elaboración comprende una estructura vertical de arriba hacia abajo (*top-down*); es decir, de lo general a lo particular (Bell y Morse 2006). El objetivo es caracterizar la dinámica del sistema natural y su estado actual al interior del municipio de Naucalpan.

En la integración de información se incluyeron elementos bióticos y abióticos, cada uno con un objetivo específico cubierto mediante un producto generado. Los datos obtenidos de cada esfera funcionaron como insumos para la construcción de una serie de indicadores referida a cuatro aspectos básicos resumidos en las tablas 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4.

**Tabla 3.1.**

*Indicadores para el análisis de la componente natural abiótica.*

Elemento	Indicador	Variables	Materiales (fuentes de datos)	Nivel	Escala
	<b>Estado</b>				
Natural abiótico	Rasgos hidrográficos. (Cuerpos de agua y corrientes fluviales), naturales y antrópicos.	Relieve. Morfología.	Curvas de nivel (LIDAR). Modelo Digital del Terreno. Altimetría. Pendientes.	Local municipal.	1: 50,000
		Geología. Litología.	Cartografía geológica (INEGI, SEGEOMET).	Regional.	1: 250,000
		Red hidrográfica.	Red hidrográfica. Modelo Digital del Terreno. Modelo digital de superficie.	Local municipal.	1: 50,000
	<b>Impacto</b>				
	Volúmenes pluviométricos.	Datos de clima y precipitación.	Carta de climas. Estadística y datos climáticos de estaciones meteorológicas (Molinito, Molino Blanco, El salitre, Presa Totolinga y Totolinga).	Local municipal.	1: 50,000

*Nota.* Elaboración propia, 2016.

**Tabla 3.2.***Indicadores para el análisis de la componente natural biótica.*

Elemento	Indicador	Variables	Materiales (fuentes de datos)	Nivel	Escala
Natural biótico	<b>Estado</b>	Bosque de Oyamel. Bosque de Pino.	Imágenes de satélite 1973, 1986, 1992, 2000 y 2010.	Local municipal.	1:50,000
	Tasa de deforestación.	Bosque de Oyamel con vegetación secundaria. Bosque de Encino con vegetación secundaria.			
	<b>Impacto</b>	Área Agrícola. Asentamientos humanos. Pastizal Inducido. Cuerpos de Agua.			
	Relación cobertura de vegetación natural/coertura humana.	Perturbación. Deforestación. Revegetación. Recuperación. Sin cambio. Cambio de Uso de Suelo.	Imágenes de satélite 1973, 1986, 1992, 2000 y 2010.	Local municipal.	1:50,000

*Nota.* Elaboración propia, 2016.**Tabla 3.3.***Indicadores para el análisis de la componente antrópica.*

Elemento	Indicador	Variables	Materiales	Nivel	Escala
Antrópico	<b>Impacto</b> Cálculo de cambio de uso de suelo y vegetación 1950 al 1970.	Uso de suelo.	Cartografía de AGEBs. Fotografía aérea e imágenes de satélite (1973, 1986, 1992, 2000 y 2010). Cartografía de uso de suelo y vegetación.	Local municipal	1: 50,000

*Nota.* Elaboración propia, 2016.

El resultado de los indicadores ambientales fue representado mediante cartografía temática. En ella se muestran las características climáticas, edáficas, geológicas topográficas (morfología y red de drenaje) y morfométricas (pendientes, altimetría y densidad de drenaje), así como el cambio de uso del suelo. Por medio de datos tabulares de volúmenes pluviométricos, se calcula la tasa de deforestación y se identifica la relación entre cobertura de vegetación y humana.

**Tabla 3.4.**

*Contenido de los indicadores ambientales.*

Indicador	Objetivo	Método	Productos	Referencia Metodológica
Rasgos hidrográficos (cuerpos de agua y corrientes fluviales), naturales y antrópicos	Utiliza los datos topográficos y la red de drenaje para modelar su dinámica bajo condiciones normales para establecer los cambios en superficie ejercidos por las actividades humanas en las características hidrográficas.	Morfométricos.	Mapa de corrientes inferidas. Mapa de densidad de drenaje.	Elaboración propia. Datos INEGI. Cartas topográficas escala 1: 50,000.
Información climática	Obtener el régimen climático y de precipitaciones.	Análisis estadístico de datos (media aritmética).	Mapa de interpolación de isoyetas. Gráficas de precipitación de 1984 a 2014.	Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Elaboración propia (1984-2014).
Tasa de deforestación	Evalúa la pérdida de cobertura vegetal por efecto de la tala y extracción, asociada al crecimiento demográfico y las actividades económicas.	Tasas de cambio FAO (1996). $\delta n = \left[ \frac{S_2}{S_1} \right]^{1/n} - 1$	Mapas de cambio de áreas deforestadas y sin cambio, estadísticas de superficie deforestada, porcentaje de cambio.	Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Universidad nacional Autónoma de México 2004 (UNAM).
Relación de cobertura de vegetación natural/cobertura humana	Establece la presión ejercida al interior de las unidades del relieve por el incremento de las actividades humanas y su grado de impacto.	Estadística de relación de superficie entre las dos categorías.	Mapa de clases de superficies natural y antrópica e índice de antropización.	SEDESOL. SEMARNAT. INECC. UNAM.
Cambio de uso de suelo y vegetación	Expresar los cambios de la superficie del terreno consecuencia de la interacción de las actividades humanas, que han impactado los recursos naturales.	Análisis de Imágenes de Satélite. Cálculo de la tasa de transformación del hábitat en función de la cobertura vegetal remanente y la superficie transformada por actividades antropogénicas.	Mapas de cambios de uso de suelo.	SEDESOL. SEMARNAT. INECC. UNAM.

Nota. Elaboración propia, 2016.

### 3.3.1.2. Indicadores sociales

La construcción de los indicadores sociales se realizó a partir de la revisión documental, cartográfica y censal del contexto municipal. También se desarrolló un análisis estadístico y de distribución espacial acerca de la variable socioeconómica que se relaciona con la sociedad como elemento central de influencia sobre el medio físico a partir del empleo de los recursos del medio natural en sus actividades. En este caso, la variable principal es el uso de suelo, el cual genera un tipo específico de territorio y define tanto la ocupación como la situación en la que se pueden presentar consecuencias negativas en términos de riesgos.

Los datos utilizados se formaron a partir de la información contenida en los censos económicos del Área Geoestadística Básica (AGEB) del INEGI. Ésta es una fuente que permite tener los aspectos más relevantes de las características poblacionales y de vivienda. También se consultaron los datos recabados por instancias públicas como el Consejo Nacional de Población (CONAPO) para la obtención de información sobre el contexto económico; o bien, por instancias municipales y estatales que cuentan con anuarios estadísticos publicados por el INEGI desde los años setenta y su edición más reciente, correspondiente a 2010.

Para conocer más acerca del uso del suelo, las políticas públicas y áreas naturales protegidas de la zona, se consultó el programa municipal de desarrollo urbano y los estudios realizados por dependencias gubernamentales. Los resultados del proceso estadístico fueron reforzados a partir de una revisión bibliográfica –similar a la consulta realizada en el capítulo anterior– enfocada a los procesos históricos que permitieron la conformación urbana y socioeconómica del municipio.

Finalmente, el contenido del análisis incorpora los siguientes tópicos:

- Ubicación y características de la población del municipio y sus condiciones en términos urbanos.

- Características demográficas, sociales y económicas que reflejan la situación en cuanto a los aspectos de población y actividades en el municipio.
- Usos del suelo, equipamientos y políticas que permiten conocer los procesos de ocupación del espacio.
- Infraestructura existente en el municipio.

Los indicadores utilizados en el análisis fueron integrados con base en la información estadística del censo de población y vivienda, donde se muestran las características poblacionales y económicas que brindaron información acerca de cómo se constituyó el municipio de Naucalpan en términos territoriales. También se incluyeron como variables para determinar los componentes demográficos y urbanos a la población total, la tasa de crecimiento, la migración, la densidad de población y el área urbana por hectáreas desde 1950 hasta 2010. Finalmente, en el componente económico se incluyeron las características por sector, la población económicamente activa entre los años 2000 y 2010, y la población ocupada según sector de actividad entre 1990 y 2010.

El uso del suelo se propuso como una variable de distribución espacial. Para su determinación se elaboró una cartografía temática cronológica de la ocupación anual de la superficie urbana desde 1970 a 2010. Ésta se obtuvo por medio de un análisis multitemporal de imágenes de satélite –conocidas como *escenas Landsat multiespectrales*, las cuales fueron obtenidas durante los años 1973, 1986, 1992, 2000 y 2010-. A partir de métodos no supervisados como supervisados, se obtuvieron los valores de cambio, mismos que se tomaron como base para calcular de forma aproximada el porcentaje de cambio de uso de suelo para el periodo de 1950 a 1970.

Finalmente, en cuanto al equipamiento e infraestructura existentes en el municipio, se utilizó la base cartográfica del INEGI (2010). Para describir las políticas de suelo, se revisó el programa municipal de desarrollo urbano y los estudios realizados por

dependencias gubernamentales avocadas al uso de suelo y el marco legislativo de la Protección Civil (PC) en México.

Los datos obtenidos fueron tomados como un primer referente de la información que será incluida en la evaluación del índice de riesgo global. El resultado de cada indicador fue representado de forma espacial, analítica y sintética, a través de la elaboración de tablas, gráficas y capas de información de cartografía temática. De forma operativa fue posible unir a los indicadores individuales de los componentes físico y social para la obtención de un modelo geoespacial territorial que facilitó la lectura y el análisis de las diversas variables relacionadas con la detección de áreas geográficas de impacto con los procesos hidrográficos. Un ejemplo de ello es la ocupación en los márgenes de los ríos por casa-habitación, en la cual se propicia la modificación del sistema, magnificando el proceso y la exposición de las personas a una condición de amenaza y riesgo.

Los productos cartográficos presentados permiten obtener información específica para el análisis de riesgo siconatural. Ésta se expresa en los mapas de amenaza potencializada y las áreas de impacto por intervención humana. Estos datos, sumados a los factores de elementos expuestos y vulnerabilidad socioeconómica, forman la base para el análisis matricial de interacción. Los resultados permiten entender la asociación del riesgo con la apropiación y la construcción del territorio de Naucalpan.

### **3.3.2. Fase cuantitativa**

La metodología de trabajo sugerida para esta fase fue planteada a partir de la construcción del índice de riesgo siconatural global de inundación con base en el contenido teórico-conceptual propuesto por la comunidad del riesgo. Éste desagrega los componentes del riesgo en cuatro factores: la amenaza generada o potencializada por las actividades humanas, la vulnerabilidad socioeconómica, la exposición y las capacidades de respuesta institucional de las autoridades de protección civil del municipio de Naucalpan.

El desarrollo del índice consistió en la evaluación de los cuatro factores mediante la instrumentación de técnicas de modelización espacial de pronóstico a través de la simulación de escenarios, el análisis estadístico y el uso de los Sistemas de Información Geográfica para el manejo de datos. El análisis de cada factor se definió como un caso específico con diferentes características de datos, lo que implicó que el empleo de las herramientas geotecnológicas apoyara en las etapas de recolección -donde se incluyen artefactos como GPS, fotografía digital, etcétera-, procesamiento, integración y estandarización de los datos en un mismo formato de salida, tal y como ocurre con la cartografía temática y su correlación mediante operaciones de análisis espacial.

**Figura 3.3. Modelo Bollin.**

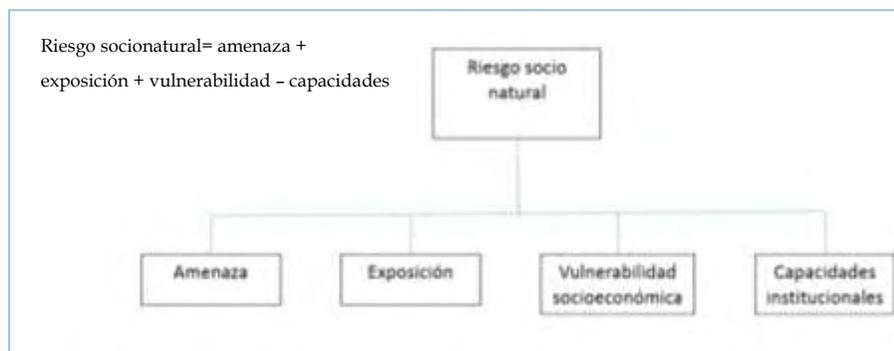


Figura 3.3. Esquema que muestra los componentes que Bollin (2003) considera para calcular el riesgo sacionatural, a partir de la suma de tres elementos y la resta del último. Adaptación propia de Bollin, 2003.

### 3.3.2.1. Factor de amenaza sacionatural

Se relaciona con la intervención humana sobre el medio físico y sus efectos en cuanto a la generación o potencialización de los procesos de inundación que se convierten en una situación de probabilidad de ocurrencia y afectación. Para su determinación se hizo necesaria la incorporación de dos tipos de información: por un lado, la concerniente a los procesos hidrológicos que generan anegamientos de forma natural en el terreno; y, por otro, las actividades humanas en términos de transformación e impacto del medio físico,

como acciones que producen las condiciones apropiadas para propagar o potencializar los efectos del proceso tanto de las inundaciones como de los estados de riesgo.

Desde el punto de vista metodológico, existen diversos métodos y técnicas de recolección, almacenamiento, análisis e integración de datos que permiten identificar áreas potencialmente inundables y elaborar mapas de amenaza mediante herramientas geotecnológicas.<sup>18</sup> En general, se habla de dos grupos principales: directos o cualitativos (heurísticos), e indirectos o cuantitativos (estadísticos, determinísticos y probabilísticos).

Con base en lo antes mencionado, se plantea una correlación múltiple de variables físiconaturales y actividades humanas referentes al manejo y uso de suelo mediante modelación geoespacial. El objetivo es modelar las interacciones complejas entre las causas y las condiciones del terreno y su susceptibilidad de amenaza socionatural de inundación en el municipio.

El primer grupo de variables se trabajó por medio de un método probabilístico hidrológico que permitió la generación de escenarios de anegamiento natural del terreno, mediante el cálculo de láminas de agua de los cauces principales en periodos de retorno de dos, 20 y 100 años,<sup>19</sup> representando los resultados en un mapa a escala municipal,<sup>20</sup> en el que se muestra la susceptibilidad de inundación de forma espacial. La segunda variable se analizó desde la perspectiva de las prácticas de intervención humana y su impacto en el terreno. Se propuso un análisis estadístico de densidad por medio del cual se calculó

---

<sup>18</sup> Soeters y Van Westen, 1996: 19 -177.

<sup>19</sup> Para la elaboración de mapas de amenazas, no es aceptable limitarse a fenómenos con un periodo de retorno de diez años. Se deben tomar en cuenta fenómenos menos frecuentes de periodos de retorno de por lo menos 100 años (preferiblemente más). Si se elabora un mapa de amenaza por inundaciones considerando eventos de 100 años de periodo de retorno, habrá una probabilidad de alrededor de 50% de que en los próximos 70 años suceda algún evento que afecte zonas que no han sido identificadas como peligrosas. Sin embargo, no es recomendable considerar eventos con periodos de retorno superiores a 500 años, ya que, por una parte, será difícil imaginar un evento de este tipo y tales eventos tendrían una probabilidad demasiado débil como para ser consideradas en las tareas de planificación comunes (Carreño et al., 2004).

<sup>20</sup> El nivel de desagregación para el análisis fue municipal debido a que, bajo la lógica organizativa del país, el espacio municipal es la unidad territorial básica de la organización política y social. Es el nivel de gobierno más cercano a la población, donde es posible establecer mayor contacto entre la ciudadanía y el gobierno y para atender las demandas de la población (Ziccardi, 2003).

una tasa de intervención en función de la integración de aquellas categorías de uso que generan un impacto favorable para la generación o potencialización de los procesos de inundación (figura 3.4).

**Figura 3.4. Cálculo del factor de amenaza de inundación**

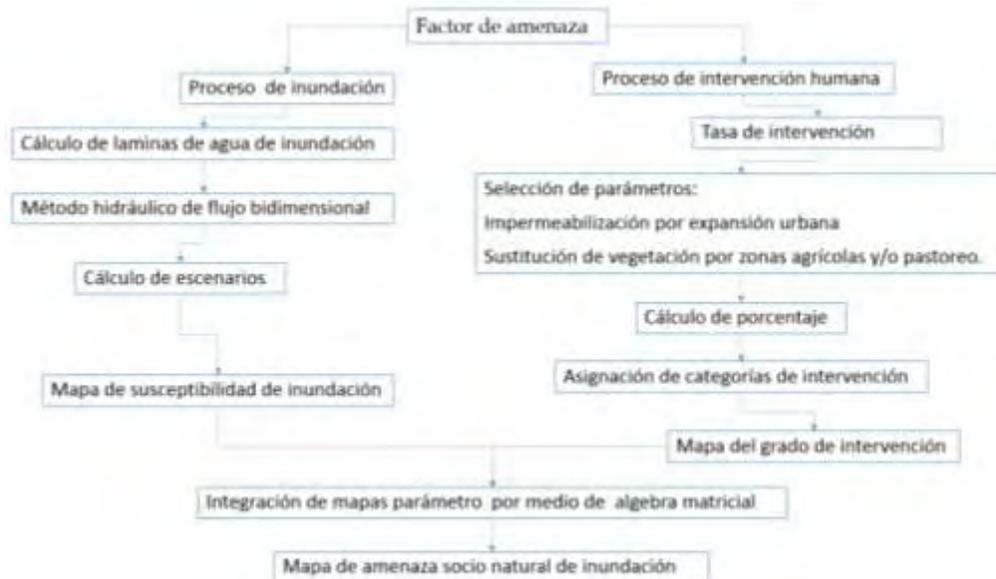


Figura 3.4. El diagrama muestra la metodología que se sigue para calcular el factor de amenaza de inundación, a partir de considerar los elementos de los procesos de inundación e intervención humana. Elaboración propia, 2016.

### 3.3.2.2. Proceso de inundación

El análisis del proceso de inundación se basó en la determinación de la susceptibilidad del terreno a presentar anegamientos de forma natural. Para ello, se tomó como base el comportamiento del sistema en un periodo de retorno de lluvias de dos, 20 y 100 años. Además, se propuso realizar un modelo de escenarios aplicando un método hidráulico de flujo bidimensional por medio del módulo Nays 2D Flood del *software International River Interface Cooperative* (IRIC). Éste permitió medir el flujo de inundaciones de los ríos y la variación de los sedimentos de los cauces en dos dimensiones, según las

características de área, longitud, perímetro, pendiente promedio, curva hipsométrica, histograma de frecuencias altimétricas, altura y elevación promedio de las cuencas de los ríos. También se consideraron los datos de densidad de drenaje, perfil y pendiente promedio de los cauces. El procesamiento de la información constó de los siguientes pasos:

- 1) Identificación de los ríos principales

Por medio de la información topográfica del INEGI (2010) se identificó que los ríos Tlalnepantla, Córdova, Totolinga, San Mateo y Hondo presentan características de mayor longitud y capacidad de carga.

- 2) Cálculo de las características de las cuencas

Las características de la cuenca se obtuvieron mediante el programa Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas del INEGI (SIATL, 2012). El proyecto consiste en ubicar al municipio y localizar los ríos definidos en el paso anterior. A partir de la información de cada uno, se calculó el área de sus cuencas mediante la introducción de los límites inferiores de cada río (exudatoria) y los superiores de los parteaguas o el valor de mayor altitud del segmento del río que se encuentra dentro del área de estudio. Los resultados obtenidos consisten en los polígonos de los límites de las cuencas y los datos tabulares de las características (véase tabla 3.5). Los datos obtenidos se utilizaron como el insumo para alimentar la base de datos del *software* de simulación que permitió la construcción de los escenarios de flujo.

**Tabla 3.5.***Características físicas de las cuencas de los principales ríos.*

Características	Río Chico de Los Remedios	El Salitre (Río Córdoba)	Río Tlalnepantla	Río San Mateo	Río Totolinga
Elevación máxima	2,683 m	3,405 m	3,524 m	2,690 m	3,343 m
Elevación media	2,479 m	2,870 m	2,928 m	2,480 m	2,826 m
Elevación mínima	2,276 m	2,336 m	2,333 m	2,270 m	2,310 m
Longitud	10,105 m	17,911 m	2,8204 m	11,039 m	17,016 m
Pendiente media	4.03%	5.97%	4.22%	3.80%	6.07%
Tiempo de concentración	80.67 min	104.32 min	175.03 min	88.73 min	103.64 min
Área drenada	12.27 km <sup>2</sup>	21.62 km <sup>2</sup>	74.96 km <sup>2</sup>	21.18 km <sup>2</sup>	21.74 km <sup>2</sup>
PERIODO de retorno	2 años	2 años	2 años	2 años	2 años
Coeficiente de escurrimiento	20.00%	10.00%	20.00%	20.00%	20.00%
Lluvia	60 mm	45 mm	50 mm	80 mm	51 mm
Intensidad de lluvia	44.62 mm/h	25.88 mm/h	17.13 mm/h	54.09 mm/h	29.52 mm/h
Caudal pico	30.41 m <sup>3</sup> /s	15.54 m <sup>3</sup> /s	71.33 m <sup>3</sup> /s	63.64 m <sup>3</sup> /s	35.65 m <sup>3</sup> /s

*Nota.* m= metro, %= porcentaje, min= minutos, km<sup>2</sup>= kilómetros cuadrados, mm= milímetros, mm/h= milímetros sobre horas, m<sup>3</sup>/s= metros cúbicos sobre segundos. Adaptación de Simulador de Flujos de Agua de cuencas hidrográficas (INEGI, 2012).

### 3) Escenarios de flujo de inundaciones.

Para los escenarios de flujo se utilizó el *software* IRIC, el cual cuenta con un proyecto para cada río. Dentro de éste se cargó un mapa *raster* del área de estudio con salida .jpg que incluye las líneas de los ríos y el límite municipal. Esta información fue la base gráfica para digitalizar los cauces de los ríos dentro del proyecto y crearlos como objetos espaciales georreferenciados utilizando los datos topográficos del Modelo Digital del Terreno (MDT, LIDAR a un metro de resolución) en formato .txt.

En un segundo momento, se creó una malla rectangular de 40x40 m, donde el pixel delineó la extensión total de la cuenca a lo largo de los cauces trazados; por ejemplo, la cuenca del Río San Mateo mide en promedio cuatro kilómetros a la derecha y cuatro a la izquierda, lo que equivale a 30, 401 pixeles (301x101). La malla fue anclada por medio de las coordenadas extremas en una extensión rectangular a la georreferencia del MDT, que a su vez asigna los valores de altitud a cada rejilla. Con ellos, el sistema calcula los perfiles

de flujo a lo largo de los cauces utilizando los valores altimétricos determinados por los datos topográficos.

Una vez trazados los ríos y registradas las mallas, se colocaron puntos por medio de digitalización en el límite superior de las mallas, sobre las cabeceras de los cauces que fueron reconocidos como puertas de entrada de descarga de agua (*inflow*). Éstos fueron alimentados con los datos de las características de la cuenca referentes al tiempo de concentración y descarga, el periodo de retorno, el coeficiente de escurrimiento, la intensidad de la lluvia, el caudal fijo y a las descarga en metros cúbicos por segundo. Dichos elementos provienen de los hidrogramas del *software* ERIC (SMN, citado en CLICOM, 2009).

Finalmente, la información registrada se procesa por medio de la herramienta de condición de cálculo, la cual utiliza una estadística basada en la ecuación de Saint-Venant (Simoës, 2009), que modela las diferencias de un caudal y el nivel del agua a lo largo del espacio unidimensional. Se utiliza como base el sistema de coordenadas cartesianas. Los resultados se generan como una serie de puntos y/o centroides para cada rejilla de la malla, mismos que contienen atributos de velocidad y profundidad de flujo. Además presentan un cubrimiento en la superficie de la lámina de agua. Estas características reflejan el efecto del cambio de régimen en altitud y pendiente del terreno. En consecuencia, se detectan áreas susceptibles a enfrentar procesos de inundación.

### **3.3.2.3. Mapa de susceptibilidad de inundación**

La elaboración del mapa de láminas de agua se desarrolló a partir de exportar la información de los centroides de la malla de IRIC a ArcGIS en formato CSV. Los datos de superficie de inundación se tomaron de la tabla para ser procesados por medio de interpolación KRIGIN e IDW, lo que dio como resultado un mapa en GRD de probabilidad y alcance en superficie de los procesos de inundación para cada periodo.

### **3.3.2.4. Proceso de intervención humana**

El proceso de intervención humana se relaciona con el grado de modificación del entorno natural por actividades humanas. Su análisis implica el cálculo de una tasa de intervención que toma como variables acciones interpretadas como grados de alteración. El método empleado consistió en el cálculo de unidades en porcentajes de intervención (Moreno et al., 2001), para lo cual se incluyeron dos parámetros que implican la generación o magnificación del anegamiento. El primero refiere a la impermeabilización del terreno por la expansión urbana; el segundo, a la remoción de la cobertura vegetal y edáfica sustituida por campos agrícolas o zonas de pasto y vegetación arbustiva. Ambos parámetros se les asignó un criterio de ponderación de pesos de mayor a menor afectación en el que las zonas urbanas fueron consideradas como las de más alto grado de impacto, las zonas agrícolas presentaron una valoración media y, finalmente, las zonas de pastos y vegetación arbustiva mostraron el menor grado. El porcentaje fue obtenido mediante la aplicación de una fórmula de densidad en la que cada unidad se relaciona con la superficie total del municipio.

Porcentajes de intervención humana unidad

$$i = (\text{Sup. Categ. 1}) + (\text{Sup. Catg. 2}) / \text{Sup. total} \times 100$$

Los valores resultantes de los porcentajes fueron estandarizados para asignarles una categoría de intervención. A cada unidad se le dio un valor fuera de 0 a 1. Se fijó como punto máximo el 1, que corresponde a las zonas con mayor intervención, y como punto mínimo al 0, que se asocia con aquellas de menor intervención. Así, se logra contar con un tipo de clase, tal como se muestra en la tabla 3.6. A partir de esta información, se obtuvo como resultado un mapa con zonas de intervención en el que las clases brindan los grados de impacto en un tipo de dato continuo por superficie.

**Tabla 3.6.**

*Asignación de los valores de peso a los porcentajes de intervención humana por clase.*

Clase	Porcentaje de cubrimiento	Valor
Alta	>40	1
Media	15%	.5
Baja	14%	.1
Sin intervención	23%	0

*Nota.* %= porcentaje, > = mayor que. Elaboración propia, 2016.

Finalmente, con la información obtenida de los dos grupos de datos analizados, se realizó el cálculo del mapa de susceptibilidad de amenaza socionatural de inundación, el cual se obtuvo a partir de un análisis espacial *raster* en el que se empleó álgebra matricial de sobreposición de capas. Con ayuda de herramientas de *software* SIG, se aplicó un método heurístico de probabilidad basado en el conocimiento *a priori* de la predisposición del terreno a presentar procesos de anegamiento (expresada en el mapa de láminas de agua) en relación con el conjunto de variables de antropización (reflejado en el mapa de porcentaje de intervención humana). Como resultado, se obtuvo una referencia espacial de unidades del terreno homogéneas de amenaza, concebidas por un conjunto de condiciones comunes que se diferencian de las unidades adyacentes mediante fronteras definidas por grados de afectación (Hansen, 1984). Esto significa que la expresión de la amenaza se dio en magnitudes diferentes en función de la correlación múltiple de condiciones locales similares en porciones específicas del terreno. En consecuencia, el factor de amenaza proporciona información de los distintos grados de la fuerza de afectación del fenómeno expresado de forma espacial mediante cartografía temática.

Desde el punto de vista técnico, la valoración de las unidades de amenaza fue calculada mediante un modelo de integración en el que se utilizó el cruce de información de los mapas de láminas de agua y el grado de intervención humana, ambos en formato de salida *raster*. Para ello, se utilizó la herramienta de ASSING del *software* IDRISI. Con el fin de estandarizar los mapas en un mismo intervalo de valores, se asignó una escala de 0, 1 mediante una función borrosa de orden difuso *Fuzzy*, con el objetivo de asignar un valor entero correspondiente a tres clases de susceptibilidad: 1 o baja, 2 o media, y 3 o alta.

Una vez estandarizada la información, se utilizó el módulo *Map Calculator*, en el cual se realizó una operación de álgebra matricial de multiplicación para interceptar las áreas de ambos mapas y, de esta forma, se establecieron todas las posibles combinaciones de ambos valores. Con el histograma resultante, se hizo un remuestreo en tres clases para obtener el mapa final de amenaza.

### 3.3.2.5. Factor de los elementos expuestos

El factor de elementos expuestos está relacionado con la condición de susceptibilidad que tienen las unidades de infraestructura urbana –en este caso, edificaciones de viviendas–, así como el número de habitantes, servicios y vialidades que pueden sufrir efectos adversos debido a su localización dentro del área de influencia de las zonas inundables. La atención se centra en las pérdidas tangibles reemplazables, como edificaciones, vialidades, servicios, etcétera (véase figura 3.5).

**Figura 3.5. Desarrollo metodológico de elementos expuestos.**

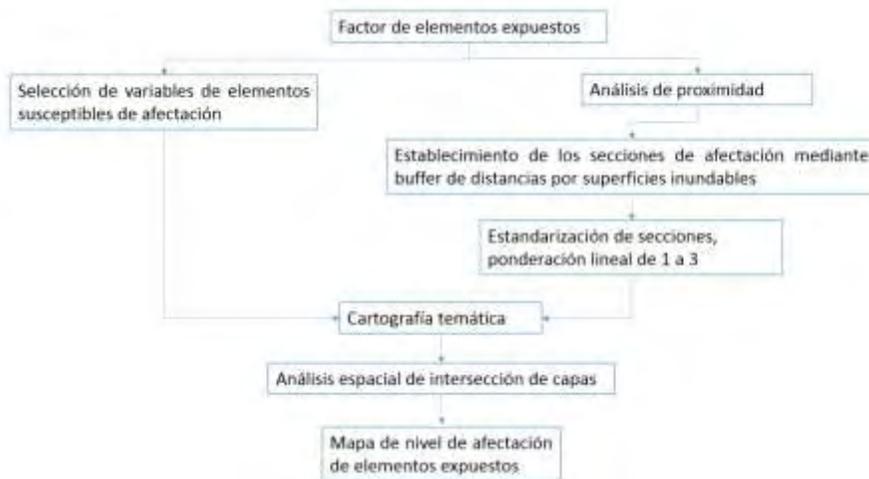


Figura 3.5. Esquema que muestra los pasos que se siguen en la metodología de los elementos expuestos, la cual inicia con los factores y concluye con el mapa de nivel de afectación de elementos expuestos. Elaboración propia, 2016.

A partir de la metodología diseñada, se observa que cada elemento se convierte en una entidad de tipo geoespacial en la que los objetos son representados por identificadores de tipo vectorial; las edificaciones, por polígonos de colonias; las vialidades, por vectores lineales de calles y carreteras; y los servicios, por puntos. De esta forma, se obtiene la base de datos relacional de las capas temáticas para el análisis espacial. Cada elemento fue normalizado por su total dentro del municipio.

Otro tema importante es la población. Ésta se abordó por medio de la consulta de los datos de la AGEB municipal. A partir de dicha base se obtuvieron estadísticas sobre la población y la superficie de cada unidad administrativa para el cálculo de la densidad. De esta forma, se generó una representación espacial en cuanto al tipo y grado de ocupación urbana para conformar una primera aproximación de las condiciones y tipos de asentamientos. El cálculo corresponde al número de habitantes que pueden ser afectados, normalizado por el número total de población del municipio.

### **3.3.2.6. Mapa de elementos expuestos**

La base de datos cartográfica y el *software* ARC-GIS facilitaron el diseño y la instrumentación de un análisis de proximidad a escala local. La premisa base fue la evaluación de las probables pérdidas físicas directas que resultan del impacto de la amenaza de inundación; por ejemplo, los edificios en riesgo de inundación, la cantidad de población incluida en las zonas de influencia, el tipo y el número de vialidades, etcétera.

Dado lo anterior, el proceso metodológico se planteó a partir de la relación entre las variables de infraestructura, población y las láminas de agua. Se partió de la idea de que existe un blanco expuesto a un agente de afectación, por lo que, como primer paso, se llevó a cabo la selección de variables que representan los elementos propensos a ser afectados, como los emplazamientos (edificaciones y vialidades) en bordes de ríos y la cantidad de población por AGEB.

Como segundo paso de la propuesta, se desarrolló el análisis de proximidad. Ello se efectuó por medio de *buffers* de distancia, para lo cual se tomó como base el mapa de los ríos principales y el de las láminas de agua, con un periodo de retorno de 100 años por ser considerado como el de mayor alcance en términos de superficie. El primer mapa se ocupó para determinar los puntos con el valor inicial para el cálculo de distancia en la extensión de superficie entre el cauce del río y la superficie cubierta por las láminas de agua. A los resultados se les calculó un promedio para obtener tres secciones de la superficie total y a cada una se le asignó una ponderación lineal con valores de cero a tres para ser medibles de forma cuantitativa.

Posteriormente, la cartografía temática de las variables y las categorías de superficie ayudaron en la elaboración de un cruce de información por medio de álgebra matricial. El objetivo fue superponer las capas de modo que se permitiera la intersección entre los elementos expuestos y las secciones de las láminas de agua. Con esta combinación, se formó una matriz que contiene el número de elementos expuestos de infraestructura y población por sección espacial, en la que el rango de afectación dependía del número de elementos; es decir, a mayor número de variables, mayor nivel de exposición. Finalmente, este mapa fue estandarizado en formato *raster* como el factor de amenaza en una escala de cero a uno. Así se formó el mapa de valor de afectación de los elementos expuestos.

### **3.3.2.7. Factor de vulnerabilidad**

Numerosas investigaciones como la de Álvarez y Cadena (2006) coinciden en que la vulnerabilidad de la población, derivada de sus condiciones sociales y económicas, acentúa el impacto de los fenómenos peligrosos.<sup>21</sup> Desde una perspectiva cuantitativa, un alto grado de vulnerabilidad implica poca capacidad de los grupos humanos para prepararse, anticiparse y recuperarse del impacto de uno o más fenómenos naturales. En

---

<sup>21</sup> Una catástrofe hace referencia a aquellas situaciones que ponen en tensión y que extreman las características preexistentes de un sistema económico (IPCC, 2001; citado en Álvarez y Cadena, 2006).

este caso, el grado de vulnerabilidad social determina la capacidad para anticipar y recuperarse –también denominada *resiliencia*– del impacto de las catástrofes naturales. Así, las circunstancias asociadas a fenómenos naturales se ven amplificadas en la medida en que los grupos humanos presentan altos grados o niveles de vulnerabilidad.

Aunque existen diversas manifestaciones de la vulnerabilidad, para la presente investigación se consideró a la de tipo socioeconómico,<sup>22</sup> en la que tanto la pobreza como las catástrofes naturales se ven amplificadas. El grado de vulnerabilidad socioeconómica del municipio de Naucalpan fue medido a partir de un índice integrado por 19 variables censales por AGEB y clasificado en cinco estratos. El cálculo se hizo a través del método de componentes principales y su clasificación con base en los postulados de Dalenius y Hodges.

El índice construido se formuló mediante un conjunto de indicadores censales elegidos que impide a los grupos sociales, en mayor o menor medida, enfrentarse a las nuevas políticas económicas y a los riesgos. El primer conjunto de indicadores se refiere a la edad, la condición física, la procedencia étnica y la migración reciente, bajo el supuesto de que ser adulto mayor, indígena, discapacitado y/o migrante implica un importante grado de vulnerabilidad. El segundo grupo corresponde a los indicadores que se relacionan con las condiciones educativas, los cuales inciden directamente en la pobreza y exclusión social, como el analfabetismo y el nivel de escolaridad a lo largo de la niñez y juventud.

El tercer conjunto involucra el contexto laboral, bajo el principio de que la desocupación, la derechohabiencia a un servicio de salud y un solo ingreso en el hogar ponen a las personas en una situación de indefensión. Por último, la cuarta agrupación se refiere a situaciones de vivienda que suponen precariedad y exclusión social en cuanto a

---

<sup>22</sup> Existen diversas formas en que la vulnerabilidad puede acrecentarse o reducirse. Además de las características socioeconómicas, están los patrones culturales que inciden en la percepción e interpretación del peligro (Toscana, 2002). También es preciso mencionar que el capital social es un factor importante relacionado con la vulnerabilidad, así como las políticas públicas encaminadas a la reducción de riesgos y atención de emergencias (Toscana, 2006).

ciertos bienes y servicios necesarios para una vida digna. Las variables utilizadas consistieron en:

- Porcentaje de personas de 60 años o más.
- Porcentaje de personas con alguna limitación física o mental.
- Porcentaje de hablantes de alguna lengua indígena de tres años de edad o más.
- Porcentaje de residentes en otra entidad de cinco años de edad o más para junio de 2005.
- Porcentaje de personas entre seis y 14 años que no asiste a la escuela.
- Porcentaje de personas entre 15 y 24 años que no asiste a la escuela.
- Porcentaje de personas analfabetas de 15 años o más.
- Porcentaje de personas sin escolaridad de 15 años o más.
- Porcentaje de personas de 18 años o más que no cuentan con educación superior.
- Años promedio de escolaridad.
- Porcentaje de personas desocupadas entre 15 y 64 años de edad.
- Porcentaje de población sin derechohabiencia a algún servicio de salud.
- Porcentaje de hogares censales con jefatura femenina.
- Porcentaje de viviendas con piso de tierra.
- Porcentaje de viviendas que no disponen de energía eléctrica.
- Porcentaje de viviendas que no disponen de agua entubada.
- Porcentaje de viviendas que no disponen de drenaje.
- Porcentaje de viviendas que no disponen de refrigerador.
- Porcentaje de viviendas con un dormitorio.

En el presente análisis, los datos básicos y los métodos para definir la vulnerabilidad involucraron a la geotecnología mediante el manejo de información contenida en los censos asociados a una infraestructura de tipo vectorial y *raster*, y relacionados con una base de datos de atributos, la cual fue manejada en el paquete estadístico SPSS (*Statistical*

*Package for the Social Sciences*) para la construcción del indicador. El método basado en la geotecnología midió la vulnerabilidad en términos cuantitativos. La técnica para valorar las variables sociales fue un análisis estadístico de componentes principales, en el que las variables presentaron una variedad de ideas de interés y su asociación. La evaluación en el SIG complementó al *software* estadístico tanto para la modelación como para la representación espacial de los datos. Esto, por medio de técnicas de mapeo y construcción de cartografía temática de representación espacial.

Los resultados del análisis se plasmaron en un mapa que permite identificar las condiciones por AGEB de las características socioeconómicas clasificadas por su similitud. Así, se asignaron los rangos de vulnerabilidad.

### **3.3.2.8. Factor de capacidad institucional**

El factor de capacidad institucional consiste en el análisis de información acerca del funcionamiento de la protección civil en el municipio de Naucalpan. Su ejercicio puede ser una fuerza catalizadora en cuanto a temas relacionados con las etapas del manejo de riesgo por inundación. Las variables a considerar en el presente apartado se relacionan con los tres estados que se tendrían que presentar en una situación de riesgo de desastre. Entre ellos se incluyen la prevención o acciones anteriores al desastre, las acciones durante el evento y la etapa de recuperación. Con base en éstas, se definieron los apartados de defensas a profundidad y barreras físicas.

Debido a que este factor no tiene una representación espacial, fue evaluado mediante un estudio sobre el estado de la cuestión. En primera instancia, se recurrió a una revisión bibliográfica de documentos relacionados con el sistema nacional de protección civil y la injerencia del ámbito municipal. El objetivo fue establecer un discurso acerca de las funciones y acciones de la dependencia en términos de riesgo de inundación. Éste se complementó mediante un levantamiento de información en campo, el cual consistió en la recopilación de datos básicos primarios de la Dirección de Protección Civil (PC) del municipio a partir de la aplicación de un cuestionario diseñado y dirigido al personal

clave en el manejo de riesgos (Anexo 1). Entre los encuestados se incluyen bomberos, personal técnico de campo y personal administrativo, quien percibe, concibe y actúa ante un evento de inundación.

El cuestionario se constituyó de forma estructurada como un instrumento de evaluación cerrada para garantizar que las respuestas fueran lo más directas posibles. No obstante, se incluyeron también algunas categorizaciones y puntos abiertos (narrativos) para ayudar a la identificación de las tendencias comunes que reconocen los operativos en materia de protección y contribuir a una evaluación más detallada.

Los reactivos se establecieron en tres rubros. En primer lugar, está la calificación y capacitación del personal, así como la cultura de seguridad y prevención. En segundo, el manejo y la gestión de riesgos; es decir, si cuentan con la reglamentación de construcción; planes de uso de suelo con integración de información de riesgos; programas de manejo de evacuación y reubicación; informes escritos para la categorización de eventos potenciales; así como con procedimientos para la difusión, capacitación y alerta de un evento extraordinario. Finalmente, se enlistan las barreras físicas, las cuales se relacionan con las obras de protección construidas para evitar inundaciones, como la rectificación de ríos para reducir la longitud, la construcción de canales de alivio para evacuar parte del flujo de agua, la construcción de presas de torrentes y la retención de azolves, bordos de protección y sistemas de drenaje.

Al respecto, es importante mencionar que esta herramienta permitió tener un diálogo con el personal de protección civil acerca del estatus de la operatividad de la institución. Para ello se utilizaron parámetros específicos de riesgo de inundación. La información obtenida del cuestionario facilitó la estructuración de un análisis de las respuestas en las que se sintetizaron las condiciones del personal y, en consecuencia, de la institución. Dicha valoración, junto con la revisión de documentos, permitió la construcción de un diagnóstico general que constató cómo deben desarrollarse las acciones municipales desde la normatividad y el estatus real en el que se encuentra el municipio. Los resultados funcionan como un factor que complementa al análisis de riesgo final.

### 3.4. Análisis de riesgo

El riesgo socionatural es una situación que se relaciona con la probabilidad de que un proceso de inundación inducido o potencializado –evento natural agravado por acción del hombre– impacte a una sociedad expuesta, traducida en términos de vulnerabilidad y capacidad de respuesta, y, con ello, se vea dañada o alterada la estabilidad y cotidianeidad de las personas. A partir de la evaluación del riesgo socionatural de inundación en el municipio de Naucalpan se propuso la construcción de un índice global de riesgo adaptado con base en el modelo de Bollin (2003). El método utilizado fue el de asociación de factores de amenaza, vulnerabilidad socioeconómica, elementos expuestos y capacidad institucional en cuanto al manejo del riesgo. Cada uno fue considerado como un indicador individual.

La valoración del riesgo se hizo por medio de un modelo analítico que emplea técnicas de SIG. De manera específica, se calcularon los rangos de probabilidad de riesgo de forma geoestadística, al combinar en términos espaciales y geográficos cada uno de los factores. Esto se efectuó con base en la siguiente ecuación:

$$R_{sn} = A_i + E_e + V_s - C$$

Donde:

$R_{sn}$ = Riesgo Socionatural de Inundación

$A_i$ = Amenaza Inducida

$E_e$ = Elementos Expuestos

$V_s$ = Vulnerabilidad Socioeconómica

$C$ = Capacidades

Dentro del SIG se desarrolló una operación de álgebra matricial que permitió la asociación de información mediante una sumatoria lineal ponderada, la cual se basó en el criterio de que cada factor contribuye por igual al índice global de riesgo. En consecuencia, el peso de los factores debía definirse dentro de un rango entre cero y 100, con una distribución de 33 puntos de ponderación; es decir, a cada factor le corresponde un tercio del nivel de importancia del total de 100.

Los insumos utilizados para la construcción del modelo estuvieron compuestos por la serie cartográfica de los factores. Cabe señalar que, en algunos casos, se tomaron los datos resultantes del análisis cualitativo, como la base física y de uso de suelo para el cálculo de amenaza, los datos de vulnerabilidad o los datos de infraestructura para elementos expuestos. Con ello se logra el enlace de ambos análisis para obtener el resultado final de riesgo socionatural de inundación.

El proceso geoestadístico de la sumatoria lineal ponderada se realizó mediante el uso del SIG IDRISI, en el que cada factor se transformó en una unidad compatible de medición. Las características discretas pasaron a valores de escala mediante la estandarización difusa en un rango de cero a uno. Las categorías se agruparon en correspondencia con sus valores, donde cero representa nulidad y uno corresponde a un valor alto.

A partir de la información ya normalizada se utilizó el módulo *Map Calculator*, en el que se realizó el cruce de las tres capas de información. Como resultado, se desarrolló el mapa de probabilidad de afectación por superficie, el cual fue clasificado en tres categorías de riesgo: bajo, medio y alto. Es preciso mencionar que ésta es una opinión subjetiva de las dependencias e interdependencias en cuanto a los indicadores y los factores de riesgo. Como se puede observar, el modelo ocupa funciones de transformación, comprendidas como funciones de distribución de probabilidad del riesgo, lo que da como resultado valores obtenidos de tipo continuo que delimitan territorios de riesgos.

Finalmente, los resultados del mapa de riesgo se complementaron con los del diagnóstico de la capacidad institucional, al cual se le asignó un valor negativo debido al estado del manejo del riesgo por parte de las autoridades de protección civil dentro del municipio.

La propuesta metodológica presentada se supone relevante debido a la inclusión del estudio de riesgos de inundación desde la perspectiva socionatural y geográfica. A partir de lo anterior, se toma como postura de análisis una visión holística que permite integrar descripciones de corte cualitativo y una valoración cuantitativa. Tales descripciones demostraron ser análisis complementarios que se retroalimentan y explican la generación de espacios emergentes de riesgo socionatural de inundación, entendidos como circunstancias que surgen por implicaciones relacionadas con el impacto o la degradación del medio natural y de las condiciones socioeconómicas.

Los aspectos descritos son el punto de partida del cual surgen las variables reconocidas como los factores del riesgo, mismas que sirven para valorar los rangos de riesgo con representación espacial. El planteamiento metodológico parte de la idea de que el riesgo socionatural de inundación debe ser contemplado como un proceso natural, pero también con respecto de los factores ecológicos, económicos e institucionales.

## **CAPÍTULO IV**

# **EXPRESIÓN TERRITORIAL DEL RIESGO SOCIO NATURAL DE INUNDACIÓN EN EL MUNICIPIO DE NAUCALPAN: CONDICIONES FÍSICAS Y DIMENSIONES SOCIOECONÓMICAS**

La generación de una situación de riesgo socionatural se vincula directamente con los procesos de impacto producidos por la interacción de la sociedad con su medio. Un proceso natural se convierte en una situación de amenaza debido a la degradación del sistema natural. Tomando esto en cuenta, la presente investigación propone un análisis geográfico descriptivo-explicativo del municipio de Naucalpan. En él se integran las variables del componente físico-natural –relacionadas con la ocurrencia del proceso de inundación– y cuestiones sociales asociadas a la apropiación del espacio en términos de ocupación y manejo del uso de suelo. El objetivo fue la elaboración de un diagnóstico que explique los factores y acciones que han contribuido a la construcción de escenarios de amenaza de inundación.

### **4.1. Fase descriptiva-explicativa**

Con base en el paradigma historicista y desde la postura de la geografía regional, se proponen como recursos metodológicos la descripción y explicación de los procesos evolutivos del ajuste humano en términos de apropiación y ocupación del uso de suelo, así como de su influencia en la generación de unidades espaciales de amenaza de inundación en el municipio de Naucalpan. Para cumplir el objetivo, en el presente

apartado se desarrolla una investigación documental, cartográfica y de campo para formar un marco referencial acerca de los hechos físicos y sociales relacionados con la problemática.

#### **4.1.1. Descripción del contexto físico-geográfico del municipio de Naucalpan**

Los procesos de inundación son acontecimientos que se generan de forma natural por la combinación de factores físicos relacionados con las condiciones topográficas, geológicas edafológicas, de vegetación y climáticas. Previo a su análisis, es necesario conocer cada variable interviniente para entender su funcionamiento dentro del proceso.

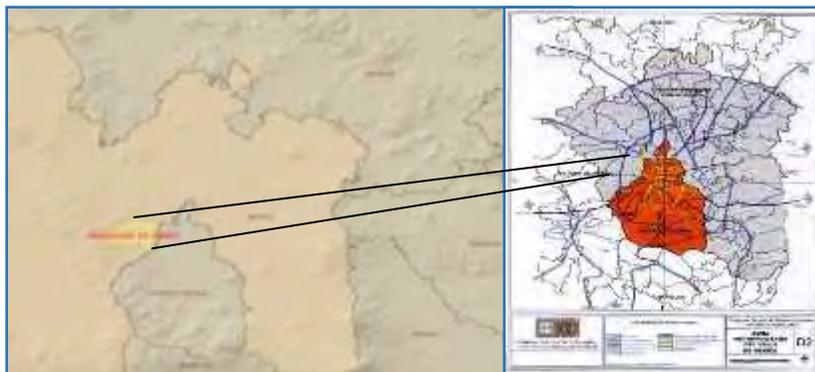
#### **4.1.2. Localización**

El municipio de Naucalpan se ubica en la porción occidental del Estado de México y forma parte del Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) (véase figura 4.1).<sup>23</sup> Esta demarcación forma parte del centro político y económico del país. Se caracteriza por tener una importante actividad económica industrial y de servicios, así como una dinámica poblacional interesante. Naucalpan es un centro regional importante del Estado de México, correspondiente a la región del Valle Cuautitlán- Texcoco, la cual reúne la mayor concentración urbana y de actividades económicas del país (Quintana, 2012).

---

<sup>23</sup> La ZMVM corresponde al área urbana con funciones y actividades de alto grado e integración socioeconómica relevante para la planeación y el diseño de las políticas urbanas que mantienen 16 delegaciones del Distrito Federal (1,300 km<sup>2</sup>), 59 municipios del Estado de México (4,800 km<sup>2</sup>), un municipio de Hidalgo (2,540 km<sup>2</sup>), parte del territorio de Tlaxcala (840 km<sup>2</sup>) y 100 km<sup>2</sup> de la región de Puebla (INEGI, 2009: 27).

**Figura 4.1. Naucalpan en la ZMVM.**



*Figura 4.1. Ilustra la localización del municipio de Naucalpan en el contexto de la ZMVM. Adaptación del Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, 2001.*

De acuerdo con la regionalización del Estado de México, Naucalpan se encuentra dentro de la Región V, compartida con los municipios de Atizapán de Zaragoza, Huixquilucan, Isidro Fabela, Jilotzingo, Nicolás Romero y Tlalnepantla. Dichos municipios guardan una fuerte interrelación entre sí, debido a que una parte importante de su población labora en Naucalpan, donde se concentran distintos equipamientos y servicios de nivel regional. A su vez, esta zona genera fuertes vínculos con las delegaciones Azcapotzalco y Miguel Hidalgo, lo que da pie al surgimiento de movimientos intermetropolitanos (Plan de Desarrollo Municipal, 2013).

### **4.1.3. Condiciones geológicas, topográficas y edáficas**

La características del relieve dentro del municipio se asocian con su emplazamiento sobre el Sistema Volcánico Transversal (Damon et al., 1981, citado en Vázquez, 1989: 136), en específico, sobre las áreas correspondientes al sistema de Sierras de Monte Alto, que deben su origen a la quinta fase de vulcanismo del Valle de México, la cual data de fines del Mioceno e inicios del Plioceno (Mooser, 1975, citado en Calderón, 2001: 14).

Las características topográficas de los periodos mencionados corresponden a laderas y zonas de montaña en las que los tipos de rocas están conformados por ígneas y volcanoclásticas constituidas por flujos de lava e ignimbritas (flujos de bloques y cenizas),

intercalados con flujos piroclásticos y depósitos de caída de pómez y ceniza (García-Palomo et al., 2008). Estos últimos presentan propiedades físicas que les permiten erosionarse con facilidad, lo que ha dado como resultado una segunda formación de tipo de roca, constituida por depósitos aluviales (coluviones y proluviales) que llegan hasta el oriente del municipio, en la zona de planicies de la Cuenca del Valle de México (véase figura 4.2).

**Figura 4.2. Geología del municipio de Naucalpan.**

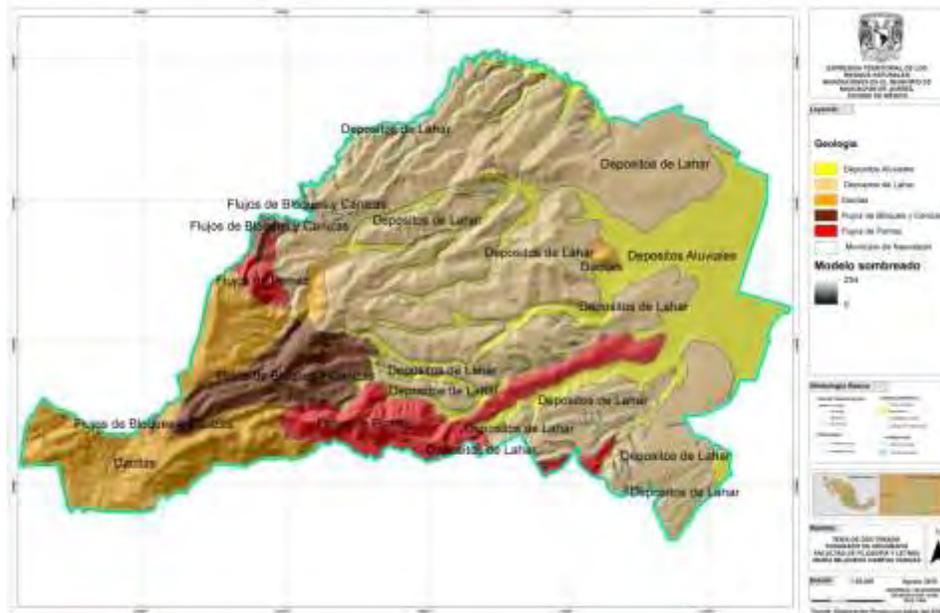


Figura 4.2. Mapa que muestra los depósitos aluviales y de Lahar; flujos de Bloques y Cenizas, así como de Pomez; y dacitas que se encuentran en la geología de Naucalpan. Elaboración propia con datos de INEGI, 2010.

Las condiciones geológicas le imprimen al municipio características específicas en cuanto a su configuración morfológica, compuesta por dos unidades principales. La primera está ubicada al occidente, en ella predominan laderas altas, medias y lomeríos constituidos por rocas ígneas, volcánicas, extrusivas de dacitas y depósitos de caída de bloques y cenizas. Este tipo de relieve se define por una topografía de sierras con altitudes que van de 2,600 a más de 3,000 m de altitud. Las cimas más representativas son La Malinche, con un valor de 3,450 metros sobre el nivel del mar (msnm); los cerros Los Puercos (3,210 msnm), Chivato (2,920 msnm), Las Ánimas (2,690 msnm), Magnolia (2,750 msnm), San

Francisco (3,210 msnm) y Moctezuma (2,400 msnm) (figura 4.3). En este tipo de relieve se presentan importantes gradientes de pendientes que van de diez a más de 45 grados.

**Figura 4.3. Características morfológicas de Naucalpan.**



Figura 4.3. Mapa que muestra la distribución de los elementos morfológicos presentes en Naucalpan: cuerpo de agua, llanura, lomerío y sierra. Elaboración propia con datos de INEGI, 2010.

En el caso del extremo oriente, el paisaje corresponde a lomeríos suaves y planicies con gradientes de pendiente que van de tres a diez grados, Dichas morfologías se forman por la deposición de materiales aluviales compuestos por detritos de acarreo provenientes de intensos procesos erosivos sobre los materiales volcánicos de composición ácida e intermedia pertenecientes a la sierra.

Debido al material parental constituido principalmente por cenizas, vidrios volcánicos y materiales piroclásticos –además de relieves montañosos–, la formación de los componentes edáficos del territorio se describen como *Andosol*. Esto ocurre principalmente en las zonas de montaña y en espacios con altitudes de 2,500 a más de

3,000 msnm. Estos suelos presentan tonalidades oscuras, alta capacidad de retención de humedad y elevada propensión a la erosión.

En laderas medias con pendientes que van de 30 a 45 grados se localizan suelos de tipo Cambisol sobre depósitos aluviales, con bajo espesor y pedregosidad, pero con alta propensión a la erosión. Hacia la zona norte se ubican suelos Luvisol, desarrollados sobre depósitos de Lahar. Se trata de suelos con un alto grado de saturación que, sumado a un drenaje interno adecuado, presentan un gran potencial para diversos cultivos.

**Figura 4.4. Características edáficas del municipio de Naucalpan.**



Figura 4.4. Mapa que muestra las atribuciones edáficas de Naucalpan: andosol húmico, cambisol eutrítico; feozem hapilico y lluvico; lluvisol crómico y regosol calcárico. Elaboración propia con datos de INEGI, 2010.

Otra unidad de suelo que se desarrolla sobre depósitos de Lahar es el Regosol, es decir, suelos jóvenes con una lenta evolución. Finalmente, en la parte media y baja predominan los Feozem: suelos desarrollados de color pardo con una capa superficial rica en materia orgánica y, por lo tanto, muy fértil (Plan de Desarrollo Municipal 2006-2009, 2006). Estos últimos tienen una capa de acumulación de arcilla en el subsuelo y se sugiere que sean utilizados para la agricultura o la explotación forestal (FAO, UNESCO e ISRIC,

1988); sin embargo, se han utilizado con fines urbanos, disminuyendo considerablemente la superficie destinada a la agricultura.

En cuanto al tipo de relieve del municipio, se observan índices de pendientes que implican una alta dinámica fluvial en las sierras. Así, se condiciona una alta velocidad de flujo de agua, baja infiltración y mayor cantidad de líquido que llega al valle. En consecuencia, la probabilidad de ocurrencia de un suceso de inundación aumenta en zonas planas. Asimismo, los rasgos litológicos de las sierras imprimen una permeabilidad media sobre las rocas de dacitas y alta sobre los depósitos de ceniza. Por lo tanto, si existe la posibilidad de que se absorba una parte de lluvia, también hay probabilidad de un escurrimiento superficial que potencialice dichos procesos.

En el caso de la zona de valle, las unidades litológicas se caracterizan por presentar una alta permeabilidad y favorecer la infiltración, situación que podría disminuir de forma considerable la probabilidad de inundación. Sin embargo, el índice de la pendiente y la ocupación de uso de suelo de tipo urbano –que cubre el material litológico original con capas de asfalto– impiden la infiltración de agua y aumentan la producción de zonas bajas poco permeables, susceptibles al estancamiento de agua.

#### **4.1.4. Condiciones climáticas, hidrográficas y de vegetación**

Las características generales de las condiciones climáticas en el municipio son de tipo templado-húmedo, con una temperatura media anual de 15°C. Se observa una mínima de 3°C y una máxima de 30°C. En relación con estas temperaturas y la humedad, se clasifican tres subtipos de climas (véase figura 4.5). El primero se presenta al oriente de la zona y se caracteriza como templado subhúmedo con lluvias en verano (CW1). Ocurre de mayo a septiembre y muestra una precipitación promedio anual de 979.2 milímetros –en la estación Presa Totolinga–. Sus temperaturas varían de los 3°C a los 18°C en los meses de octubre a marzo, y de 6°C a 32.5°C de abril a septiembre. El segundo tipo de clima se presenta como una franja intermedia y es tipo templado subhúmedo con lluvias en verano

de mayor humedad (CW2). Su precipitación media anual es de 972.2 milímetros y puede aumentar hasta los 1000. El tercero se encuentra al occidente del municipio, en las zonas de mayor altitud. Se clasifica como semifrío subhúmedo de mayor humedad, con verano fresco y largo (CBW2). Asimismo, reporta una temperatura media anual que oscila entre 5°C y 12°C. En la temporada más fría, que va de noviembre a febrero, la temperatura disminuye hasta menos 3°C. Sus valores de precipitación oscilan de entre 700 mm y 1,300 mm como media anual (Plan de Desarrollo Municipal 2013- 2015, 2013).

**Figura 4.5. Características climáticas de Naucalpan.**



Figura 4.5. Mapa que muestra la distribución de los tipos de climas semifrío subhúmedo, templado subhúmedo alto y templado subhúmedo medio de Naucalpan. Elaboración propia con datos de INEGI, 2010.

Debido a las características climáticas y de relieve en cuanto a propiedades morfológicas, geológicas y edáficas, la configuración de la red hidrográfica del municipio se ha definido como de tipo dendrítica (véase figura 4.6). Ésta se encuentra conformada por corrientes intermitentes que se originan en las partes altas de las sierras de las Cruces, Monte Alto o Malinche. Además, se encuentran conectadas por los cauces de los ríos perenes Hondo,



En cuanto a las condiciones de precipitación, se observa que el municipio cuenta con una significativa temporada de lluvias de aproximadamente cinco meses al año. Ello provee una precipitación pluvial que puede alcanzar hasta 1,244 mm en su máxima concentración y 570 mm en su mínimo, por lo tanto, se tiene como media, un valor de 807 mililitros. Aunado a ello, el tipo de relieve es de pendientes escarpadas compuestas por materiales que presentan alta susceptibilidad a la erosión, como los depósitos de cenizas que propician que el drenaje sea formado por un número considerable de afluentes. Esto revela una hidrografía propensa a presentar procesos de inundación de forma natural en las zonas bajas.

La situación descrita se agrava por las condiciones de deterioro que presentan las capas vegetativas y edáficas por la tala de los bosques y su sustitución por cultivos. Al quitar la barrera de protección al terreno se facilita la erosión, se disminuye la infiltración por interceptación y se genera compactación por impacto del suelo, lo que aumenta la producción de sedimentos en los cauces e intensifica el desarrollo de procesos de inundación dados de forma natural. A partir de esto, se puede pasar de un proceso natural a una condición de amenaza generada por factores relacionados con la población y sus actividades, como pueden ser un mal manejo del uso del suelo o una deficiente administración por parte de las autoridades y de los habitantes del municipio.

## **4.2. Organización territorial**

La organización del territorio de Naucalpan es analizada desde una perspectiva evolutiva del proceso de ocupación y uso de suelo. Este concepto lleva implícito el término *usar*; es decir, emplear o servirse de. Dicha práctica define áreas que se clasifican, en la mayoría

de los casos, por el tipo de economía sumada al componente demográfico (Schjetnan et al., 2004).

Uno de los conceptos empleados para definir la subdivisión de los usos del suelo se basa en el fin para el cual está destinado el espacio: privado, semiprivado o público. De acuerdo con Méndez (2002), el primero tiene como objetivo buscar un espacio donde sólo el propietario tiene acceso e incluye áreas para vivienda unifamiliar, colectiva y multifamiliar, así como espacios de uso industrial y comercial. El segundo comprende aquellas zonas que, por su tipo de actividad, reciben a personas ajenas al propietario con la finalidad de realizar actividades definidas, pero con acceso controlado como las áreas para uso educativo o los centros de salud. Finalmente, los espacios públicos son aquellos a los que tiene acceso toda la población. Ejemplos son las vialidades, las terminales del servicio de transporte, las estaciones de seguridad, los parques, los campos de juego, las plazas y las instalaciones de gobierno.

Otro referente taxonómico es el que designa el tipo de uso de suelo, el cual puede ser urbano, rural o suburbano. El primero corresponde a las cuestiones residencial, comercial, industrial, de servicios, de infraestructura, de reserva territorial urbana y de protección. El segundo se caracteriza por abarcar terrenos no aptos para el uso urbano por su manejo agrícola, ganadero, forestal, de explotación de recursos naturales y de protección. Finalmente, el suburbano se refiere a las áreas ubicadas dentro del suelo rural en las que se mezclan las formas de vida del campo y la ciudad (Bazant, 2006). Como se puede observar, cada categoría involucra características particulares referentes al uso de la cobertura del suelo, que es resultado de las actividades productivas desarrolladas por la sociedad para satisfacer sus necesidades materiales.

En el municipio de Naucalpan, el proceso de ocupación inició de forma empírica a partir de una planeación artesanal en la que los pueblos emplazaron templos y plazas como lugares centrales. Alrededor de ellos situaban los elementos restantes de forma relativamente ordenada. Este modelo funcionó hasta mediados del siglo XX, época en la que el Estado de México experimentó un proceso de crecimiento poblacional y de

ocupación del territorio, cuyas causas fueron múltiples y obedecieron, principalmente, a la política seguida desde los años 50 en cuanto a los incentivos fiscales para el desarrollo industrial y la inversión privada. Esto dio lugar a la conurbación física del municipio en un lapso de tiempo corto, lo que propició una ocupación con deficiencias de planeación y se acentuó con la aparición de los polígonos industriales. A partir de este punto, se efectuaron inversiones para la creación de una red vial de comunicaciones que circulaba y enlazaba al municipio con la ciudad. Así, se dotó a la demarcación de autopistas que generaron el despliegue de extensos conjuntos habitacionales en las periferias, con un patrón de uso de suelo con gran consumo de territorio (Fernández, 2006).

Este tipo de desarrollo tiene la connotación de un espíritu estrictamente utilitario, donde se busca la mayor ganancia de la explotación de los espacios en términos económicos. Así, por el proceso de expansión compulsivo, se transformaron en territorios para la localización competitiva y la diversificación de las actividades comerciales, de servicios e industriales que hasta el día de hoy mantienen una fuerte dinámica interna y acelerada hacia esa zona (Hoyos, 1999 y 2000, citado en Tavira et al., 2005).

Sin embargo, los procesos de consolidación residencial, industrial y de áreas de servicios en el municipio generaron un efecto negativo en la calidad de vida, ya que la zona se convirtió en un espacio con grandes aglomeraciones y deficientes condiciones de bienestar y salud. A esto se sumaron problemáticas de destrucción de recursos naturales, deterioro de suelos y zonas boscosas y una fuerte disminución de la recarga de acuíferos, así como conflictos de carácter socioeconómico de pobreza y exclusión territorial.

A pesar de las circunstancias, la inercia de expansión siguió en las subsecuentes décadas. Para 1990, el crecimiento poblacional exponencial; la crisis económica; la restricción a la construcción de nuevos fraccionamientos en el Distrito Federal debido a la política de descentralización; y la reforma ejidal que comenzó con la modificación del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos –en la que se elimina la restricción existente en la compra-venta de tierras ejidales que contaba con un programa de certificación de éstas, iniciado en 1992–, funcionaron como factores que

aceleraron el proceso de ocupación regular, en fraccionamientos de alta plusvalía, e irregular, por parte de pobladores de escasos recursos con viviendas precaria. Ello consolidó al municipio como una de las principales áreas conurbadas periféricas a la ZMVM que, si bien lo colocaba como un punto estratégico, también le imprimía problemas en cuanto a la dotación de servicios y producía un importante impacto ambiental.

La problemática planteada denota la carencia o aplicación de normas jurídico-urbanísticas; la inexistencia de unidad y eficacia normativa; la ausencia de planeación urbana, y la falta de coordinación en las acciones e inversiones públicas que realizan la federación, los estados y los municipios en materia de desarrollo urbano. En teoría, la situación es atendida, desde la década de los 70, por una estructura jurídica de planeación y regulación de los asentamientos humanos en la que la política urbana adquiere un carácter institucional con la Ley General de Asentamientos Humanos (1976) y el primer Plan Nacional de Desarrollo (1978), instrumento que, a partir de las reformas constitucionales a los artículos 25, 26 y 73 y de la Ley de Planeación, se convirtió en el eje rector de cada ejecutivo federal.

Es preciso acotar que todo periodo presidencial debe contar con su Plan Nacional, del cual se desprenden planes y programas sectoriales como el Nacional de Desarrollo Urbano, los Estatales de Desarrollo Urbano, los de Ordenación de Zonas Conurbadas, los Municipales de Desarrollo Urbano, y los Programas de Desarrollo Urbano de Centros de Población.

Un hecho importante en la legislación para el manejo y uso de suelo en el Estado de México fue la reforma constitucional a los artículos 73 y 115. En la primera se hizo referencia a las concurrencias de los tres niveles de gobierno en relación con sus competencias en materia de asentamientos humanos. El segundo establece la facultad de los municipios para formular, aprobar y administrar la zonificación y los planes de desarrollo urbano municipal; participar en la creación y administración de sus reservas territoriales; controlar y vigilar la utilización de suelos en sus jurisdicciones territoriales;

intervenir en la realización de la tenencia de la tierra urbana; otorgar licencias y permisos para construcciones; y participar en la creación y administración de zonas de reserva ecológica.

Cuando dos o más centros urbanos situados en territorios municipales de dos o más entidades forman o tienden a formar una continuidad demográfica, la federación, las entidades federativas y los municipios respectivos, en el ámbito de sus competencias, deben planear y regular de manera conjunta y coordinada el desarrollo de dichos centros con apego a la ley federal, figura que se remonta a nivel regional para el caso de las conurbaciones municipales interestatales. Por otra parte, los municipios, con el concurso de los estados tendrán a su cargo los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, alumbrado, limpia, mercados y centrales de abasto, panteones, rastros, calles, espacios públicos y seguridad pública -cuando así fuera necesario y lo determinen las leyes-. A este marco jurídico se le sumó la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), en la que la fracción cuarta del artículo 20-BIS menciona que el ordenamiento ecológico local se debe llevar a cabo a través de los correspondientes planes de desarrollo urbano.

Con el antecedente de las leyes mencionadas, el Estado de México inició el desarrollo de su reglamentación en materia de ocupación y uso de suelo con la Ley Orgánica de la Administración Pública, en la que se designa como primera instancia reguladora a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUV) para aplicar y vigilar las disposiciones legales en materia de ordenamiento territorial de los asentamientos humanos, así como para promover la implantación de los planes municipales de desarrollo urbano y vigilar su congruencia con el Plan Estatal de Desarrollo Urbano y los Regionales.

La presente disposición se establece de forma normativa en el Código Administrativo del Estado de México, en su Libro Quinto, titulado "Del Ordenamiento Territorial de los

Asentamientos Humanos y del Desarrollo Urbano de los Centros de Población".<sup>24</sup> En el artículo 5º, fracciones 5.21, 5.23 y 5.24, se prevé el Sistema Estatal de Planes de Desarrollo Urbano y se determina que éste se integra por el conjunto de instrumentos técnicos y normativos formulados por autoridades estatales y municipales con la participación de la sociedad. Entre ellos se encuentran los Planes Municipales de Desarrollo Urbano. Asimismo, se establece su integración, contenido y vínculo con otros instrumentos de planeación.

En las fracciones 5.9 y 5.10 de la legislación citada, se precisa el procedimiento para la elaboración, aprobación, publicación e inscripción del Plan de Desarrollo, así como las facultades de los municipios para elaborarlo y ejecutarlo con base en las políticas y estrategias del Plan Estatal y, en su caso, de los planes Regionales de Desarrollo Urbano. Así, se establece la zonificación que deben administrar los municipios.

En último orden jurídico, figura la Ley Orgánica Municipal. En sus artículos 11º y 12º, indica que los municipios están facultados para aprobar y administrar la zonificación de su territorio, así como para participar en la creación y administración de sus reservas territoriales y ecológicas. Asimismo, se determina que los municipios deben controlar y vigilar de forma coordinada y concurrente con el gobierno del estado, la utilización del suelo en sus jurisdicciones territoriales, en términos de lo dispuesto por la ley de la materia y los planes de desarrollo urbano correspondientes.

Finalmente, en el Libro Cuarto del Código Administrativo del Estado de México, el apartado titulado "De la Conservación Ecológica y Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable" previene que la política ambiental estatal y municipal debe observar y aplicar los principios contenidos en la LGEEPA a través de diversos instrumentos entre los que se cita la regulación ambiental de los asentamientos humanos.

---

<sup>24</sup> Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México (2002). Gobierno del Estado de México.

Como se puede observar, el Plan Municipal de Desarrollo Urbano se constituye como el instrumento técnico jurídico que determina los lineamientos aplicables al ámbito municipal en materia de planeación urbana y promueve la coordinación de esfuerzos federales, estatales y municipales que garanticen un desarrollo sustentable, homogéneo y armónico con el medio urbano, social y natural. Éste tiene como objetivos primordiales la ordenación y regulación del suelo, así como la asignación de una normatividad acorde con las características propias del proceso de urbanización, a partir de desarrollar el contenido que se presenta a continuación.

Con base en el análisis de las prescripciones constitucionales reseñadas, se hace evidente que, desde los primeros intentos de planeación urbana en términos del marco jurídico, tanto el contenido de las leyes como el de los programas persigue objetivos que enfatizan la atención sobre problemáticas relacionadas con la distribución racional de población y las actividades económicas en el territorio nacional, así como con las condiciones de bienestar, la competitividad de las ciudades y, en las últimas décadas, con la descentralización. Esto último, a partir del impulso a los centros urbanos alternativos con estrategias de ordenamiento de los asentamientos humanos, práctica que ahora es llamada *ordenamiento territorial*.

El marco legislativo se ha desarrollado de forma amplia en cuanto a las disposiciones jurídicas. Sin embargo, es evidente que la escala de trabajo y el instrumento de organización y administración sobre el que recae el manejo y la administración de la ocupación del uso de suelo, es parcial o indirectamente de competencia municipal. Ello se traduce en una distribución casuística de las atribuciones gubernamentales en materia de suelo urbano entre niveles de gobierno y, en lo particular, entre los estados y municipios (Rébora et al., 2000). Cuando ello ocurre, los gobiernos de los municipios son quienes llevan la carga de elaborar de forma técnica la planeación del uso de suelo urbano. Para ello, se asume como instrumento base al Plan de Desarrollo Urbano, apoyado por otros parciales.

El caso del municipio de Naucalpan no es distinto de lo hasta aquí señalado, ya que la base de cada proyecto es el Plan de Desarrollo Municipal, el cual se toma como eje o guía para lograr una distribución adecuada de uso de suelo en los municipios. Sin embargo, éste sólo es una herramienta de amortiguamiento a procesos derivados de políticas de expansión y descentralización anteriores al surgimiento de los primeros planes de desarrollo local. En consecuencia, se observa que el documento se ha aplicado de forma tardía y poco efectiva.

La problemática planteada se vincula con el tema de riesgo por inundación en el municipio, ya que la urbanización y sus implicaciones, como la tala indiscriminada de bosques, la modificación de laderas, y la permisiva ocupación de terrenos desecados o de bordes de ríos y –en algunos casos– de los cauces por parte de las autoridades locales, contextualizan una situación de amenaza. A esto se suman las características socioeconómicas de precariedad que generan espacios emergentes de riesgo por inundación.

#### **4.2.1. Procesos demográficos**

El poblamiento del municipio es uno de los factores sociales de mayor relación con la temática de riesgos. Tiene sus orígenes en la época prehispánica. Luego, el crecimiento de mayor importancia se dio a partir de los años 50, impulsado por la suma de diversas circunstancias como el incremento en los índices de natalidad y el crecimiento social, consecuencia de la oferta de empleo ausente en el campo. En ese entonces, el gobierno del Estado de México adoptó una política para la promoción del desarrollo urbano en municipios colindantes, bajo la cual se otorgaron facilidades e incentivos para el desarrollo habitacional e industrial ante la negativa de los asentamientos irregulares, la restricción de la aprobación de fraccionamientos y la prohibición de la instalación de nuevas industrias por parte del Gobierno del Distrito Federal (Sánchez, s.f.).

En términos demográficos, el crecimiento exponencial del municipio inició a partir de la década de 1950. La dinámica fue condicionada por un crecimiento de gran magnitud que alcanzó cifras que van de los 30 mil habitantes en 1950 a más de 400 mil para los años 70. Alcanzó su máximo desarrollo en el año 2000, con una población de 858, 711 personas. Dicha tendencia decreció un poco en los años subsecuentes, pero con valores poco significativos. Para 2010, se tenía una cifra de 833, 779 habitantes.

La superficie ocupada por Naucalpan en la década de 1950 correspondía a 4.4 mil hectáreas, con una densidad bruta de 6.9 habitantes por hectárea. En 1960, la población se triplicó a 86 mil y, en la siguiente década, continuó su crecimiento acelerado a 382.2 mil personas y, posteriormente, hasta 730.2 mil en 1980. Durante estas décadas, la tasa anual de crecimiento aumentó de 10.7% a 15.5%, porcentaje superior al que presentaba la entidad. En los años 80, las tasas del municipio y de la entidad se equipararon en 6.5% y 6.8%, respectivamente. De esta forma, la participación de Naucalpan en la población total del Estado de México aumentó vertiginosamente (véase tabla 4.1) de 2.1% en 1950, a 10% en 1970, y a 9.7% en 1980 (Ramírez, 2012).

El acelerado crecimiento poblacional entre las décadas de los años 60 y 80 marcó un incremento acelerado de las densidades en el municipio en cuanto a vivienda, dado que llegó a 71.4 habitantes por hectárea en 1970 y a 122.8 en 1980. En el 2000, la densidad poblacional alcanzó a su nivel máximo con 131 habitantes por hectárea, cifra que disminuyó a 123.4 con el decremento poblacional de 2010 (véase tabla 4.2). En términos generales, se puede observar que estos números no son muy significativos, ya que el cálculo toma en cuenta la superficie total del territorio. Sin embargo, como se observa en la figura 4.7, las configuraciones varían al interior del área urbana. La zona sureste es la de mayor densidad poblacional, con 176 habitantes por hectárea. Por el contrario, en la zona periférica se presentan densidades de menos de 22 habitantes por hectárea (véase figura 4.7).

**Tabla 4.1***Población total y tasa de crecimiento medio anual en Estado de México y Naucalpan, 1970-2000.*

Año	Estado de México		Naucalpan		Participación en la entidad
	Total	TCMA	Total	TCMA	
1950	1,392,623	-	29,876	-	2.1%
1960	1,897,851	3.0%	85,828	10.7%	4.5%
1970	3,833,185	7.0%	382,184	15.5%	10.0%
1980	7,564,335	6.8%	730,170	6.5%	9.7%
1990	9,815,795	2.7%	786,551	0.8%	8.0%
2000	13,096,686	2.9%	858,711	0.9%	6.6%
2010	15,175,862	1.4%	833,779	-0.3%	6.5%

*Nota.* TCMA= Tasa de Crecimiento Media Anual, - = valor no reportado, %= porcentaje. Adaptación de Censos de población y vivienda de INEGI 1970, 1980,1990, 2000, 2010.

**Tabla 4.2.***Densidad bruta de Naucalpan, 1950-2010.*

Año	Población	Área urbana	Densidad
	Total	ha	hab/ha
1950	29,876	4,359.6	6.9
1960	85,828	4,889.0	17.6
1970	382,184	5,356.1	71.4
1980	730,170	5,947.7	122.8
1990	786,551	6,321.4	124.4
2000	858,711	6,555.0	131.0
2010	833,782	6,757.4	123.4

*Nota.* ha= hectárea, hab/ha= habitantes por hectárea. Adaptación de INEGI.

La configuración de la densidad poblacional de municipio se relaciona con factores concernientes a las características del uso de suelo urbano. Ello quiere decir que la población busca espacios cercanos a las zonas industriales y de servicios porque son áreas proveedoras de empleo y de infraestructura en cuestiones de salud, educación, vialidad, recreación, comercio, etcétera (véase figura 4.7). De forma específica, la densidad baja se localiza en colonias con características de alta calidad constructiva, como Ciudad Satélite, cuyo uso es exclusivamente habitacional y presenta una buena dotación de servicios. La densidad media corresponde a viviendas con una mediana dotación de servicios, de buena calidad constructiva e intercaladas con usos de suelo comercial y de servicios. En

ambos casos, el valor del suelo es alto y, por lo tanto, poco accesible a las personas de bajos recursos económicos.

**Figura 4.7. Densidad de población en Naucalpan.**

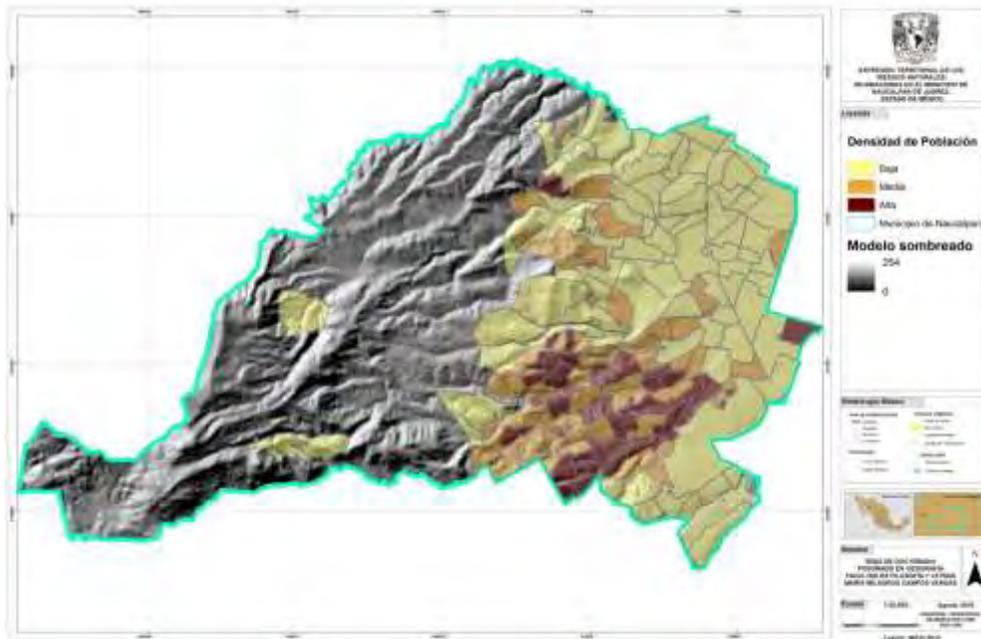


Figura 4.7. Mapa que muestra la distribución de la población de Naucalpan a partir de tres proporciones: alta, media y baja. Elaboración propia con datos de INEGI, 2010.

Así, la densidad alta poblacional se asocia a la idea de que son espacios de ocupación para la población de bajos recursos, ya que corresponde a zonas donde los niveles de calidad de vida y de vivienda descienden y por consiguiente los costos de suelo son de menor precio; en estos, se observa que el uso del suelo es predominantemente habitacional en estos espacios, bajo un modelo de ocupación de vivienda multifamiliar, y en algunos casos, con comercio integrado en el mismo predio. En él, la demanda de servicios y equipamiento es mayor a la media existente porque generalmente, se trata de comunidades de origen irregular en las que no se previeron espacios para equipamiento ni se instalaron la infraestructura y los servicios adecuados. Además, la dotación de área verde por habitante es escasa. Finalmente, existe el caso de la zona industrial, donde la



saneamiento y aprovechamiento forestal, agrícola y ganadero de montaña. También se ha procurado el diseño de infraestructura turística, la prohibición de construcciones que dificultan el buen funcionamiento y la restricción de asentamientos humanos.

El uso de suelo del parque ha sido para áreas deportivas, de recreación e instalaciones que propician el esparcimiento físico y mental de las comunidades y sus visitantes. A pesar de ello, la zona se ha visto afectada por la invasión para uso habitacional de tipo irregular.

#### **4.2.1. Características de desarrollo económico y consolidación urbana**

Otra característica que podría potenciar una situación de riesgo se refiere al desarrollo económico y a la expansión urbana de Naucalpan. Ambos factores están ligados directamente al proceso de industrialización que se ha presentado en el municipio durante los últimos 50 años. La tabla 4.3 muestra el rápido crecimiento de la industria en los años 60 y 80, con un incremento notable en el personal ocupado y en el número de establecimientos industriales. Posteriormente, en los 90 y la década del 2000 se presentó una reducción del número de empleados y para 2009, un decremento en unidades económicas y en cuanto al capital invertido. Esta situación obedece al proceso de desindustrialización que se manifiesta en el municipio y a la importancia que tienen los servicios.

Los sectores de mayor dinámica e importancia en el municipio son la industria manufacturera, seguida por el comercio al por menor y las actividades terciarias, principalmente, en el ámbito educativo y de servicios profesionales. Mientras que las actividades primarias son escasas, el sector secundario se ha consolidado como la base de la estructura económica del municipio, aunque en las últimas décadas ha cambiado su perfil: las grandes instalaciones industriales se han transformado por sedes comerciales u oficinas de menor tamaño. Esto delinea una nueva fisonomía y dinámica urbana que migra del aspecto industrial al comercial y de servicios.

**Tabla 4.3.**

*Características económicas por sector económico.*

	Sector económico	No. de establecimientos		Pob. Ocupada		Valor agregado censal Bruto		Personal/ establecimiento	Valor agregado /personal
		Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%		
11	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	*	-	19	0.01	372	0.00	-	19.6
21	Minería	*	-	88	0.05	5,814	0.02	-	66.1
22	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas	*	-	1,569	0.88	826,536	2.18	-	526.8
23	Construcción	98	0.40	7,274	4.06	2,019,011	5.33	74.2	277.6
31	Industrias manufactureras	2,051	8.47	52,752	29.42	18,789,193	49.58	25.7	356.2
43	Comercio al por mayor	877	3.62	13,156	7.34	3,650,712	9.63	15.0	277.5
46	Comercio al por menor	11,880	49.05	43,582	24.31	4,597,673	12.13	3.7	105.5
48	Transportes, correos y almacenamiento	50	0.21	1,462	0.82	188,612	0.50	29.2	129.0
51	Información en medios masivos	67	0.28	1,592	0.89	606,041	1.60	23.8	380.7
52	Servicios financieros y de seguros	63	0.26	601	0.34	44,894	0.12	9.5	74.7
53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	315	1.30	2,060	1.15	677,718	1.79	6.5	329.0
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	602	2.49	7,196	4.01	1,482,643	3.91	12.0	206.0
55	Corporativos	*	-	8	0.00	-12,266	-0.03	-	-
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	571	2.36	10,390	5.79	1,262,712	3.33	18.2	121.5
61	Servicios educativos	388	1.60	7,807	4.35	1,594,944	4.21	20.1	204.3
62	Servicios de salud y de asistencia social	976	4.03	4,792	2.67	297,451	0.78	4.9	62.1
71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	333	1.37	2,365	1.32	274,599	0.72	7.1	116.1
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	2,483	10.25	12,772	7.12	992,862	2.62	5.1	77.7
81	Otros servicios excepto actividades gubernamentales	3,468	14.32	9,825	5.48	597,620	1.58	2.8	60.8
	<b>Total</b>	<b>24,222</b>	<b>100.0</b>	<b>179,310</b>	<b>100.0</b>	<b>37,897,141</b>	<b>100.0</b>	<b>7.4</b>	<b>211.3</b>

Nota. No= número, %= porcentaje, Abs.= absoluto, Pob.= población, - = información no reportada. Elaboración propia con datos de CONAPO, 2009.

La consolidación urbana se relaciona con el proceso de expansión de la Ciudad de México. El polo industrial más importante de la región incrementó su población de 30 mil a 804 mil habitantes en menos de 40 años. En consecuencia, se desarrollaron iniciativas como el concepto habitacional de Ciudad Satélite, creado a finales de los años 50. En un inicio, el proyecto fue pensado para la clase trabajadora; sin embargo, este concepto presentó una fuerte demanda a finales de los años 70, lo que elevó los precios e impulsó la oferta y la construcción de otros fraccionamientos similares como Lomas Verdes, Vista

del Valle y Pedregal de Echegaray. En ellos se incluyeron áreas de servicios comerciales de alto nivel, como Plaza Satélite, Zona Esmeralda e Interlomas. Estas construcciones presentaban características propias de desarrollos residenciales de baja densidad y alta plusvalía; es decir, zonas de un alto costo en cuanto a la tenencia de la tierra y el precio de la vivienda. Ello obligó a la construcción de servicios adicionales, como centros comerciales, hospitales, escuelas y vialidades funcionales que permitieran su acceso y conexión con el centro de la Ciudad de México. Un ejemplo de tales alternativas fue la ampliación norte del Anillo Periférico, que coincidió con la carretera México-Querétaro, más tarde convertida en autopista.

Bajo las circunstancias descritas, inició un acelerado crecimiento en las zonas habitacionales de varios puntos del municipio y en la construcción de vialidades como el Boulevard Manuel Ávila Camacho y la carretera Naucalpan-Toluca. Dicha situación permitió la oportunidad de gozar de una oferta de tierra para vivienda formal o informal en los terrenos ejidales, lo que incentivó a habitantes de entidades vecinas, como la Ciudad de México, a migrar a este municipio como una opción para adquirir una propiedad a bajo costo, con cercanía al centro financiero y económico del país. De esta forma se afianzó contundentemente el proceso de urbanización del municipio (Plan de Desarrollo 2006-2009, 2006).

Actualmente, la dinámica de uso de suelo habitacional, industrial y de servicios que se presenta en Naucalpan consolida una zona urbana de más de 50% del área del municipio. Los usos de suelo van de lo rural, habitacional rural y urbano residencial, hasta los circuitos industriales. En total, hay 18 pueblos, 127 colonias, 84 fraccionamientos residenciales, seis fraccionamientos industriales y dos fraccionamientos campestres. Con base en ello, el municipio es designado como urbano-rural. La mayor parte de la superficie corresponde a un perfil no urbano, con 70.1 mil hectáreas (45.8%), mientras que la superficie urbana abarca 60.8 mil hectáreas (43.4%). Esta segunda se localiza al este del municipio y ocupa el 43.8%, junto con 10.8% de una superficie potencialmente urbanizable por sus condiciones topográficas y usos del suelo.

El área urbana descrita forma una franja irregular de norte a sur en la parte central del municipio. El resto lo integra el área no urbanizable, localizada en la parte oeste del municipio y constituida por tierras ejidales que permanecen ociosas e improductivas. La situación ha propiciado la ocupación y venta ilegal de terrenos dedicados a la vivienda informal (Plan de Desarrollo 2006-2009, 2006) (véase figura 4.9). De tal modo, la condición urbana del municipio se resume en un territorio que se compone por un uso de suelo caracterizado por una mezcla espacios industriales, de servicios y habitacionales de densidades poblacionales baja, media, y alta. Es importante mencionar que dentro de este último rubro se presentan zonas con características de precariedad como producto de una urbanización no regulada.

**Fig. 4.9. Clasificación urbana del municipio de Naucalpan.**

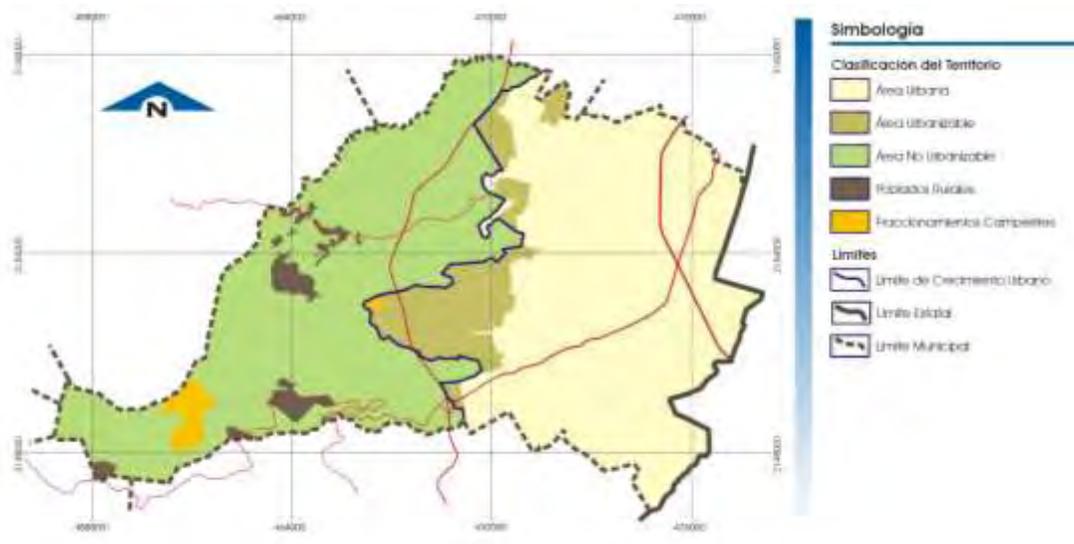


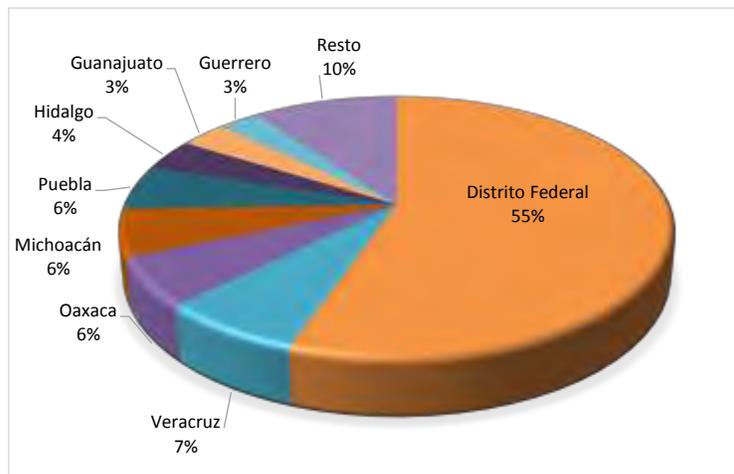
Figura 4.9. Mapa que muestra las áreas urbana, urbanizable y no urbanizable; lo poblados rurales y fraccionamientos campesinos de Naucalpan. Retomado del Plan de Desarrollo municipal 2006-2009.

#### **4.2.2. Características de migración**

Finalmente, un factor social clave más que se relaciona con la temática en Naucalpan son las características de migración. Se estima que una parte importante de la población del municipio ha inmigrado desde otras regiones del país (84.5%): más de la mitad son

originarios del Distrito Federal (55%) y, del porcentaje restante, la mayor parte proviene de Veracruz (7.2%), Oaxaca (6.1%), Michoacán (5.8%) y Puebla (5.5%). Un porcentaje mínimo es abarcado por habitantes originarios de otros países (1.3%) (Véase gráfica 4.1). Esto se explica por los flujos migratorios que iniciaron de forma vigorosa en los años 40, ligados al desarrollo industrial, inmobiliario y comercial del municipio, el cual significó condiciones de empleo y vivienda con cercanía al Distrito Federal. La situación se intensificó en los años 70 y 80. Asimismo, estos elementos permitieron un rápido poblamiento y, con ello, el nacimiento de problemas relacionados con el déficit de vivienda y servicios.

**Gráfica 4.1. Población migrante por lugar de origen en Naucalpan, 2010.**



Gráfica 4.1. Figura que muestra la distribución del origen de la población migrante de Naucalpan en 2010. Elaboración propia con datos de INEGI, Censos de Población y Vivienda, 2010.

Otro aspecto relevante en cuanto a la migración se relaciona con la gestión y construcción de Ciudad Satélite en los años 60, junto con fraccionamientos residenciales y populares. En ellos se edificaron viviendas destinadas a la clase media que buscaba mejorar su calidad de vida en relación con la que ofrecía la Ciudad de México. Así, profesionistas y obreros de clase media llegaron a habitar los nuevos fraccionamientos (Santana, 1995).

Desde 1990, los flujos migratorios han sido condicionados por un proceso de industrialización en disminución y por la apertura al crecimiento de actividades comerciales y de servicios que consolidan la estructura urbana actual del municipio. Esta reconversión encareció los precios de la vivienda, lo que generó la expulsión de familias de bajos recursos en busca de espacios de menor demanda y precio en la periferia del municipio u otros sitios próximos del Estado de México. En la actualidad, se estima que la población residente de Naucalpan proviene de las delegaciones vecinas de Azcapotzalco y Miguel Hidalgo, y de los municipios de Toluca, León, Atizapán, Lerma y Huixquilucan, los cuales representan casi el 31.5% de toda la población de la demarcación (Plan de Desarrollo 2006-2009, 2006).

Por sus características demográficas y económicas, el municipio se coloca como un territorio que mezcla espacios urbanos con una alta densidad de población y zonas rurales de crecimiento exponencial con deficiente de planeación urbana. Este contexto conduce a la transformación e impacto del entorno natural y repercute en la susceptibilidad de afectación por amenazas y riesgos de inundación. La situación se refleja en puntos localizados donde la intervención humana ha conducido a una transformación severa de los espacios en términos hidrográficos.

### **4.3. Condiciones de transformación e impacto por actividades humanas**

Los tipos de ocupación urbana y rural que se han presentado en el municipio de Naucalpan han ocasionado la modificación de las condiciones naturales del medio físico. El cambio de la cobertura vegetal por usos de suelo agrícola, habitacional, industrial y de servicios con fines de explotación máxima basada en una planeación deficiente ha llevado

a una tendencia positiva en cuanto a la magnificación de los procesos de erosión y escurrimiento del terreno. Dicha situación muestra un aumento en cuanto a la probabilidad de ocurrencia, severidad y magnitud de las inundaciones, situación que asigna el rasgo de amenaza potencial. Esto se suma a los niveles de vulnerabilidad económica, por lo que se designa a dicho espacio como un territorio de riesgo sacionatural.

Entre los factores principales de presión, transformación e impacto del medio físico del municipio se encuentran la dinámica demográfica y las actividades económicas. Por un lado, el acelerado crecimiento poblacional que se dio a partir de las décadas de los años 50, 60 y 70 produjo un marcado cambio en la ocupación del terreno. En un corto periodo de tiempo, la superficie ocupada pasó de 5% en 1950 a más de 70% para 1970. Esto condujo a que, de las 15,7000 hectáreas correspondientes al municipio, 6,434.60 fueran destinadas a asentamientos humanos repartidos entre uso de suelo habitacional, industrial y de servicios. Otra porción correspondió a actividades agrícolas (2295.80 hectáreas) y a zonas de pastizales inducidos (2627.17 hectáreas). En síntesis, 11,357.57 hectáreas del territorio fueron empleadas para fines distintos (véase figura 4.10).

En términos ambientales, el mayor impacto se dio a mediados de la década de 1950. El proceso de ocupación de uso de suelo urbano que en parte es resultado de la inercia de expansión de la Ciudad de México y el crecimiento de la actividad industrial en la región, se debió a que la ocupación sobre estructuras de tenencia de tierra de pueblos y ejidos, concedidos con motivos agrarios –en los que se impide la división del suelo con fines urbanos–, así como sobre grandes extensiones de propiedad privada, generó una situación que, desde la perspectiva de la planeación urbana, no se mostraba como una opción viable para el desarrollo. Ello en vista de que no había las condiciones adecuadas para el desarrollo urbano, desde el origen catastral de los terrenos hasta la dotación de servicios públicos, pero la problemática planteada no se tomó en cuenta. La premisa que rigió el impulso de crecimiento tanto para vivienda como para las diferentes actividades económicas en Naucalpan fue la enorme oferta de tierra con características aparentemente



La realidad descrita se agrava en el caso de los asentamientos populares e irregulares, debido a que sus construcciones se ubican en terrenos de difícil acceso como las laderas escarpadas de barrancas o los márgenes de ríos, ambos sin ningún sistema de construcción. En consecuencia, la introducción de infraestructura para proporcionar servicios urbanos se complica por las condiciones topográficas que impiden el acceso e incrementan los costos para su instalación. Ello deriva en un marcado impacto del terreno que va de la modificación y alteración morfológica hasta la deposición directa de residuos en los cauces y caudales de las barrancas, contaminando con ello recursos como el suelo y el agua.

El establecimiento del polo industrial de mayor importancia para la región provocó el desarrollo de la red carretera de gran capacidad constituida por el Anillo Periférico de la Ciudad de México, que coincidió con la carretera México-Querétaro –ahora conocida como Boulevard Manuel Ávila Camacho–, la carretera Naucalpan-Toluca, y la proliferación difusa de zonas habitacionales en varios puntos del municipio tanto formales como informales. Estos últimos se encuentran conformados por habitantes provenientes principalmente del Distrito Federal y municipios colindantes de los estados de México, Tlaxcala, Querétaro e Hidalgo que migraron en busca de trabajo y un patrimonio para vivir.

El proceso de poblamiento se dio sobre una trama urbana ya incipiente y limitada, con una infraestructura originalmente instalada para una población menor a la existente. En tal sentido, no hubo control ni se instalaron los servicios suficientes para satisfacer las demandas en el corto y largo plazos. El único ámbito previsto durante los años 70 fue en materia vial, con la construcción de la avenida Lomas Verdes y su conexión al Boulevard Ávila Camacho. Posteriormente, en los años 90, se diseñó la autopista La Venta-Lechería (Plan de Desarrollo Urbano 2006-2009, 2009). La situación agravó la fragmentación del terreno para instalar viviendas de forma masiva en la región.

Otro factor de relevancia en términos de la transformación e impacto del medio físico-natural fue la ocupación por parte de familias de escasos recursos como clase obrera que

buscaba trabajo en la zona industrial y de servicios pero que no podía pagar los terrenos urbanizados o áreas residenciales como Ciudad Satélite. Así, se asentaron en terrenos de menor plusvalía, sin servicios y con viviendas de materiales perecederos localizados en laderas de valle, cauces de ríos de laderas medias y zonas de montaña al sur y oeste del municipio. Por su origen catastral como ejidos, estos terrenos eran de bajo costo y constituyeron una oportunidad de acceso y obtención de vivienda, lo que dio paso a un sector popular muy marcado. En este contexto, la mayoría de los asentamientos fueron dominados por la invasión y la apropiación ilegal de espacios para convertirlos en asentamientos irregulares, los cuales no eran concordantes con el uso de suelo establecido por las autoridades municipales.

Aunado a los procesos de modificación y contaminación de agua y suelo dentro del municipio, se presentó otro factor de transformación e impacto relacionado con la invasión y la urbanización de zonas con vocación forestal. Como se observa en la tabla 4.4, el cambio de uso de suelo ha incidido aproximadamente en 70% de la superficie del municipio, como consecuencia de los asentamientos humanos, agrícolas y pecuarios. Éstos han sustituido a la vegetación endémica de coníferas, encino, pino y oyamel. Debido al alto valor comercial de estas especies vegetales, el producto de la tala también es aprovechado por aserraderos locales quienes lo destinan para la venta de madera, fabricación de pulpa para papel y resinas para la producción de breas. También se han aprovechado los recursos para la construcción de infraestructura rural y urbana. El contexto descrito promueve la sobreexplotación de los bosques y un agresivo deterioro del medio ambiente.

**Tabla 4.4.**

*Cambio de uso de suelo del municipio de Naucalpan.*

Total de hectáreas	Asentamientos humanos	Área agrícola	Pastizal inducido	Superficie transformada
157,000	6434.60599	2295.85933	2627.17238	11973.28697

*Nota.* Elaboración propia, 2016.

Los procesos urbanos fueron motores de una ocupación urbana que articula al municipio mediante una estructura mixta con diversos usos de suelo. Esta posición demanda servicios públicos de agua potable, energía eléctrica, drenaje, vías de comunicación, establecimientos comerciales, etcétera. En la mayoría de los casos, las necesidades han sido cubiertas de forma inadecuada. La situación conduce a que la población, al no contar con servicios básicos, realiza la deposición de sus desechos en las zonas de barrancas, invade predios para vivienda y destruye amplias zonas de vegetación con fines de autoconsumo y venta ilegal de madera.

De forma específica, el vínculo de los procesos de inundación con las acciones de perturbación e impacto dentro del municipio se liga directamente con los actos de modificación de los ecosistemas naturales. Esto altera el ciclo natural de los procesos hidrológicos que, en algunos casos, se transforman en una situación de amenaza, como consecuencia de la modificación morfológica del terreno, del cambio del curso natural de la escorrentía superficial, de la pérdida de la vegetación –que disminuye la permeabilidad y absorción del agua superficial–, y de la invasión por asentamientos humanos sobre terrenos como planicies y márgenes de ríos. Así, cada una de las acciones en el terreno funge como un factor que aumenta los procesos de inundación y erosivos, así como el arrastre de sedimento que –sumado a la carga de desechos sólidos– potencializa el desborde de los cauces en temporada de lluvias y afecta a la zona este del municipio, área que coincide con la mayor densidad de población y de servicios.

Algunos casos relacionados con la afectación del medio ambiente debido a la intervención antrópica en Naucalpan se presentan en la porción oriente de la zona, dentro y fuera del parque Otomí Mexica y del Parque Nacional de los Remedios. En ambos espacios se observan acciones de deforestación, evidenciadas por los relictos de bosque combinados con pastizales y porciones sin vegetación. En la imagen 4.1 se observa la falta de cobertura vegetal en lomeríos conformados principalmente por flujos de ceniza de compactación moderada. Las condiciones del terreno lo hacen susceptible a la erosión

laminar concentrada y a la erosión eólica, lo que ocasiona el arrastre de sedimentos depositados hacia las partes bajas de los valles.

**Imagen 4.1. Parque Otomí Mexica Zempoala La Bufa.**



*Imagen 4.1.* Se observa la falta de vegetación, así como secciones en las que se encuentran expuestas porciones de material parental.

En cuanto al componente hidrográfico y los procesos de inundación, la zona presenta una fuerte dinámica fluvial debido a su patrón y tipo de drenaje, el cual está conformado por corrientes tributarias hasta de tercer orden, generadas en las cabeceras de los valles. Por sus valles sumamente desarrollados, el terreno ha sido caracterizado como *erosivo fluvial*. Su control morfológico es de sierras con altitudes mayores a los 3,000 msnm y laderas que presentan pendientes que sobrepasan los 45 grados hacia las sierras y son menores a los tres grados en el área de planicies. De esta manera, se conforman desniveles que, en algunos casos, sobrepasan los 300 metros de distancia. Ello provoca que los ríos que drenan la ciudad de este a oeste confluyan con fuerza en áreas de menor pendiente, lo que provoca procesos naturales de inundación en la zona del valle aluvial, ubicado hacia el sector noreste del municipio (véase figura 4.11).

**Figura 4.11. Red hidrográfica y mapa de altitud de Naucalpan.**



Figura 4.11. Mapa que muestra la distribución de la red hidrográfica de Naucalpan, así como la altitud. Elaboración propia, 2016.

El escurrimiento superficial descrito ha impreso en el terreno una densidad de disección que supera los 2.5 km/km<sup>2</sup>, principalmente al noreste y sureste del terreno (véase figura 4.12). Ello muestra, en términos espaciales, la fuerte capacidad y dinámica de la componente fluvial dentro del municipio. En la figura 4.12 se observa que los valores más altos de densidad de drenaje ocupan aproximadamente 80% del territorio. Ello podría sugerir que tanto la configuración de la red como la densidad de drenaje son aspectos relevantes para la planeación o instalación de cualquier tipo de desarrollo urbano, así como para los planes de prevención de riesgos. El objetivo del proceso ha sido no propiciar el aumento de la capacidad del fenómeno y evitar convertirlo en una situación de amenaza; sin embargo, la ocupación del municipio tomó un curso mayormente arbitrario a partir de la invasión de las laderas, lo que llevó a la modificación de las condiciones morfológicas y de la red hidrográfica superficial (véase figura 4.13).

**Figura 4.12. Densidad de drenaje de Naucalpan.**

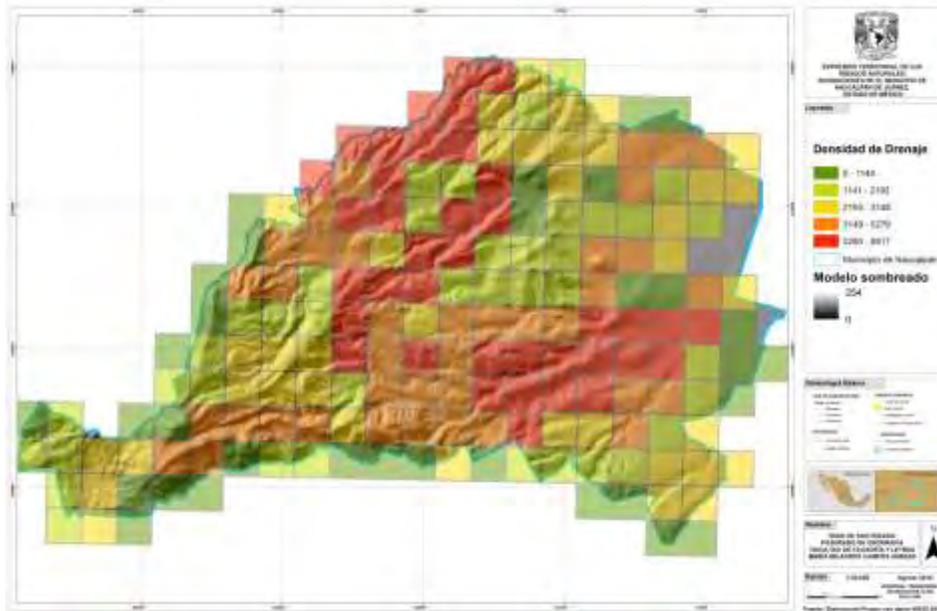


Figura 4.12. Mapa que ilustra la densidad de drenaje de Naucalpan, a partir de cinco intervalos: 0- 1140, 1141- 2192, 2193- 3148, 3149- 5279, 5280- 9817. Elaboración propia, 2016.

El proceso mencionado condujo a la sustitución de los cauces de los ríos por una traza anárquica de calles y andadores, así como a la impermeabilización del terreno por la pavimentación por asfalto y la construcción de edificaciones para actividades comerciales, de servicios y vivienda. A partir de esto, la escorrentía superficial puede aumentar su velocidad de desplazamiento porque las capas de asfalto funcionan como impermeabilizantes. De esta manera, la velocidad del flujo de agua se acelera y disminuye la capacidad de infiltración de las aguas de lluvia.

Por otro lado, la sustitución de la vegetación natural –y en algunos casos su eliminación– provocó el incremento en el volumen de erosión y transporte de sedimentos que potencializan el desagüe y depósito del caudal en la zona de planicie. Ambos factores fueron determinantes en la ocurrencia de inundaciones y anegamientos de mayor frecuencia o magnitud, lo que implica la transición de un proceso activo natural a una situación de amenaza que afecta de forma directa el área de mayor ocupación urbana al este del municipio.



### Imagen 4.2. Cauce de los ríos Totolinga y de Los Remedios.

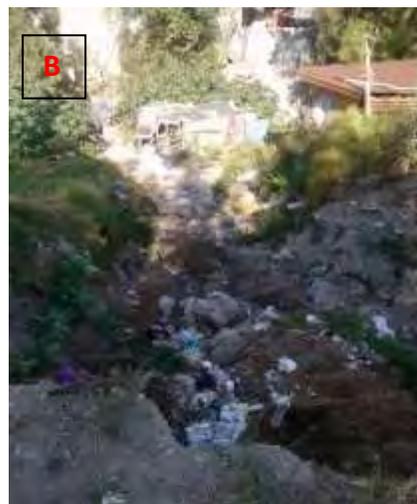


Imagen 4.2. A) Colonia San Lorenzo, cauce del río Totolinga en el que el flujo de agua se caracteriza como perenne. En la imagen se observa evidencia de una fuerte carga de contaminación compuesta por desechos orgánicos e inorgánicos. B) Cauces intermitentes afluentes del río de Los Remedios hacia el suroeste del municipio.

La imagen 4.2 muestra un asentamiento de vivienda irregular localizado al este de la vialidad Antonio García, ocupado por desechos de casa habitación, de construcción y material producido por la erosión laminar. Dichos materiales tienen una dirección de desplazamiento valle abajo, hacia las colonias que han presentado algún evento de inundación como Izcalli del Bosque, Alcanfores, Santa Cruz Acatlán, Terrazas de Satélite, La Florida y Bosques de Echegaray. Es importante mencionar que la condición del cauce es similar a lo largo de toda su trayectoria.

En los bordes superiores de las barrancas también se ha visto la modificación del terreno por la invasión derivada de asentamientos humanos que inician como irregulares y se consolidan de forma paulatina (véase imagen 4.3). Las características que presentan son, en su mayoría, de zonas precarias en términos de tipo y material de construcción. Además, carecen de servicios básicos, como recolección de basura y drenaje. En consecuencia, las descargas de aguas residuales y desechos sólidos se realizan de forma arbitraria, lo que provoca confinamiento que se instala en los límites inferiores de los cauces. Algunos casos específicos de esta situación se muestran en las barrancas Arroyo

Santa Cruz y El Huizachal, en la zona de laderas de los ríos Hondo y el Sordo. Dichos asentamientos humanos se han consolidado e incrementado debido a la falta de control y vigilancia. El argumento de quienes han originado el poblamiento de estos espacios es que se trata de propiedades privadas que no fueron expropiadas y que tienen la expectativa de ser incorporadas como asentamientos regulares, o bien para tener acceso a servicios e infraestructura deportiva y de recreación, así como a instalaciones que propicien el esparcimiento físico y mental de las comunidades y sus visitantes (Plan de Desarrollo Municipal 2006-2009, 2006: 21).

**Imagen 4.3. Asentamientos humanos en cimas y barrancas.**



Imagen 4.3. A) y B). Ejemplos de asentamientos humanos sobre morfologías de cimas y barrancas que sobrecargan las laderas con construcciones, incrementan su energía erosiva, aumentan el flujo de escorrentía por la pavimentación con planchas de concreto de calles con pendientes mayores a 30 grados y provocan contaminación por deposición y desecho directo tanto de sólidos orgánicos e inorgánicos, como de aguas residuales.

Otro punto de conflicto son los ejidos Chiluca, San Mateo Nopala, Santiago Tepatlaxco, Santiago Occipaco, Los Remedios y San Francisco Chimalpa, los cuales integran extensiones importantes de tierras asignadas para uso agropecuario. Lamentablemente, se encuentran sin aprovechamiento y en desuso, expuestos a un proceso de ocupación lento pero continuo por asentamientos irregulares para vivienda (véase imagen 4.4).

#### Imagen 4.4. Ejido el San Francisco Chimalpa.



*Imagen 4.4.* Vivienda de autoconstrucción con materiales perecederos se encuentran emplazadas sobre laderas escarpadas con formas de terrazas, constituidas por material de caída con poca consolidación y pendientes mayores a 15°C. Su condición ambiental a mediano y largo plazo es de degradación severa. La construcción de viviendas impacta de forma directa sobre la vegetación y el suelo que será fuertemente erosionado, lo que produce cargas de material extra de acarreo por escorrentía superficial, azolvando la red de drenaje. Esto aumenta el material en el flujo de agua con efectos de represa o taponamiento que al desbordar podrían generar inundaciones y encharcamientos valle abajo.

Finalmente, entre los ejemplos de mayor impacto sobre los procesos de construcción de amenaza por inundación se menciona al emplazamiento y desarrollo de asentamientos humanos sobre y alrededor del *talweg* de los ríos. Por un lado, esta situación genera un impacto ecológico directo sobre los cuerpos de agua, debido a que las descargas de desagüe de las viviendas se hacen, en la mayoría de los casos, de forma directa, así como por la deposición de basura. Por otro, la ubicación tan cercana a los cursos de agua coloca a los habitantes en una situación de amenaza latente, ya que en temporada de lluvias estas zonas son las más propensas a presentar inundaciones (imágenes 4.5 y 4.6).

En la zona urbana existen varios ejemplos de la situación descrita, principalmente, en los ejidos y/o áreas rurales del municipio. En la primera zona se presentan casos donde

la pendiente es menor a tres grados, lo que significa que en todas las áreas adyacentes a los ríos principales como el Hondo, Remedios y Totolinga (figura 4.14) se pueden presentar procesos de sedimentación, aumento de la carga en el flujo de agua y azolvando de los canales. Todos estos factores aumentan considerablemente el nivel de agua y, por lo tanto, la propensión a verse afectados por inundaciones.

**Figura 4.14. Ubicación de zona urbana con riesgo de inundación.**



Figura 4.14. Ubicación de la zona urbana propensa a inundación localizada en zona de influencia de meandro y confluencia del Río Hondo y verde en la colonia El Conde, al sureste del municipio. Elaboración propia con información cartográfica de INEGI e imágenes de Google Earth.

Otro factor que potencia los procesos hídricos es la modificación de la red de drenaje en cuanto a la geometría del *talweg* y los cursos de agua natural. Actividades relacionadas con la ubicación de asentamientos humanos en la zona de los lechos de corrientes intermitentes, en terrazas aluviales o en antiguos ríos secos provocan la obstrucción y/o cambio de curso del drenaje, lo que altera la permeabilidad y, por ende, la escorrentía. Ello se traduce en una intensificación del desborde y la inundación tanto en el sector como aguas abajo. La evidencia de este tipo de ocupación se observa claramente al extremo noreste, en la localidad de El Tejocote, asentamiento ubicado en la barranca del río San Mateo, que en época de lluvias conduce agua hacia la presa El Colorado (véase figura 4.15).

#### **Imagen 4.5. Confluencia de los ríos Hondo y Verde y casa en la colonia la Cañada.**



*Imagen 4.5. A) Confluencia de los ríos Hondo y Verde. En la imagen se observa la carga de sedimentos y desechos sólidos en el cauce. La humedad de las paredes evidencia la fluctuación del nivel del agua que en temporada de lluvias tiende a aumentar. También demuestra la poca distancia existente entre la estructura urbana y el cauce. B) Casa habitación en la colonia la Cañada, que se percibe como muro de canalización del curso del río Hondo. En esta imagen se observa un grado de erosión en la base de la vivienda, así como la descarga de agua y de depósito de basura que agravan la situación cuando funciona como una represa en la infraestructura urbana como son los puentes y el sistema de drenaje pluvial y de aguas servidas.*

Las edificaciones de la zona son espacios de tipo informal en los que la ocupación se dio por la invasión del predio con viviendas precarias de autoconstrucción, se observa que se trata de construcciones que muestran mala calidad tanto en el diseño como en su material (imágenes 4.6, 4.7 y 4.8). Como se observa en la fotografía anterior, el asentamiento de vivienda invade el cauce y forma un taponamiento tipo represa que, al no soportar la carga de agua acumulada, corre el riesgo de romperse e inundar colonias aledañas. Un ejemplo de deposición de desechos sólidos de arrastre de aguas se muestra en la figura 4.16. En ella se observa una de las zonas del valle aluvial en la confluencia de los ríos Totolinga y Hondo presenta una mezcla de materia orgánica y desechos de viviendas que provocan efectos adversos en las colonias El Conde, Naucalpan y San Luis Tltilco.

**Imagen 4.6. Invasión de predio.**



*Imagen 4.6.* Ejemplo de invasión de predio para instalación de viviendas con muy mala calidad en cuanto al material de construcción y una evidente carencia de servicios urbanos. Estas viviendas se localizan en las márgenes del río Hondo y representan zonas con alta susceptibilidad a un proceso de inundación, así como puntos de deposición de desechos sólidos y líquidos. También se observa en el fondo de la foto una hilera de costales de arena puesta como medida de contención ante el desborde de agua, hecho que reafirma su ocurrencia.

**Figura 4.15. Área de impacto en la geometría del afluente del río San Mateo.**



*Figura 4.15.* Imágenes que muestran la ubicación de área de impacto en la geometría del afluente del río San Mateo por asentamientos humanos. Elaboración propia con información cartográfica de INEGI e imágenes de Google Earth.

#### Imagen 4.7. Desperfectos en río San Mateo.



Imagen 4.7. La fotografía muestra la invasión de terrazas y el lecho de inundación del río San Mateo. El tipo de construcción es débil, con muros sin reforzamientos de castillos de varilla, techos de lámina y cercas de madera con alambre. No existen servicios de agua ni drenaje. Una característica singular es que los costales empleados para detener una crecida de agua también fungen como material de relleno y base para continuar la instalación de áreas que funcionan para el almacenamiento de material de construcción o para depositar residuos domésticos.

#### Imagen 4.8. Invasión del *talweg*.

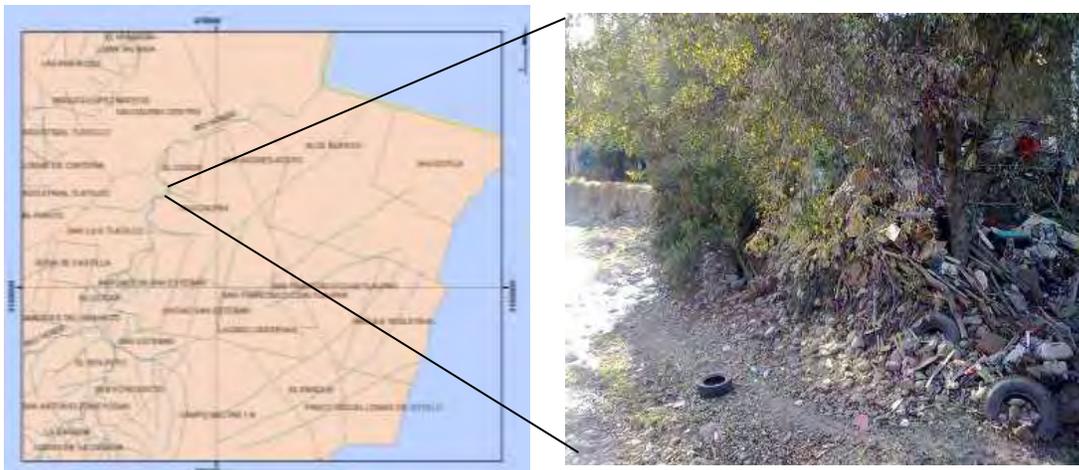


Imagen 4.8. En una toma de mayor amplitud, se observa cómo el *talweg* del río invadido es relleno con material de desecho de construcción. Así, forma una represa y modifica el curso natural del flujo de agua, situación que, en caso de precipitaciones extraordinarias, puede aumentar el gasto y convertirlo en un fuerte torrente de agua, con un poder de arrastre capaz de movilizar una parte o la totalidad de las viviendas instaladas. Dicha problemática suma material al torrente, lo que aumentaría la carga del flujo e incidiría en el poder erosivo y el desbordamiento del agua en el canal principal. Estas acciones también afectarían con la deposición de gran cantidad de residuos en zonas más bajas.

Derivado de las primeras observaciones del análisis documental y de campo, se hace evidente la intervención humana sobre los espacios naturales en el municipio de

Naucalpan y el impacto al medio ambiente que ésta implica. En el presente estudio se analizan dichas afectaciones en relación con la dinámica y configuración hidrográfica de la zona, consecuencia del desarrollo de áreas potenciales de amenaza por inundación. A partir de la información obtenida en fuentes hemerográficas y documentos proporcionados por las autoridades de la Dirección General de Protección Civil, se reconoce que los procesos de inundación presentan una distribución espacial al este del área sobre las planicies de valle y en áreas aledañas a los cauces de ríos y escurrimientos (figura 4.17 y tabla 4.5). Se podría sugerir que las inundaciones siguen un esquema de ocurrencia natural en las zonas de valle; sin embargo, se observa cierta desigualdad en cuanto al tipo y número de eventos dentro de dicho espacio. Asimismo, se resalta la territorialidad de la amenaza, lo que podría indicar otros aspectos que involucran factores particulares para su ocurrencia.

**Figura 4.16. Área de impacto por deposición de material de ríos Tololinga y Hondo.**



*Figura 4.16. Ubicación de área de impacto en zona de valle por deposición de material de ríos Tololinga y Hondo. Elaboración propia con información cartográfica de INEGI e imágenes de Google Earth.*

**Figura 4.17. Colonias afectadas por inundaciones en Naucalpan.**

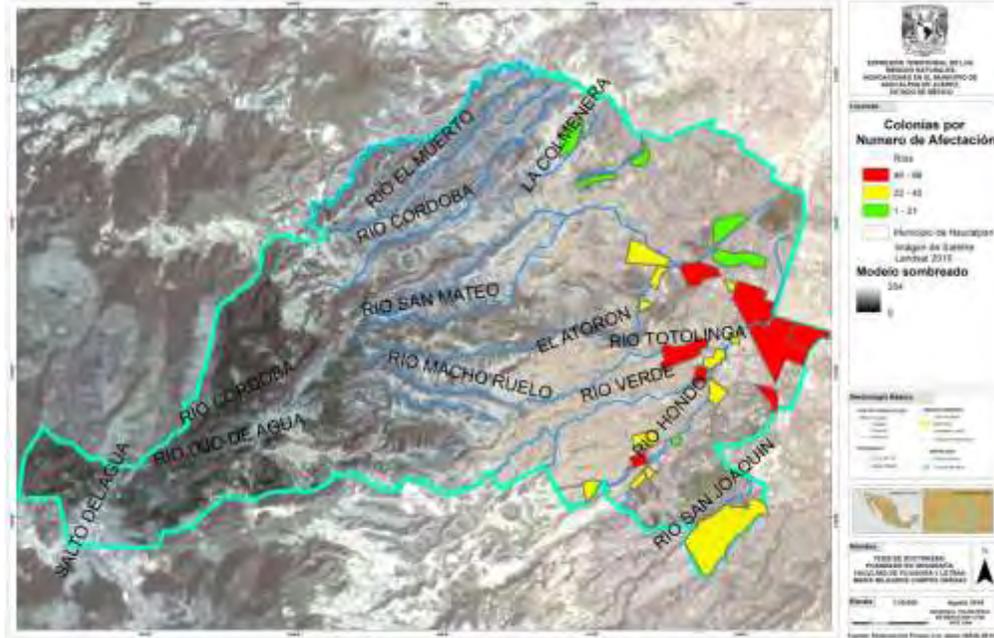


Figura 4.17. Mapa que muestra la localización de colonias afectadas por inundación en el municipio de Naucalpan, así como los ríos más próximos. Elaboración propia, 2016, con datos de Protección Civil y fuentes hemerográficas.

Hacia la porción noreste se observa un sector de colonias –comprendido por Ciudad Satélite, Lomas Verdes, Jardines de Satélite, Terrazas de Satélite, La Florida y Bosques de Echegaray– que ha reportado menos de 20 eventos de encharcamiento de la vialidad. Las características físicas de dicha zona corresponden a terrenos planos, con pendientes de cero a cinco grados y compuestas por depósitos aluviales y de lahar. Los materiales presentes en la región poseen alta susceptibilidad a la erosión, por lo que han favorecido valores de densidad de drenaje que van de 330 km<sup>2</sup> a más de 4,451 km<sup>2</sup>.

Por su parte, el componente urbano comprende colonias de uso de suelo residencial con una ocupación de baja densidad. Se fundamenta en proyectos planeados con un enfoque arquitectónico, lo que consolida un desarrollo urbanístico integral fuera de la capital, pero con autonomía económica y conexión a autopistas y vialidades de primer orden. Dichos espacios corresponden a conceptos habitacionales que incluyen la mayoría de servicios básicos y de consumo para que los habitantes no tengan que desplazarse a la

ciudad por cuestiones más allá de lo laboral. La población que reside en estas colonias corresponde con un nivel socioeconómico de clases media, alta y muy alta, que buscan zonas cómodas y tranquilas con amplios espacios.

Hacia la porción centro-este se ubican las colonias Ahuizotla, Alcanfores, Alce Blanco, Bosques de los Remedios, El Conde, El Parque, Izcalli del Bosque, Jardines de San Mateo, Jardines del Molinito, Parque Industrial, Naucalpan, San Andrés Atoto, Santa Cruz Acatlán y Santa María Nativitas. Todas ellas han reportado entre 21 y 142 eventos de inundación urbana. Las condiciones físicas de dicha zona son similares a las de la zona de baja frecuencia de inundación. Sin embargo, existe una marcada diferencia en cuanto a la estructura de uso de suelo, el cual es de tipo urbano mixto.

En la zona centro se observa que la infraestructura industrial ha declinado, lo que ha dado pie a un proceso de cambio en cuanto al uso de suelo y, con ello, a la transformación de las instalaciones. Los inmuebles que fueron diseñados originalmente con fines de manufactura, ahora son adaptados y utilizados para uso comercial y de servicios. También se mezclan zonas habitacionales con densidad de población baja en los predios de uso de suelo industrial, comercial y de servicios, y de media a alta en áreas habitacionales formales e informales. En su mayoría, estas últimas son espacios de tipo plurifamiliar de interés social donde vive un estrato de población de clase media baja. Dicho sector del municipio surge por la ocupación de los primeros asentamientos humanos que derivaron de los procesos productivos de la industrialización, la cual generó una concentración de la clase trabajadora u obrera alrededor de ellos. Los nuevos habitantes se instalaron en condiciones de pobreza y se enfrentaron a un abasto escaso de los servicios urbanos, como agua, drenaje y alumbrado público.

Por último, en el sureste del municipio se encuentran colonias como La Mora, Santa Lilia, El Molinito, Benito Juárez y Mártires de Río Blanco donde se observa una alta frecuencia de eventos de inundación urbana. En contraste, se percibe un rango medio de ocurrencia en las colonias de La Mancha y Progreso, mientras que las colonias Lomas de Tecamachalco y Estado de México reportan una baja frecuencia del fenómeno. En esta

zona, las condiciones físicas varían con base en el factor topográfico. Se encuentran zonas planas al este y laderas con pendientes de diez a 20 grados hacia el oeste. La densidad de disección también ha presentado cambios: los valores han aumentado y quedaron en un rango de 4,452 a 6,497 kilómetros cuadrados.

Las características planteadas indican que el sureste es una zona de mayor dinámica fluvial que las anteriores. Sus cualidades coinciden con usos de suelo de tipo habitacional de alta densidad, principalmente, donde se presentan altos niveles de marginación originados por asentamientos humanos informales de invasión de predios ejidales. Las características topográficas, aunadas a la tenencia de la tierra, le asignaron un bajo costo al terreno. Entonces, habitantes de bajos recursos encontraron aquí una oportunidad para adquirir viviendas accesibles, cercanas a los espacios de trabajo ofertados en las áreas industriales y de servicios.

Debido a su tipo de ocupación, el sureste de Naucalpan es un espacio no planeado y no autorizado por parte de las autoridades municipales. Sus condiciones en materia de servicios fueron, en un principio, precarias. La situación ha cambiado paulatinamente; sin embargo, la satisfacción de necesidades aún es ineficiente. Es importante mencionar que la precariedad se presenta en la mayoría de las colonias, excepto por el desarrollo habitacional residencial de Lomas de Tecamachalco.

Como se puede observar, el mayor nivel de ocurrencia de desastres coincide con los cauces de los ríos Totolinga, Verde, Hondo y Los Remedios. Según la evidencia recabada en campo (véase tabla 4.5), dichos cuerpos de agua presentan la mayor intervención y modificación humana, con características de crecimiento exponencial, cambios de uso de suelo de alta dinámica y falta de planeación. En sus márgenes también se presenta la ocupación con fines industriales y edificaciones diversas, donde existe una canalización inadecuada e insuficiente de los flujos de agua pluvial y residual. La incorporación de aguas residuales a los cauces ocurre más arriba, así como la deposición de desechos sólidos, el desarrollo de densas urbanizaciones, la deforestación y/o la sustitución de

cobertura vegetal natural. En síntesis, se puede sugerir que los eventos de inundación son potenciados por la acción humana.

En conclusión, aunque los procesos de inundación en el municipio de Naucalpan se dan como un efecto natural de las condiciones físico-geográficas, su impacto y recurrencia muestran una estrecha relación con el tipo de urbanización, la cual es, en su mayoría, desordenada. La situación evidencia las fallas organizativas y de capacidad por parte de las autoridades del municipio, principalmente en cuanto a sus funciones relacionadas con la regulación de la ocupación y uso del suelo, así como por los asentamientos urbanos (Toscana, 2010). Así, se ha impactado al medio físico, lo que generó la transformación del proceso natural en una situación de amenaza agudizada en áreas que presentan mayores densidades de población con estratos económicos débiles y en condiciones de precariedad y desigualdad social.

De tal suerte, el territorio municipal se conforma por lo que se conoce como *espacios emergentes de riesgo socionatural de inundación*, los cuales se vinculan a una ocupación de suelo de invasión e irregular en la que las políticas o los programas de planeación fueron inexistentes hasta que se inició el proceso de urbanización. Como resultado, sus funciones en cuanto a servicios son ineficientes, lo que provoca la degradación y modificación de los cauces, aumentando el rango de recurrencia de las inundaciones en espacios específicos como las colonias aledañas a los ríos Hondo, Verde y Totolinga. En contraparte, los ríos El Atorón, El Muerto o Córdoba aún no presentan efectos de este tipo. Con el fin de evitar daños en un futuro, los sucesos mencionados deberían considerarse como un antecedente en términos de planeación urbana.

**Tabla 4.5.**

*Colonias con afectación por encharcamiento y/o inundación, el río colindante y la evidencia en campo.*

Localización por colonia	Nivel de ocurrencia	Río	Evidencia en campo
Ahuizotla	Alto	Hondo	Foto de Confluencia ríos Verde y Hondo y Totolinga
Alcanfores	Alto	Los Remedios	-

Benito Juárez	Alto	Hondo	Barrancas Arroyo Santa Cruz y El Huizachal, en la zona de laderas de los ríos Hondo y el Sordo
Bosques de Echegaray	Bajo	Entre Los Remedios y Hondo	-
Bosque de los Remedios	Alto	Entre Totolinga y Los Remedios	-
Ciudad Satélite	Bajo	Los Remedios y San Mateo	Foto río San Mateo
El Conde	Medio	Hondo	Foto Colonia del Conde Confluencia ríos Hondo y Totolinga
El Molinito	Medio	Entre Rio Verde y Hondo	Foto de la colonia La Cañada
El Parque	Alto	Hondo	-
Estado de México	Bajo	Hondo	-
Industrial Alce Blanco	Alto	Hondo	Foto Colonia del Conde Confluencia ríos Hondo y Totolinga
Industrial Naucalpan	Alto	Hondo y Totolinga	Foto de la colonia La Cañada, Confluencia ríos Verde y Hondo y Totolinga
Izcalli del Bosque	Medio	Entre Los Remedios y Totolinga	-
Jardines de San Mateo	Medio	Entre San Mateo y Los Remedios	-
Jardines de Satélite	Bajo	Entre La Colmenera y San Mateo	Foto río San Mateo
La Florida	Bajo	Los remedios	-
La Mancha	Medio	Afluentes del río Hondo	Foto de las Barrancas Arroyo Santa Cruz y El Huizachal, en la zona de laderas de los ríos Hondo y el Sordo
La Mora	Alto	Verde	-
Lomas de Tecamachalco	Bajo	Cauces y ríos intermitentes	-
Lomas Verdes 1ra. Sección	Bajo	Entre La Colmenera y San Mateo	Foto Río San Mateo
Lomas Verdes La Concordia	Bajo	Entre La colmenera y San Mateo	Foto Río San Mateo
Mártires de Río Blanco	Alto	Hondo	Barrancas Arroyo Santa Cruz y El Huizachal, en la zona de laderas de los ríos Hondo y el Sordo
Progreso	Medio	Hondo	Barrancas Arroyo, Santa Cruz y El Huizachal, en la zona de laderas de los ríos Hondo y el Sordo
Santa Cruz Acatlán	Alto	Entre Los Remedios y Totolinga	-
Santa María Nativitas	Alto	Entre Los Remedios y Totolinga	Foto de la Colonia el Conde Confluencia ríos Hondo y Totolinga
Santa Lilia	Alto	Entre río Verde y Totolinga	Foto del río Totolinga. Colindancia con la Colonia San Lorenzo 1 y 2.
San Andrés Atoto	Medio	Totolinga	Foto de la colonia El Conde. Confluencia de los ríos Hondo y Totolinga.
Terrazas de Satélite	Bajo	Los remedios	-

Nota. - = valor no reportado, 1ra= primera. Elaboración propia, 2016.

# **CAPÍTULO V**

## **EXPRESIÓN TERRITORIAL DEL RIESGO**

### **SOCIONATURAL DE INUNDACIÓN: CONDICIONES FÍSICAS Y DIMENSIONES SOCIOECONÓMICAS**

En el presente apartado se expone la instrumentación del modelo del Índice de Riesgo Global, propuesto por el enfoque de la Comunidad del Riesgo como una alternativa de análisis. Su objetivo es detectar, delinear y catalogar áreas homogéneas en función de sus niveles específicos de riesgo socionatural de inundación, y a partir de esto reconocer y dar lectura a su expresión territorial dentro del municipio de Naucalpan de Juárez, Estado de México, para tratar de entender su génesis y funcionamiento. El estudio involucra cuatro indicadores que son considerados factores generadores y que están implícitos en la dimensiones de la amenaza construida: la vulnerabilidad socioeconómica, los elementos expuestos y la capacidad o incapacidad institucional de las autoridades municipales de protección civil ante el manejo y gestión riesgos. La base teórica es la idea de que el riesgo en el municipio es resultado de la interacción entre sociedad y naturaleza. La ocupación y apropiación del espacio son vistas como acciones que conducen al deterioro del medio ambiente y potencian el proceso natural y sus efectos. El modelo considera la integración de datos físicos y socioeconómicos trabajados por medio de técnicas de análisis espacial con apoyo de herramientas SIG.

## **5.1. Los indicadores como factores de riesgo**

La generación de indicadores con datos locales constituyó el eje a partir del cual se recopiló, interpretó y desplegó una serie de contenidos desde cuatro dimensiones: la amenaza construida, la vulnerabilidad socioeconómica, los elementos expuestos y la capacidad o incapacidad institucional. Cada una fue tomada como un elemento que facilita la lectura e interpretación de la compleja relación entre la dinámica físico-natural y el sistema socioeconómico. Al combinarse, ambos procesos delimitan de forma específica unidades de riesgo socionatural de inundación dentro del municipio.

### **5.1.1. La dinámica fluvial como amenaza socionatural**

La caracterización geográfica del municipio permitió visualizar que éste presenta un alto potencial para desarrollar procesos de inundación de tipo fluvial y pluvial en los que el caudal se incrementa a causa de precipitaciones intensas y/o extraordinarias. Esto provoca su desborde y genera sectores de afectación por anegamiento. A dichas condiciones se suman las acciones de intervención e impacto de las actividades humanas y las decisiones u omisiones gubernamentales en cuanto al manejo y uso del suelo. Al combinarse, tales circunstancias han propiciado la degradación del medio ambiente e incidido en la modificación del proceso natural en términos de recurrencia y severidad. En consecuencia, dentro del municipio se han generado distintos rangos de susceptibilidad de amenaza por inundación.

La formación del factor de amenaza tuvo dos fuentes de datos relacionados entre sí. La primera refiere a la dinámica fluvial expresada por el cubrimiento y la profundidad de las láminas de agua que generan los ríos Hondo, San Lorenzo, Verde, Chico, de los Remedios, San Mateo, San Joaquín, Los Cuartos y Totolinga, así como el arroyo El Sordo. La construcción de las láminas se realizó a partir de modelos de simulación que utilizaron

los periodos máximos de lluvia en cada río, dentro de una temporalidad de 35 años y periodos de retorno de dos, 20 y 100 años. Los resultados arrojaron datos referentes a la probable superficie de afectación por anegamiento, la profundidad de la lámina de agua y el tipo de espacio afectado (véase tabla 5.1).

**Tabla 5.1.**

*Datos de modelos de láminas de agua.*

Periodo de retorno	Superficie cubierta	Profundidad	Morfología
<b>Ríos Totolinga y Hondo</b>			
2	291.45	1 m	Lomerío y llanura
20	431.5	1.40 m	Lomerío y llanura
100	630.86	1.9 m	Lomerío y llanura
<b>Río Córdoba</b>			
2	58.68	1 m	Lomerío
20	82.77	1.5 m	Lomerío
100	119	1.4 m	Lomerío
<b>Ríos San Mateo, San Bartolo y Chico de Los Remedios</b>			
2	358.84	1 m	Lomerío y llanura
20	200.5	1.5 m	Sierra, lomerío y llanura
100	183.56	1.5 m	Sierra, lomerío y llanura
<b>Río San Joaquín</b>			
2	16.34	1.5 m	Llanura
20	25.53	1.8 m	Llanura
100	39.6	1.9 m	Llanura
<b>Ríos Muerto y Tlalnepantla</b>			
2	51.67	1 m	Sierra y lomeríos
20	103.25	1.8 m	Sierra y lomeríos
100	180.52	1.9 m	Sierra y lomeríos

*Nota.* m= metro. Elaboración propia, 2016.

La segunda fuente de datos fue la del componente de intervención humana. Para ella se tomaron en cuenta los resultados del cálculo de la tasa de intervención, en la que se incluyeron los usos de suelo representados por el porcentaje de ocupación de las categorías de uso urbano, agrícola, pastos y vegetación natural (véase figura 5.1). Éstos representan una categoría de impacto, donde el urbano representa el de mayor grado de cobertura (46.63%), el área agrícola se ubica en segundo lugar (15.44%) y, finalmente, la zona de pastos es la de menor impacto (14.16%). El resto del área se compone por

vegetación natural y cuerpos de agua. Ambos fueron considerados como categorías sin transformación para el análisis de inundación.

**Figura 5.1. Ocupación de territorio por actividades humanas en Naucalpan.**

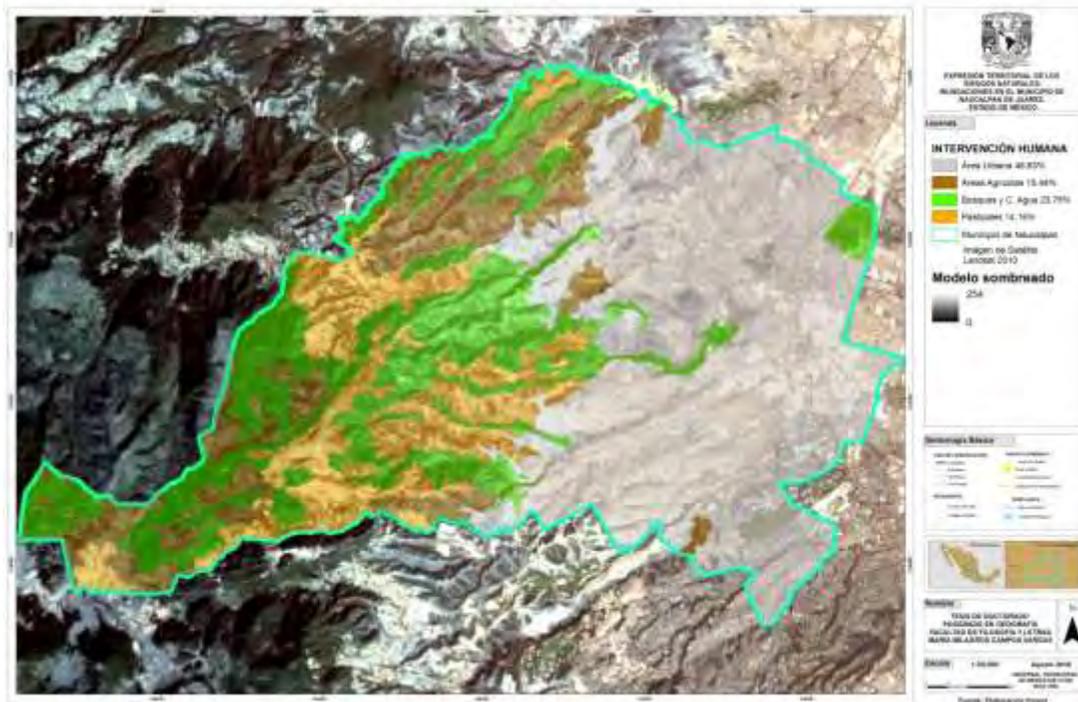


Figura 5.1. Mapa que muestra el porcentaje de ocupación por actividades humanas, a partir de áreas urbanas, agrícolas, bosques y pastizales. Elaboración propia, 2016.

A partir de la información de las láminas de agua del periodo de retorno de 100 años –tomado por ser el de mayor impacto– y de la tasa de intervención, se formó la capa temática del factor de amenaza socionatural de inundación. Así, el rango de susceptibilidad se expresa normalizado por categorías baja, media y alta (véase figura 5.2). Puede observarse que las zonas que ubican los niveles más altos de amenaza corresponden a las superficies situadas a dos o tres metros por encima del cauce y cubren un perímetro que va de 70 a 80 metros de distancia. De acuerdo con la lámina de agua, es probable que ésta alcance una profundidad estimada por arriba de un metro de altura. Dicha configuración se presenta a lo largo de los cauces de los ríos principales e influye

de forma directa sobre dos tipos de morfologías: la primera corresponde a la porción centro del municipio, sobre las planicies aluviales que cuentan con topografías planas y pendientes iguales o menores a tres grados; la segunda zona es hacia el sureste, en las planicies de valle y al pie del monte de lomeríos, con una distribución de franjas dispersa. En ambos casos se coincide con usos urbanos de tipo habitacional.

El grado medio de amenaza presenta una configuración espacial diseminada a lo largo de los cauces. Se da sobre planicies de pie de monte y valles intermontanos. La zona se encuentra a una distancia de 90 a 180 metros de los bordes de ríos y corresponde con una topografía suave con pendientes menores a diez grados. Los usos de suelo que se presentan son de tipo mixto urbano-rural. En la zona de pie de monte predomina el uso de suelo urbano de consolidación media-baja y en las planicies de los valles se ubican zonas rurales con vivienda informal, que comparten su uso con áreas agrícolas, de pastos o en desuso.

Finalmente, las zonas con valores bajos de amenaza se ubican al centro-oeste del municipio, sobre terrenos montañosos y lomeríos a una distancia de cero a 270 metros de distancia con respecto de los cauces. Aquí, la profundidad de la lámina de agua disminuye a menos de diez centímetros. En dicho espacio se presentan inundaciones repentinas, principalmente en las cercanías de los escurrimientos. Su peligrosidad principal recae, sobre todo, en el aumento extraordinario de los gastos de los escurrimientos, que pueden arrastrar material como troncos y basura, ocasionando la saturación del canal. En consecuencia, el agua acumulada desborda en los puntos más bajos y débiles del cauce, como planicies de valles y terrazas fluviales. En esta zona, el impacto por las actividades humanas disminuye con referencia a las anteriores, por lo que aún existen relictos de bosques combinados con uso de suelo agrícola y vivienda informal de construcción improvisada.

**Figura 5.2. Amenazas socionaturales de inundación en Naucalpan.**



Figura 5.2. Mapa que muestra la amenaza socionatural de inundación en Naucalpan. Elaboración propia, 2016.

El mapa del factor de amenaza fue contrastado con datos proporcionados por la Dirección de Protección Civil del municipio. En él se muestran los puntos en los que cada año se presentan conflictos por procesos de inundación. Asimismo, se consideran noticias referentes a eventos de inundación relevantes en el municipio tomadas de fuentes hemerográficas que abarcan de 1990 a 2014. La selección se realizó con el fin de cubrir un periodo de retorno de 20 años, que es la mayor temporalidad a la que se tuvo acceso.

Por su parte, las tablas 5.2, 5.4 y 5.5 muestran la información de las colonias con el número y tipo de incidencias reportadas. La distribución espacial se concentra de manera homogénea hacia la porción oeste del municipio, lo que indica la mayor frecuencia de la presencia del fenómeno (véase tabla 5.2).

**Tabla 5.2.***Reportes de colonias con afectación por la mayor recurrencia de procesos de inundación*

Nombre	Descripción	Eventos
Martires de río Blanco	Inundación urbana y encharcamiento en vialidad	45
Benito Juárez	Inundación urbana y encharcamiento en vialidad	79
Santa Lilia	Inundación urbana y encharcamiento en vialidad	99
Bosque de Los Remedios	Inundación urbana	42
Jardines de San Mateo	Inundación urbana y encharcamiento en vialidad	46
Santa Cruz Acatlán	Inundación urbana y encharcamiento en vialidad	142
El Parque	Inundación urbana y encharcamiento en vialidad	78
Naucalpan	Inundación urbana y encharcamiento en vialidad	50
Jardines del Molinito	Inundación urbana y encharcamiento en vialidad	86
Alce Blanco	Inundación urbana y encharcamiento en vialidad	73
Ahuizotla	Inundación urbana y encharcamiento en vialidad	77
Parque Industrial o Paque Industrial Naucalpan	Inundación urbana y encharcamiento en vialidad	60
Santa María Nativitas	Inundación urbana y encharcamiento en vialidad	53

*Nota.* Elaboración propia con datos del periódico *El Sol de Toluca*, 1990-2014.

**Tabla 5.3.***Reportes de colonias con afectación por recurrencia media de procesos de inundación.*

Nombre	Descripción	Eventos
El Molinito	Deslave de tierra y encharcamiento en vialidad	31
Jardines de San Mateo Sección Colinas	Inundación urbana y encharcamiento en vialidad	26
Alcanfores	Inundación urbana	38
La Mancha II	Encharcamiento en vialidad	26
La Mancha I	Encharcamiento en vialidad	26
El Conde	Inundación urbana	39
San Andrés Atoto	Inundación urbana y encharcamiento en vialidad	33
Progreso	Inundación urbana	34
Izcalli del Bosque	Inundación urbana	35

*Nota.* Elaboración propia con datos del periódico *El Sol de Toluca*, 1990-2014.

A partir del análisis de sobreposición, se obtuvo que las zonas con mayor susceptibilidad de amenaza coinciden con más de 90% de los sitios críticos que marcan los puntos de control y las colonias afectadas (véase figura 5.3). Se deduce que existe una alta probabilidad de que los procesos de inundación de mayor afectación sean producto de la dinámica humana, en términos de degradación del medio por el tipo de uso del

terreno. Los puntos cercanos a los ríos corresponden en su totalidad a procesos de inundación por desbordamiento de ríos, mientras que los más alejados son encharcamientos severos e inundaciones producto de la deficiencia de drenaje.

**Tabla 5.4.**

*Reportes de colonias con afectación por recurrencia baja de procesos de inundación.*

Nombre	Descripción	Eventos
La Mancha II	Encharcamiento en vialidad	12
Terrazas de Satélite o Bulevares	Inundación urbana	5
Lomas Verdes 1ra sección	Encharcamiento en vialidad	18
Lomas Verdes o La Concordia	Encharcamiento en vialidad	16
Estado de México	Inundación urbana	1
Jardines de Satélite	Inundación urbana y encharcamiento en vialidad	9
Ciudad Satélite	Encharcamiento en vialidad	12
La Florida	Inundación urbana	2
Ex-hacienda del Cristo	Encharcamiento en vialidad	7
Boques de Echegaray	Encharcamiento en vialidad	13
Lomas de Tecamachalco	Inundación urbana	20
Estado de México	Inundación urbana	1

*Nota.* 1ra= primera. Elaboracion propia con datos del periodoco *El Sol de Toluca*, 1990-2014.

En resumen, las inundaciones en Naucalpan son procesos ascensionales de tipo fluvial que ocurren en las partes medias y bajas dentro del municipio, sobre terrenos relativamente bajos, ubicados en zonas de pendientes iguales o inferiores a cinco grados y contiguas a los ríos principales. La mayor afectación se da en la zona de la planicie aluvial, la cual coincide con la mayor densidad urbana sujeta a eventos de inundación frecuentes, con cubrimientos de hasta 1.90 centímetros de altura en las zonas contiguas a los cauces. Dichos eventos son producto de las precipitaciones de temporada que rebasan la capacidad de absorción de los suelos, sumadas a la insuficiente capacidad de descarga de las barrancas cubiertas, en su mayoría, por capas de asfalto. Así, se rebasa la capacidad de contención del cauce de los ríos y la red de drenaje pluvial y agua (también llamadas *represamiento*). Estos eventos no son de gran magnitud; sin embargo, se presentan con una alta frecuencia, lo que causa daños en las construcciones por saturación de cimientos y

obstrucción de vialidades. Las actividades económicas y la movilidad de las personas presentan afectaciones recurrentes.

**Figura 5.3. Puntos de conflicto, colonias afectadas por inundaciones y mapa de amenaza.**

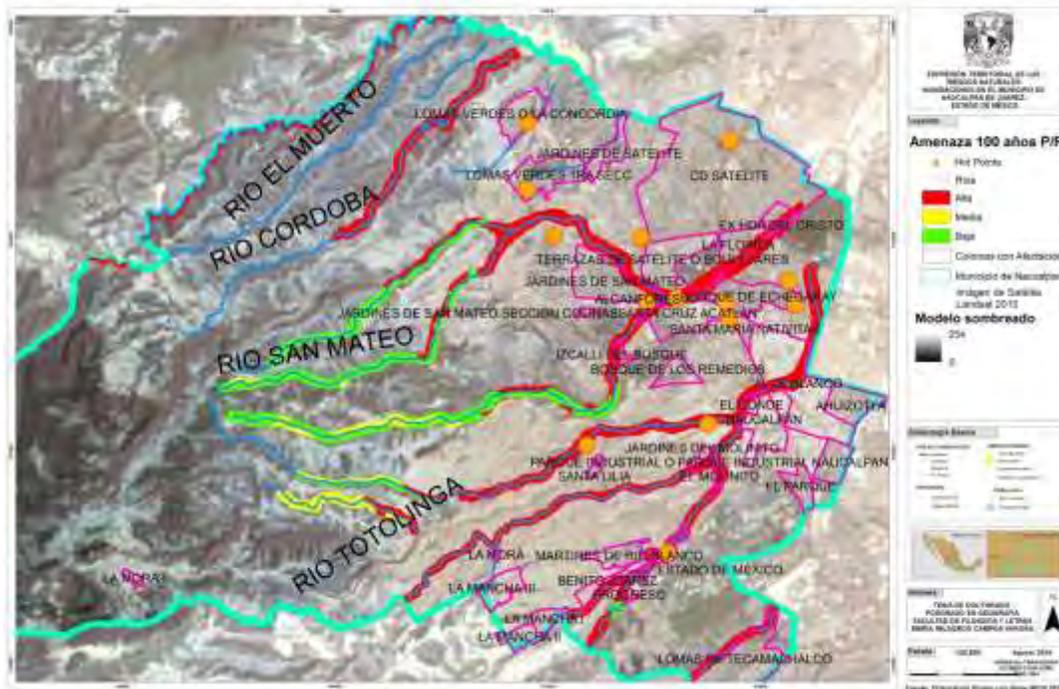


Figura 5.3. Mapa que muestra la ubicación de puntos de conflicto e histórico de colonias con afectación por inundaciones y mapa de amenaza. Elaboración propia, 2016, a partir de información de la Dirección de Protección Civil municipal y El Sol de Toluca.

### 5.1.2. Procesos de inundación y sus efectos sobre los elementos expuestos

Los elementos expuestos se relacionan con el daño o las pérdidas materiales probables en caso de inundación. Para su evaluación se tomaron datos referentes a la infraestructura urbana y la cantidad de población. Éstos fueron relacionados con los escenarios de inundación representados por las láminas de agua. Los elementos de infraestructura involucrados en un proceso de anegamiento se enlistan en las tablas 5.5 y 5.6. Según éstas, 15.02% de la infraestructura urbana se vería afectada. En ella se involucran escuelas, hospitales y mercados, así como la red urbana de puentes, calles y vialidades de primer y segundo orden aledañas a los ríos como el anillo periférico. En consecuencia, se

interrumpirían las actividades económicas y de movilidad al dificultar el tránsito sobre las avenidas principales, como la autopista Lechería-Chamapa, la avenida San Mateo, Periférico Norte, la vía Gustavo Baz y la avenida Naucalpan, así como el entramado de calles de segundo y tercer orden (véase figura 5. 4). En cuanto a la cantidad de población con afectación directa, se ha calculado que aproximadamente 51,591 personas se localizan en las colonias contiguas a los cauces.

**Tabla 5.5.**

*Tipo y número de elementos expuestos a procesos de inundación por periodo de retorno.*

Infraestructura	Lámina 2 años periodo de retorno	Lámina 20 años periodo de retorno	Lámina 100 años periodo de retorno	Total	Afectación
Área verde	4	6	7	68	10.2%
Escuela	30	50	61	550	11.09%
Hospital	3	7	10	67	14.9%
Mercado	5	7	9	64	14.06%
Palacio de Gobernación	1	1	1	1	100%
Plaza	7	11	15	147	10.2%
Puente	87	103	110	216	50.9%
Templo	6	9	16	176	9.09%
Carreteras*	23	23	24	149	16.1%
Canal*	1	1	2	244	0.81%
Acueducto*	5	7	7	246	2.84%
Vías férreas	3	3	3	1	0.33%
Calles	1951	2525	3378	22,324	15.1%
Total			3643	24253	15.02%

Nota. %= porcentaje. Elaboración propia, 2016.

\*Aspectos considerados en tramos.

**Tabla 5.6.**

*Población afectada por AGEB y manzanas.*

Tipo de Elemento	Lámina 2 años periodo de retorno	Lámina 20 años periodo de retorno	Lámina 100 años periodo de retorno	Total
Manzanas	806	990	1,247	6,747
AGEB	89	97	103	202
Colonias	119	128	132	260
Población amenazada (según AGEB)	22,023 aprox. 364,625 Total	34,271 aprox. 401,780 Total	51,591 aprox. 433,179 Total	809,377

Nota. aprox.= aproximadamente, AGEB= Área Geoestadística Básica. Elaboración propia, 2016.

**Figura 5.4. Influencia de lámina de agua sobre vialidades principales de Naucalpan**

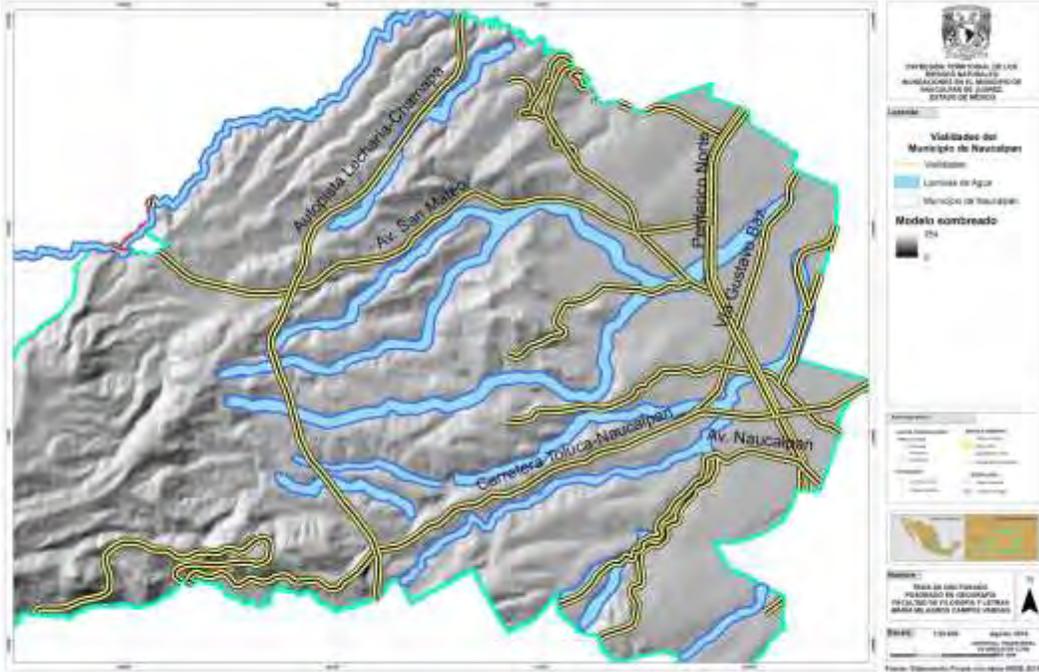


Figura 5.4. Influencia de la lámina de agua del periodo de retorno de 100 años sobre vialidades principales del municipio. Elaboración propia.

Con base en la información tabular, se realizó el mapa de densidad de elementos expuestos a partir de la relación del número de elementos con la superficie cubierta por la lámina de agua del periodo de retorno de 100 años (véase figura 5.4). La representación espacial se divide en dos sectores: suroriente y centro. El primero forma parte de la ZMVM y conecta directamente con la ciudad de Toluca para un intercambio de servicios y mercancías, sin tener que acceder al Distrito Federal. En consecuencia, se genera una alta dinámica de ocupación poblacional, comercial e industrial. Aquí, la configuración del sector de mayor afectación sobre los desarrollos habitacionales y comerciales de tipo popular implica daños considerables ante una situación importante de inundación dada por los escurrimientos provenientes de la sierra de las Cruces, Monte Alto y Malinche. Un ejemplo de ello es el caso ocurrido el 8 de septiembre de 1998, cuando el río de los Remedios se encontraba azolvado por una alta saturación de residuos sólidos y lodo. Al no desaguarse, se desbordó hasta una altura por arriba de los 70 centímetros. Diversas

colonias fueron afectadas en su totalidad, como El Molinito y Aragón. De forma similar, el 16 de septiembre de 2009 la cantidad de precipitación reportada en la colonia Valle Dorado desbordó los ríos Verde y Totolinga, afectando a más de 300 familias, 25 metros de un túnel de contención y un gran número de automóviles que fueron arrastrados por la corriente (véase imagen 5.1). La nota fue cubierta por el diario *La Jornada* (2009).

**Figura 5.5. Elementos expuestos y láminas de agua de Naucalpan.**

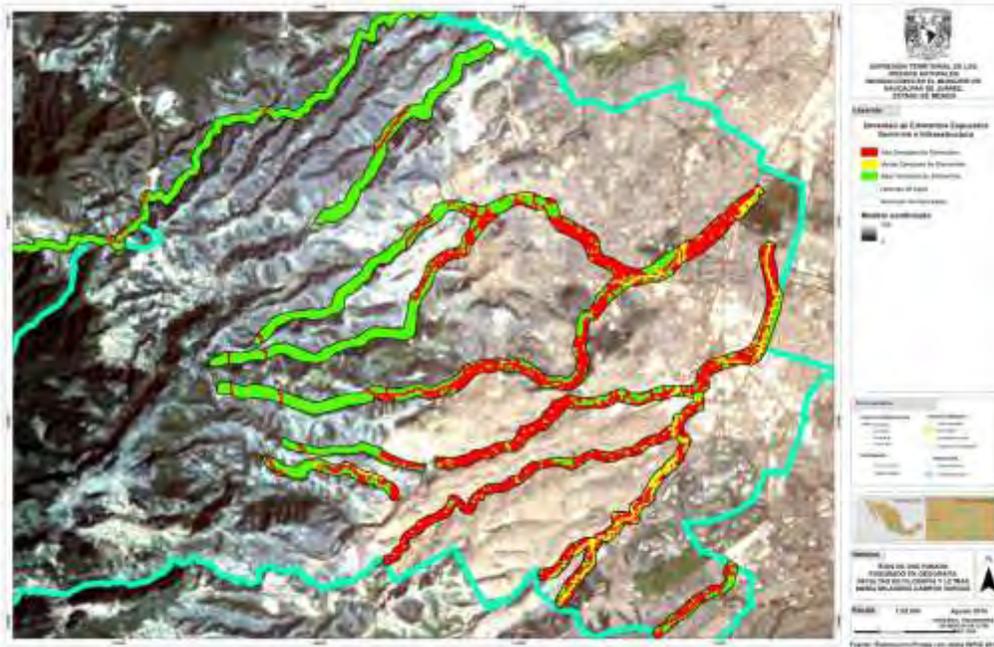


Figura 5.5. Mapa de elementos expuestos y lámina de agua de 100 años de periodo de retorno. Elaboración propia, 2016.

En términos de nivel de impacto, el segundo sector mencionado es la zona central sobre la planicie aluvial. Ahí, los procesos de inundación tienen un efecto de afectación que se ve magnificado por las condiciones topográficas de la planicie con pendientes menores a tres grados –terrenos en los que el flujo de agua tiende a disminuir su velocidad, pero aumenta el cubrimiento en superficie por la expansión del flujo–, así como por el encausamiento de los ríos de los Remedios, Hondo, Totolinga y Verde que, de forma artificial, provoca un efecto de “cuello de botella” e incrementa la altura, presión y velocidad de aguas arriba. Al entrar en la zona urbana, la presión del cauce aumenta y

desborda de forma energética una mezcla de agua, sedimentos y rocas que dañan severamente calles e inmuebles a su paso (véase figura 5.5).

**Imagen 5.1. Efectos de la tormenta en Valle Dorado.**



*Imagen 5.1.* Las imágenes ilustran los efectos de la tormenta del domingo 6 de septiembre de 2009 en la colonia Valle Dorado, en Naucalpan. Retomado de *La Jornada*, 2009.

Ahora bien, en términos socioeconómicos, el análisis espacial muestra que ambas zonas corresponden a desarrollos habitacionales donde predomina una ocupación masiva de colonias populares, en concordancia con las áreas de alta densidad, integradas por población y características de alta vulnerabilidad. Dichos espacios presentan un gran número de establecimientos comerciales y de servicios de estrato popular y de alta plusvalía.

**Figura 5.6. Zona de mayor número de elementos expuestos en Naucalpan.**



*Figura 5.6. Mapa que ilustra los elementos expuestos en la colonia El Molinito, en Naucalpan. Elaboración propia, 2016.*

Finalmente, los valores de bajo impacto de elementos expuestos se ubican al oeste del municipio, en las zonas de pie de monte y montañas. Al no ser consideradas zonas urbanas, no cuentan con una infraestructura o población registrada por AGEB, para desarrollar indicadores en cuanto a las afectaciones que sufren.

### **5.1.3. El grado de vulnerabilidad socioeconómica**

El factor de vulnerabilidad socioeconómica refleja el impacto social de las políticas respectivas que se han instrumentado en el municipio. En tal sentido, el crecimiento poblacional, la deficiente distribución de la población y las débiles circunstancias económicas pueden condicionar una situación de riesgo de inundación. Los resultados obtenidos en la evaluación de este factor en Naucalpan presentan un esquema que delinea dos patrones muy marcados (tal como se observa en el mapa de la figura 5.7). Desde la perspectiva espacial, éstos son claramente diferenciados en el área urbana.

**Figura 5.7. Vulnerabilidad socioeconómica por AGEB en Naucalpan**

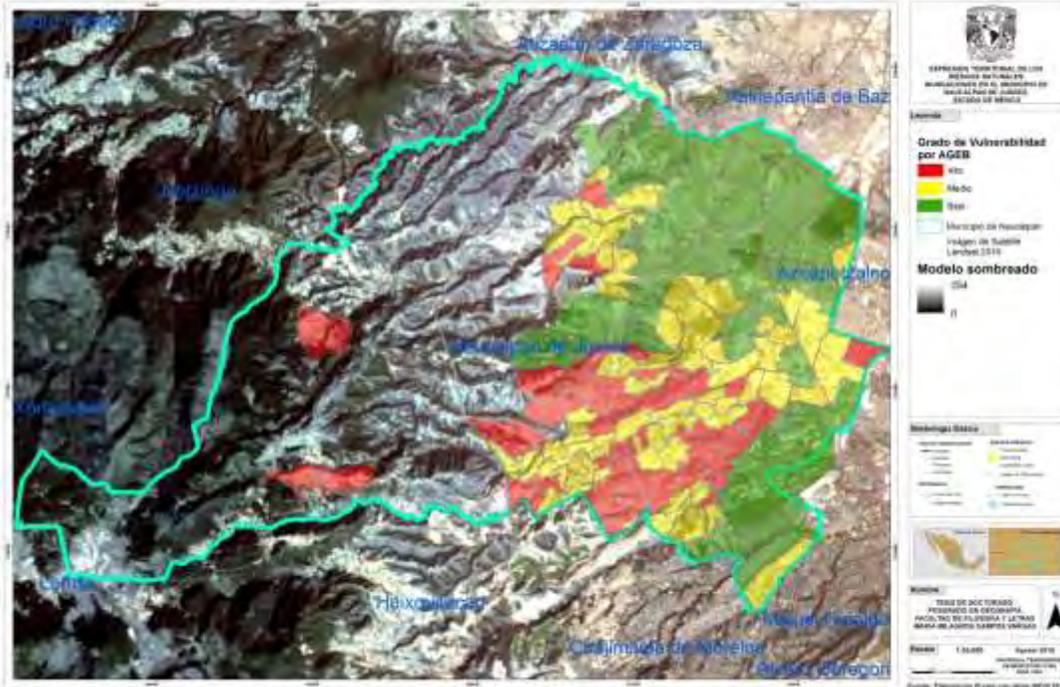


Figura 5.7. Mapa que muestra el grado de vulnerabilidad socioeconómica por AGEB en Naucalpan: alto, medio y bajo. Elaboración propia, a partir del INEGI, 2015.

La máxima vulnerabilidad se focaliza en la porción sureste, colindante con el municipio de Huixquilucan, y este, colindante con Jilotzingo. Juntas, las dos porciones suman 35.8% del total de AGEB con alta y muy alta vulnerabilidad. Por otra parte, las zonas con grados de vulnerabilidad medio y bajo agrupan 33.8% del total y se localizan principalmente al sur y centro del municipio. Mientras tanto, las AGEB con menor vulnerabilidad se localizan en la parte norte –colindante con zonas de ingresos altos de los municipios de Atizapán de Zaragoza, Tlalnepantla y la delegación Azcapotzalco–, así como una pequeña franja al sureste del municipio que colinda con la delegación Miguel Hidalgo y la zona de Interlomas, en el municipio de Huixquilucan. El nivel más bajo de vulnerabilidad representa cerca de una tercera parte de las AGEBs de Naucalpan, lo que expresa los contrastes en los niveles existentes en el municipio (véase tabla 5.7).

En términos espaciales, cabe resaltar que se conforman áreas continuas que disminuyen paulatinamente su grado de vulnerabilidad conforme se acercan al centro-

norte del municipio. Esto se debe a que existe una correlación inversamente proporcional con las características específicas de estatus socioeconómico. En la tabla 5.7 se enlistan las colonias y el nivel de afectación por grado de vulnerabilidad socioeconómica. Los valores altos y medios corresponden a conjuntos habitacionales de colonias y zonas comerciales populares de alta densidad y baja calidad de construcción, así como ejidos y áreas agrícolas que se dieron de manera informal y se consolidaron con el paso de los años. En tal sentido, hay una alta deficiencia de infraestructura urbana.

El nivel medio de vulnerabilidad se ubica en la zona centro-oeste y corresponde a la zona comercial y al radio de influencia de espacios como Plaza Satélite y Zona Esmeralda. Por su carácter económico, son áreas planeadas con mayor nivel de infraestructura.

Por último, el nivel bajo de vulnerabilidad corresponde a las zonas que se integran por conjuntos habitacionales residenciales de baja densidad y alta plusvalía, así como por centros comerciales de alto nivel socioeconómico, entre los que se encuentran La Cúspide, Ciudad Satélite y Lomas Verdes. Dichos establecimientos se consideran como espacios planeados; sin embargo, es importante mencionar que, a pesar de ello y de las diferencias en cuanto a los grados de vulnerabilidad, los problemas relacionados con las inundaciones son muy similares en todas las zonas.

El aspecto de vulnerabilidad es fundamental dentro del análisis, ya que en el momento de la recuperación de un evento de desastre, los espacios menos vulnerables tienen mayor capacidad de regresar a sus condiciones normales anteriores al evento. Esto, en contraste con aquellos que se encuentren en una situación de alta vulnerabilidad. Así, dicho indicador puede ejercer influencia en el tránsito de un nivel alto de riesgo a uno medio; es decir, un factor que favorezca a disminuir o a aumentar el rango de riesgo.

**Tabla 5.7.**

*Grado de vulnerabilidad por colonia.*

Grado de vulnerabilidad alto	Grado de vulnerabilidad medio	Grado de vulnerabilidad bajo
3 De Mayo	10 de Abril	Alcanfores
Alfredo del Mazo	Adolfo López Mateos	Alce Blanco
Alfredo V. Bonfil	Ahuizotla	Ampliación Los Fresnos
Altamira	Alcanfores	Ampliación Ciudad De Los Niños

Ampliación Tejocote	Alce Blanco	Ampliación Loma Linda
Ampliación Altamira	Altamira	Balcones de San Mateo
Ampliación Benito Juárez	Ampliación San Mateo	Bosque de Echegaray
Ampliación de La Cañada de San Lorenzo Totolinga	Ampliación Ciudad de los Niños	Bosque de Los Remedios
Ampliación Mártires de Río Blanco	Ampliación Loma Linda	Boulevares
Ampliación Olímpica	Ampliación Los Remedios	Bugambilias
Ampliación Plan De Ayala	Ampliación Minas Palacio	Campo Militar 1 A
Arenillas	Ampliación San Esteban	Cd. Brisa
Bandhi	Balcones de Chamapa	Cd. Satélite
Boche	Benito Juárez	Colon Echegaray
Boxshida	Bosque de Echegaray	Colonial Satélite
Capulina Soledad	Bosques de Moctezuma	Cumbres de San Mateo
Casa Blanca	Buenavista	Diligencias
Chivato	Ciudad Brisa	El Mirador
Cielito	Ciudad de los Niños	El Parque
Colinas De San Mateo	Cuartos Constitución	El Sauzalito
Depeny	Cuartos II	Exhacienda del Cristo
Dongu	Cuartos III	Fraccionamiento Residencial Lomas De Sotelo
Donitu	Cumbres de Himalaya	Hacienda de Echegaray
Dorani	El Caracol	Héroes de la Revolución
Đuni	El Chamizal	Industrial Tlatilco
El Capulín	El Conde	Izcalli San Mateo
El Corralito	El Molinito	Jardines de La Florida
El Tejocote	El Olivar	Jardines de San Mateo
Estado de México	El Torito	Jardines de San Mateo Sección Colinas
Gora	Emiliano Zapata	Jardines de Satélite
La Concepción	Hidalgo	Jardines del Molinito
La Era Casas Viejas	Independencia	La Alteza
La Mancha I	Industrial Tlatilco	La Concordia
La Mancha II	Isidro Fabela	La Cúspide
La Mancha III	Izcalli Chamapa	La Florida
La Mora	Izcalli del Bosque	La Huerta Echegaray
La Palma	Jardines del Molinito	La Perla
La Presa	La Cañada	Laderas de San Mateo
La Punta de Valle Dorado	La Esperanza	Las Américas
La Raquelito	La Guadalupana	Las Papas
La Universal	La Luna	Loma Taurina
Las Cruces	La Radio	Lomas de Cantera
Las Huertas 1ra. Sección	La Rivera	Lomas de Cristy
Las Huertas 2da. Sección	Laderas de la Colmena	Lomas de Las Fuentes
Las Huertas 3ra. Sección	Lázaro Cárdenas	Lomas de Occipaco
Loma Colorada 1ra. Sección	Loma Colorada 2da. Sección	Lomas de San Isidro

Lomas de Chamapa	Loma Linda	Lomas de San Mateo
Lomas de La Cañada	Lomas de San Agustín	Lomas de Tecamachalco
Lomas del Cadete	Los Cuartos	Lomas Hipódromo
Los Arcos	Los Cuartos I	Lomas Verdes
Los Cuartos I	Los Emperadores	Lomas Verdes 1ra. Sección
Mártires de Río Blanco	Los Remedios	Lomas Verdes 3ra. Sección
México 86	Luisa Isabel Campos de Jiménez	Lomas Verdes 4ta. Sección
Minas Coyote	Cantú	Lomas Verdes Alteña I
Minas El Tecolote	México 68	Lomas Verdes Alteña II
Mojonera	Minas Palacio	Lomas Verdes Alteña III
Moni	Minas San Martín	Los Álamos
Olímpica	Miramar	Los Fresnos
Plan de Ayala	Naucalpan	Los Pastores
Praderas de San Mateo	Nueva San Rafael	Manuel Ávila Camacho
Rancho Colorado	Nuevo Molinito	Misiones
Salinas	Olimpiada 68	Modelo
San Antonio Zomeyucan	Olímpica	Naucalpan Centro
San Francisco Chimalpa	Olímpica Radio 1ra. Sección	Padre Figueroa
San José de los Leones 1ra. Sección	Olímpica Radio 2da. Sección	Parque Industrial
San José de los Leones 2da. Sección	Parque Ecológico Bosque de Los Remedios	Paseos del Bosque
San José de los Leones 3ra. Sección	Piedras Negras	Pedregal de Echegaray
San José Poza Honda	Poetas Mexiquenses	Petroquímica
San Lorenzo Totolinga 2da. Sección	Predio el Zapote	Rincón de Echegaray
San Rafael Chamapa 2da. Sección	Predio las Colonias	Rosa de Castilla
San Rafael Chamapa 4ta. Sección	Progreso	San Luis Tlatilco
Unidad y Progreso	Ribera de Echegaray	San Mateo Nopala
Valle Dorado	Ricardo Flores Magón	San Mateo Nopala Sur
Vicente Guerrero	Rincón Verde	San Miguel
Yocua	San Andrés Atoto	San Miguel Tecamachalco
Yongua	San Esteban	Santa Cruz
	San Francisco Cuautlalpan	Santa Cruz Acatlán
	San José Rio Hondo	Santa Cruz del Monte
	San Juan Totoltepec	Santiago Occipaco
	San Lorenzo Totolinga 1ra. Sección	Sin Nombre
	San Luis Tlatilco	Unidad Bosque de Los Remedios
	San Mateo Nopala Norte	Valle de San Mateo
	San Rafael Chamapa	Vista del Valle
	San Rafael Chamapa 1ra. Sección	Vista del Valle Sección Electricistas
	Santa Cruz Acatlán	
	Santa Lilia	
	Santa María Nativitas	
	Sierra Nevada	
	Tercer Mundo	

La configuración espacial de la vulnerabilidad refleja un marco general sintético acerca de la situación social y económica del municipio. A partir de esto, se refleja su injerencia como detonador y/o regulador en un sistema dinámico donde la condición de vulnerabilidad determina si la magnitud o nivel de riesgo aumentan o disminuyen. En el caso de Naucalpan, se observa que el rango máximo de vulnerabilidad coincide con las áreas más densamente pobladas. De esta forma, se da una clara lectura de que la situación específica de riesgo aumenta de forma considerable para este sector y será más complicado resistir, recuperarse o absorber un impacto por un proceso de inundación. En otras palabras, los rangos de vulnerabilidad permiten una cuantificación de las consecuencias de la inundación en términos económicos y de población.

#### **5.1.4. La zonificación del riesgo socionatural de inundación y su expresión territorial**

El índice de riesgo es entendido como una serie de valores relativos de probable afectación con consecuencias sociales, económicas o ambientales en un tiempo y sitio específico. En el presente análisis se consideró el conjunto de información heterogénea que involucra el ámbito físico y el sistema socioeconómico por medio de la agregación de indicadores inherentes a los factores generadores del riesgo. De esta manera, el riesgo de inundación es el resultado de la convulsión de la amenaza, la vulnerabilidad socioeconómica y los elementos expuestos.

En términos metodológicos, cada factor se planteó como un producto separado, el cual fue estandarizado por con un coeficiente de uno a tres en función del nivel de importancia de cada variable. El valor uno se consideró como el de mayor afectación (véase tabla 5.8). La evaluación muestra tres intervalos de riesgo: bajo, medio y alto, que

van en función de la concentración de la presencia del evento que detalla la configuración espacial del comportamiento del riesgo siconatural de inundación dentro del municipio. La ausencia del indicador en el sector evaluado equivale a cero; es decir, no existe riesgo.

**Tabla 5.8.**

*Valores de estandarización por factor de riesgo.*

<b>Factor</b>	<b>Reclasificación ponderada</b>
Amenaza siconatural	Rango 1) de 1.19 a 9.84 para 0 a 0.33
	Rango 2) de 9.85 a 18.48 para 0.34 a 0.66
	Rango 3) de 18.49 a 27.14 para 0.67 a 1
Vulnerabilidad socioeconómica	Rango 1) de 0 para 0 a 0.24
	Rango 2) de 0.37 para 0.25 a 0.49
	Rango 3) de 0.74 para 0.50 a 0.74
Elementos expuestos	Rango 1) de 0 para 0 a 0.33
	Rango 2) de 1 para 0.34 a 0.66
	Rango 3) de 2 para 0.67 a 1

*Nota.* Elaboración propia, 2016.

La información se organizó en capas espaciales de información estandarizada. Cada factor es un componente que dio acceso integral a los diferentes criterios en términos cuantitativos o de valores. Esto permitió la instrumentación del método aritmético de sumatoria lineal ponderada mediante álgebra matricial en el SIG. Como resultado final se obtuvo el índice de riesgo global de inundación plasmado de forma gráfica por la cartografía temática de niveles de riesgo (véase figura 5.7).

**Figura 5.8. Riesgo socionatural de inundación del municipio de Naucalpan.**

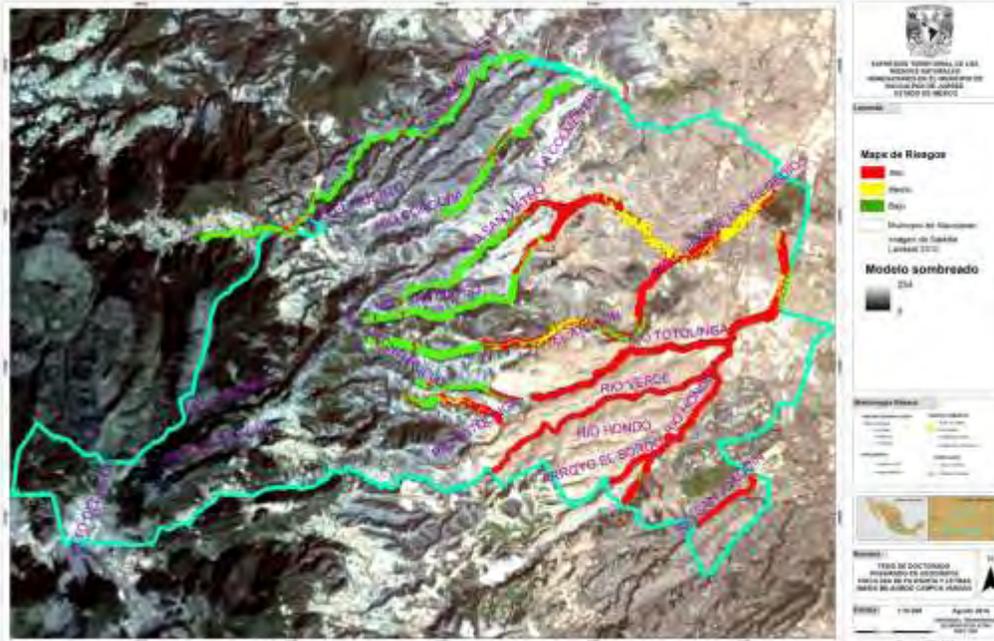


Figura 5.8. Mapa que ilustra la distribución de los grados de riesgo socionatural (alto, medio y bajo) por inundaciones en el municipio de Naucalpan, así como los ríos. Elaboración propia.

En el patrón de distribución de la figura 5.8 se reconoce que, de un total de 15,704 hectáreas con las que cuenta el municipio, 222 se han visto afectadas por un nivel de riesgo alto. Estas superficies cubren una distancia de 123 metros del *talweg* alrededor de los ríos Totoltinga, Hondo, Córdoba, Los Remedios, y San Mateo. Se presentan con un nivel de profundidad de la lámina del agua que va de 20 a 110 milímetros. Este rango de riesgo ejerce mayor presión hacia la zona este del municipio, caracterizada por una fuerte ocupación de uso de suelo urbano en la que las condiciones naturales se encuentran totalmente revestidas por pavimento, edificaciones diversas, bóvedas o canales. También, existe una alta ocupación sobre las inmediaciones de los ríos, lo que evidencia la falta de planeación y manejo del uso de suelo.

Otro aspecto importante de la zona son las características socioeconómicas, ya que se trata de espacios heterogéneos en los que se observan distintos tipos de densidad de población y niveles vulnerabilidad. Esto supone que el riesgo se agudiza por el impacto

de las actividades humanas para todas las condiciones socioeconómicas; sin embargo, es importante reconocer que los contextos de vulnerabilidad son fundamentales. En tal sentido, los dos sectores antes mencionados comprenden el área de la planicie aluvial en la zona sur, donde el factor de riesgo presenta un escenario de mayor impacto. Aquí predominan características socioeconómicas de alta concentración de población de bajos recursos –en su mayoría–, un alto índice de vulnerabilidad, un gran número de vialidades y diversos elementos expuestos. Además, se observa un amplio desarrollo de zonas comerciales y económicas, por lo que la suspensión de servicios de transporte público, luz, drenaje y agua por efecto de una inundación severa ocasionaría fuertes pérdidas económicas y otras implicaciones, como los costos de recuperación de los sistemas de drenaje y las operaciones de limpieza. Por ello, esta área se ha colocado como la de mayor prioridad de atención en términos de riesgo de inundación.

Las áreas de riesgo medio poseen un menor porcentaje de superficie. Se presentan como franjas sobre los cauces de los ríos Los Remedios y El Atorón. De igual forma que como acontece en el rango alto de riesgos, éstas se desarrollan sobre las áreas urbanas de la porción centro del municipio. En la mayoría de los casos, sus definiciones responden a las condiciones o niveles de vulnerabilidad, ya que colonias como Ciudad Satélite o Lomas Verdes presentan los menores indicadores de esta condición, lo que, de alguna forma, amortigua y disminuye el grado de impacto sobre la población. En caso de inundación, la principal afectación se daría sobre elementos relacionados con la infraestructura urbana, como la saturación del drenaje de avenidas principales, lo que conduce a la obstrucción de vialidades, el cierre temporal de comercios, la inundación de inmuebles y el corte de servicios. En términos económicos, ello implica una severa problemática para el municipio porque debería emplear recursos para recuperar la zona.

El rango de riesgo bajo se presenta en la porción noroeste del municipio, específicamente sobre las laderas montaña de la sierra de Las Cruces, sobre morfologías planas de terrazas fluviales y piedemonte. En estas áreas predomina un uso de suelo mixto urbano-rural, donde se combinan zonas habitacionales informales en proceso de

consolidación, tal como es el caso de los ejidos San Mateo y Santiago Tepatlaxco. Las actividades económicas predominantes en la región son las agrícolas o de pastoreo; sin embargo, en la mayoría de los casos, se trata de tierras ejidales en desuso que se ponen en venta a particulares.

En consecuencia, en el noroeste de Naucalpan ha iniciado un proceso de urbanización informal sin visión ni planeación a futuro. Aquí, los problemas de desastre se derivan de inundaciones repentinas que generan presión sobre los puntos más bajos. A ello se suman daños en viviendas de carácter provisional de construcción arbitraria con materiales de madera y cartón, así como en vialidades, lo que repercute en la movilidad de las personas que se trasladan a la zona centro del municipio para trabajar. En síntesis, la interrupción de las labores por casos de inundación afectaría de forma directa las fuentes de empleo.

En el espacio mencionado, el daño que puede sufrir la población por el nivel de riesgo disminuye de forma considerable. A pesar de ello, su trascendencia radica en que deben ser planteadas como áreas de sensibilización que transitan paulatinamente a una mejor o peor condición en función del manejo del terreno en términos de planeación y ordenamiento territorial.

Por la configuración de sus niveles de impacto por riesgo de inundación, los sectores centro y sur del municipio se consideran espacios reincidentes. Año tras año, su población es afectada por anegamientos de baja intensidad, pero con alta frecuencia, por lo que son considerados como desastres menores, pequeños o de menor escala.<sup>25</sup> En ellos, las consecuencias no son de grandes magnitudes; sin embargo, si se sumaran las pérdidas que reportan, las cifras serían similares a las de los grandes desastres (Lavell y Argüello, 2001, citado en Toscana 2011).

Los casos mencionados deben ser tomados como un problema de fuertes implicaciones. De acuerdo con Mansilla (1996, citado en Toscana, 2011), su importancia

---

<sup>25</sup> Los “desastres menores”, “pequeños” o de “menor escala” son aquéllos con consecuencias limitadas, que afectan a pocas personas en extensiones territoriales reducidas y no requieren la intervención de autoridades externas al ámbito delegacional o municipal en el que suceden. Fuente: Toscana, 2011:36.

radica en que los fenómenos perturbadores suceden con bastante periodicidad y algunos de ellos se convierten en los denominados *avisos* o *señales* de devastaciones mayores. Prestarles atención abre la posibilidad de evitar graves daños a futuro. Por otra parte, el estudio de los casos menores permite observar la capacidad del municipio en cuestiones como la ordenación del territorio, la regulación de los asentamientos urbanos, la prevención y la atención de emergencias derivadas de los desastres (Ley General de Protección Civil, 2000, citado en Toscana, 2011). De esta forma, es posible disminuir la reinversión de recursos en cada evento y aplicar acciones de prevención.

### **5.1.5. La capacidad institucional de protección civil del manejo del riesgo de inundación**

El factor denominado *capacidad institucional* responde a una evaluación acerca del manejo de riesgo de inundación que tiene injerencia con la posibilidad de proteger a una comunidad, vivienda o familia. Su objetivo se logra mediante la disminución del impacto y el restablecimiento de las condiciones a partir de la prevención y atención de un evento de alta magnitud. En consecuencia, es necesario conocer el estatus de las autoridades de protección civil y sus funciones en el manejo de riesgo de inundación. Para ello, se propuso la obtención de información específica en rubros referentes a las medidas estructurales que integran defensas a profundidad y barreras físicas con las que cuenta la Dirección de Protección civil a nivel municipal. El presente acápite busca comprender las funciones de dicha instancia con base en el marco normativo y su aplicación en la práctica.

#### **5.1.5.1 Marco normativo del manejo de riesgos**

A nivel federal, los recursos institucionales para el manejo de riesgos presentan su fundamento en el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), bajo la dirección de la Secretaría de Gobernación (SEGOB). El SINAPROC comprende un sistema que integra

a los estados y municipios, y opera por medio de los siguientes elementos: el Centro de Prevención de Desastres (Cenapred), el Consejo Nacional de Protección Civil (CNPC), los programas nacionales de protección civil, la Ley General de Protección Civil (LGPC) y algunos recursos como el Fondo de Desastres (Fondeen), el Fondo para Atender a la Población Rural Afectada por Contingencias Climatológicas (FAPRACC) y el Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (Fopreden) (Toscana, 2014: 74).

Con base en la actualización de la Ley General de Protección Civil de 2012 y el Programa Nacional de Protección Civil (2008-2012), el enfoque institucional se dirige hacia el manejo integral del riesgo por medio de

Reconocer en los riesgos no sólo un producto de las manifestaciones de la naturaleza, sino también un fenómeno expuesto a factores institucionales, culturales, sociales, económicos y políticos, que en conjunto crean condiciones de vulnerabilidad en la población desde la propia gestación de los riesgos. Así, el enfoque del manejo integral de riesgos reconoce que la generación de riesgos proviene de múltiples factores, tales como las decisiones políticas, el ordenamiento del territorio, la cultura de las comunidades, entre otros (SEGOB, 2008).

De acuerdo con el artículo 15 del capítulo tres de la Ley General de Protección Civil (2012), el objetivo general del SINAPROC es:

Proteger a la persona y a la sociedad y su entorno ante la eventualidad de los riesgos y peligros que representan los agentes perturbadores y la vulnerabilidad en el corto, mediano o largo plazo, provocada por fenómenos naturales o antropogénicos, a través de la gestión integral de riesgos y el fomento de la capacidad de adaptación, auxilio y restablecimiento en la población.

Este objetivo se cumple gracias a la Coordinación Nacional de Protección Civil (CNPC). Dicha institución supervisa las labores por medio de las unidades administrativas de la Dirección General de Protección Civil, la Dirección General para la Gestión de Riesgos y la Dirección General de Vinculación, Innovación y Normatividad en Materia de Protección Civil. Sus misiones para coordinar a las entidades federativas y sus municipios se muestran en la tabla 5.9.

**Tabla 5.9.**

*Misión de unidades de atención a nivel federal de la protección civil en México.*

<b>Unidad</b>	<b>Misión</b>
<b>Coordinación Nacional de Protección Civil</b>	Integrar, coordinar y supervisar el Sistema Nacional de Protección Civil para ofrecer prevención, auxilio y recuperación ante los desastres a toda la población, sus bienes y el entorno, a través de programas y acciones.
<b>Dirección General de Protección Civil</b>	Contribuir a la prevención y mitigación de desastres, brindando orientación, asesoría y apoyo a las instancias integrantes del Sistema Nacional de Protección Civil y fomentando la cultura de protección civil; así como proporcionar el apoyo necesario a la población en caso de contingencias, procurando el regreso a la normalidad lo más rápido posible.
<b>Dirección General para la Gestión de Riesgos</b>	Garantizar una gestión oportuna y transparente del Fondo, que haga posible que las instancias responsables procedan a la atención de las emergencias y a las obras y acciones que sean necesarias para mitigar los desastres producidos por fenómenos naturales, conforme a las normas y principios generales de la Protección Civil, consagrados en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en la Ley General de Protección Civil.

*Nota.* Elaboración propia con información de SEGOB, 2014.

El modelo del SINAPROC sirve para que cada estado y municipio pueda crear sus sistemas de protección civil en función de los factores de riesgo en sus territorios. El Estado de México, entidad a la que pertenece el municipio de Naucalpan, institucionalizó la Dirección General de Protección Civil en 1992. Desde entonces, sus facultades han sido instrumentar, coordinar, vigilar y evaluar el Sistema Estatal de Protección Civil.

La Ley de Protección Civil Estatal se promulgó en 1994, dentro de un marco jurídico que integra a los fenómenos naturales, el crecimiento de la planta industrial y la migración masiva de población como temas principales. Aunado a ello, la Ley General de Protección

Civil designa al nivel municipal como la primera instancia encargada de la prevención de desastres y atención de emergencias.

El 14 de noviembre de 2014, la dirección se convirtió en la Coordinación de Protección Civil. Actualmente, la dependencia se ha apegado a lo establecido por la legislación vigente. En ella se emplea un discurso acerca de la cooperación entre los tres niveles y la sociedad civil. La instancia hace énfasis en los conceptos de gestión integral de riesgos y función de sistemas. Asimismo, toma como eje la visión nacional, de la cual se dependen los enfoques estatal, municipal y de los grupos voluntarios sociales y privados (SEGOB, EDOMEX). Al respecto, los artículos 15 y 16 de la Ley General de Protección Civil expresan que

Artículo 15. El objetivo general del Sistema Nacional es el de proteger a la persona y a la sociedad y su entorno ante la eventualidad de los riesgos y peligros que representan los agentes perturbadores y la vulnerabilidad en el corto, mediano o largo plazo, provocada por fenómenos naturales o antropogénicos, a través de la gestión integral de riesgos y el fomento de la capacidad de adaptación, auxilio y restablecimiento en la población.

Artículo 16 (Capítulo III). El Sistema Nacional se encuentra integrado por todas las dependencias y entidades de la administración pública federal, por los sistemas de protección civil de las entidades federativas, sus municipios y las delegaciones; por los grupos voluntarios, vecinales y organizaciones de la sociedad civil, los cuerpos de bomberos, así como por los representantes de los sectores privado y social, los medios de comunicación y los centros de investigación, educación y desarrollo tecnológico.

El planteamiento de cooperación entre los tres niveles de gobierno ha delegado las responsabilidades de protección civil con base en el siguiente artículo:

Artículo 17. Los gobernadores de los estados, el jefe de gobierno del Distrito Federal, los presidentes municipales y los jefes delegacionales del Distrito Federal, tendrán dentro de su jurisdicción la responsabilidad sobre la integración y funcionamiento de los sistemas de protección civil, conforme a lo que establezca la presente Ley y la legislación local correspondiente.

A su vez, la Gaceta Municipal (2016) -anteriormente conocida como Ley Orgánica Municipal- establece en el artículo 81 del Capítulo 6, “De las Unidades y Consejos Municipales de Protección Civil”, que cada municipio debe formar una Unidad Municipal de protección civil. Ésta debe coordinar a las dependencias de la administración pública necesarias y es la autoridad encargada de dar la primera respuesta en la materia. Su jefe inmediato es el presidente municipal, quien ha de asistir a las emergencias que se presenten en su demarcación. En caso de que su capacidad de respuesta sea superada, está obligado a solicitar la intervención de la Coordinación General de Protección Civil del Estado de México.

Finalmente, la protección civil es ejercida por el ayuntamiento a través de la Dirección General de Protección Civil y Bomberos. Cuenta con el apoyo de un consejo municipal de los grupos de voluntarios que determine el ayuntamiento bajo propuesta del presidente municipal. De acuerdo con la Sección Tercera del Artículo 96 de la citada Ley,

La protección Civil, se define como los principios, normas y procedimientos a observar y cumplir por la sociedad y las autoridades competentes para la prevención de las situaciones de alto riesgo, siniestro o desastre, y para la salvaguarda y auxilio de las personas, el entorno y sus bienes en caso de que aquellos ocurran. Debe comprender la acción solidaria y participativa de los sectores público, social y privado de la población, para que, en coordinación con la administración pública, proporcione seguridad y salvaguarda a la población (Gaceta Municipal, 2016).

Los discursos nacionales, estatales y municipales se definen acciones referentes a la prevención, detención y actualización de riesgos. Ello, a partir de planes operativos para fomentar la cultura de conocimiento y el manejo del riesgo por medio de la capacitación institucional y de la sociedad civil, como ocurre en el caso de los atlas de riesgos estatales y municipales. Otras acciones hacen referencia a la protección de la población y al restablecimiento de la normalidad a partir de programas y planes operativos, así como de transferencia del riesgo por medio de seguros.

A pesar de todo, el entramado institucional a nivel municipal funge un papel primordial. Ésta es la primera instancia encargada de la atención a emergencias, de la identificación de riesgos y de la elaboración de los atlas de riesgo. En dichas acciones se efectúan los discursos, donde se ponen en práctica las ideas, se viven las emergencias y se experimentan los daños y las pérdidas (Toscana, 2016). Además, en este nivel se cuenta con la instancia encargada de la regulación del suelo, donde se instrumenta el discurso de la protección civil a partir de diversas acciones. El representante político y administrativo de lo local y de sus actores constituye la base de la descentralización administrativa, política y económica, así como el nivel de gobierno más cercano a la población. A partir de las instituciones municipales es posible atender sus necesidades (Ziccardi, 2003).

En síntesis, las instituciones municipales son el engranaje de lo local con los niveles regional y nacional (Lavell, 2003). El municipio es el nivel de gobierno principal para el funcionamiento práctico de la protección civil en México, por lo que se requiere un mayor compromiso para garantizar un adecuado funcionamiento de la institución en torno a dichas competencias. El municipio debe contar con una estructura institucional y operativa sólida que haga frente al gran reto de salvaguardar a la población.

En este sentido, Naucalpan cuenta con una estructura de protección civil que, en materia de instrumentos de injerencia en protección civil, cuenta con el Bando Municipal, el Plan de Desarrollo Urbano y el Atlas de Riesgo. El primero de estos instrumentos plantea objetivos relacionados con la protección civil en el artículo 4, donde se establece

que el fin es “garantizar la seguridad de las mujeres y los hombres, así como de sus bienes.”

De forma complementaria, el Plan de Desarrollo Urbano establece, en su artículo 38, fracción V, que “El Plan de Desarrollo Urbano tendrá el objetivo de procurar el orden, la seguridad y la tranquilidad de los habitantes del municipio, que genere la armonía social y la protección a la integridad de las personas y sus bienes”. En relación con esto, el Plan de Desarrollo Municipal 2016-2018 plantea el objetivo de “Contribuir a la disminución de los riesgos causados por los siniestros en la integridad física de las personas y sus bienes, causados por contingencias naturales o sociales”. Para lograrlo, el documento propone diversas estrategias encaminadas hacia el estado de emergencia. Algunas de ellas son la capacitación, la organización de simulacros con la población en situación de riesgo, la habilitación de albergues temporales, el impulso de protocolos de seguimiento telefónico de emergencias, la atención hospitalaria a las personas que lo requieran, etcétera. Entre las propuestas más importantes se menciona la actualización de los Atlas de Riesgo, la cual es responsabilidad de la Dirección de Protección Civil Municipal. En términos de planeación urbana, dicha actividad sólo se ha tomado como un procedimiento técnico y no como un instrumento base para guiar las acciones de refuncionalización del espacio o planeación del uso de suelo en función de las características de los riesgos.

En cuanto al contenido del Atlas de riesgo, el documento cuenta con una buena aproximación a las condiciones de peligro y vulnerabilidad en el municipio; sin embargo, no llega a evaluar las situaciones de riesgo. Integra información cartográfica de los peligros de origen natural y del indicador de vulnerabilidad. El esquema se plantea de nueva cuenta para diseñar y definir estrategias y proyectos ante contingencias ocasionadas por fenómenos naturales. De esta forma, se advierte en él una postura reactiva ante la emergencia causada por agentes perturbadores generados por fenómenos geológicos, hidrometeorológicos, etcétera.

Así, el Atlas funge como un plan de emergencia donde se presentan los problemas causados por las lluvias en áreas como las zonas industriales de Alce Blanco, Valle de San

Mateo, Jardines de San Mateo, Ahuizotla, Jardines del Molinito, Lomas Verdes V Sección, Conjunto San Miguel, Santa María Nativitas y Ciudad Satélite. De igual forma, se muestran los que existen en áreas lacustres. Al respecto, el Director General de Seguridad Ciudadana, Tránsito y Protección Civil, el coronel Alfonso Cancino Aguilar, señaló que en Naucalpan los cuerpos de emergencia están listos para prevenir, reaccionar y recuperarse en caso de que se presente una emergencia en cualquiera de las 127 colonias, 84 zonas residenciales e industriales, los 18 pueblos o en las seis zonas rurales (Quadratín, 2016).

Actualmente, el marco legal federal y municipal discute que el riesgo no sólo es producto de la naturaleza, sino también de factores sociales, económicos, políticos e institucionales. También menciona que su manejo debe ser integral e involucrar diversos factores. Sin embargo, las tareas encaminadas a la elaboración de un Atlas de Riesgos y la atención de emergencias aún son limitadas en los municipios.

La problemática planteada se delinea de forma general en los resultados de la evaluación realizada a la Dirección General de Protección Civil del municipio, obtenidos a partir de la aplicación de un cuestionario que integra los temas de defensas y barreras físicas. Los resultados estadísticos se presentan con gráficos y la información se desglosa por temas para una mayor comprensión de las condiciones antes mencionadas. El cuestionario fue aplicado a los empleados de la Dirección General de Protección Civil, la cual está conformada por 30 trabajadores: diez en el área administrativa y 20 operativos de campo. También, se incluye al cuerpo de bomberos. El universo de la muestra abarca a todo el personal de la dependencia (véase anexo 1).

#### **5.1.5.2 Barreras a profundidad**

Recursos Humanos: instrucción y preparación

El primer tema de evaluación permitió identificar el nivel de conocimientos que tiene el personal de la Dirección General de Protección Civil en cuanto al tema de riesgos. El

primer reactivo consistió en una pregunta abierta acerca de los conceptos básicos de desastre, riesgo, amenaza, vulnerabilidad y emergencia de inundación. Los resultados mostraron que su nivel de conocimiento conceptual es bajo en las tres áreas. Las respuestas son inconsistentes e inciertas. Asimismo, no se observa una homogeneidad de las definiciones (véase tabla 5.10).

**Tabla 5.10.**

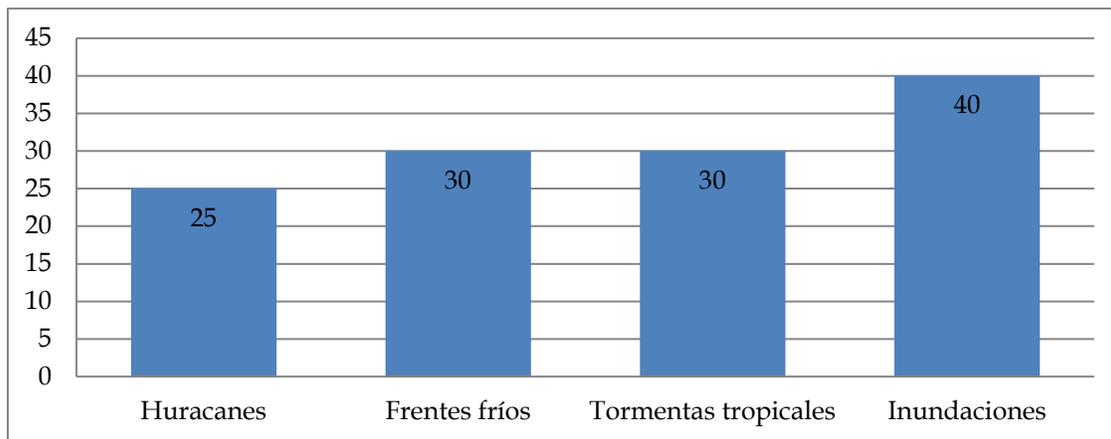
*Ejemplo de respuestas acerca de los conceptos de desastre, riesgo, amenaza y vulnerabilidad.*

Pregunta: Desde su punto de vista ¿qué es?			
Desastre	Un suceso grave que puede afectar a las personas.	Afectaciones por sismos y huracanes.	Aquello ocasionado por el hombre o naturaleza.
Riesgo	Un medio afectable.	Aquel que atenta contra la integración física.	Es aquello que se puede prevenir y/o eliminar.
Amenaza	Medio afectable generado por el ser humano y la naturaleza.	Tornado, huracán y amenaza de bomba.	Es algo que conlleve a la vida de todo ser vivo y/o patrimonio.
Vulnerabilidad	Un riesgo al que están expuestas las personas.	Casas en zona de riesgo, laderas de ríos y laderas de cerros.	Que nadie es inmune a algún desastre.
Emergencia	No contestó.	Atención a una persona lesionada.	Es aquello que se debe atender de manera urgente.

*Nota.* Elaboración propia, 2016.

Con referencia a las preguntas cerradas, en la gráfica 5.1 se observa información acerca del nivel de conocimientos. En ella, el personal operativo y de análisis afirmó que las condiciones meteorológicas nacionales, como huracanes, frentes fríos y tormentas tropicales, representan un riesgo medio. Ello expresa que se percibe que éstos son los factores generadores de lluvias intensas hacia el centro del país. En consecuencia, se involucra la posibilidad de sucesos de lluvias extraordinarias con implicaciones dentro del municipio.

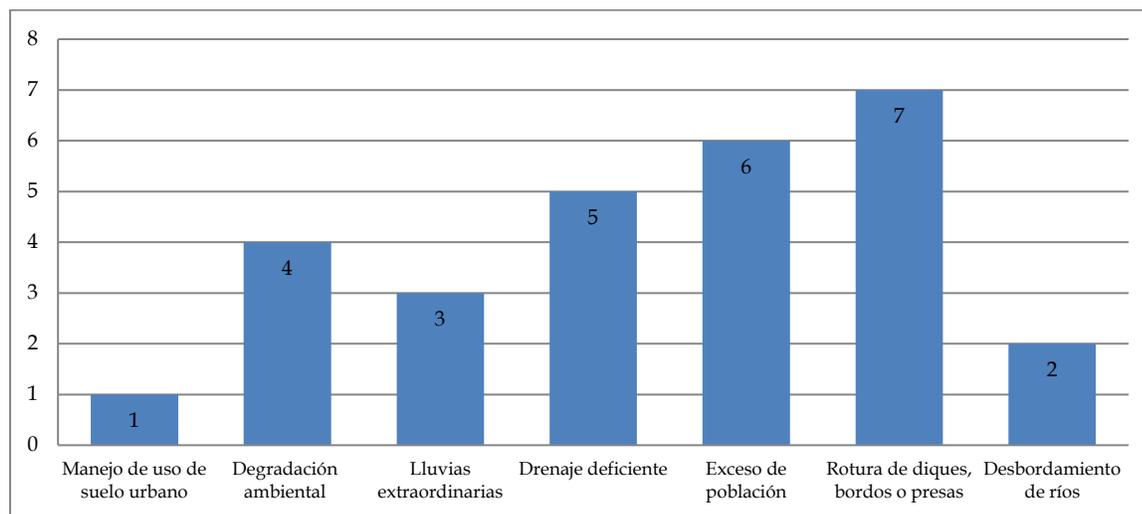
**Gráfica 5.1. Fenómenos considerados un riesgo en la Ciudad de México.**



Gráfica 5.1. Resultados de los reactivos de conocimientos: procesos naturales que se consideran riesgo. Elaboración propia, 2016.

En términos de casos de inundación, los resultados muestran que en este proceso se reconoce un gran riesgo y de alta frecuencia. De igual forma, se percibe que los factores de mayor influencia en dichos fenómenos son la ruptura de una presa o dique y la alta densidad de la población. En un rango medio se encuentran el drenaje ineficiente y la degradación ambiental. Por último, se habló de las lluvias extraordinarias, los desbordamientos de ríos y el mal manejo de uso del suelo (véase gráfica 5.2). En términos generales, las respuestas apuntan a que la mayor parte de los entrevistados reconocen a todos como factores, pero el que consideran de mayor importancia es la ruptura de diques. De tal manera, dejan de lado problemáticas cruciales como las lluvias extraordinarias o el aprovechamiento racional del suelo para una óptima ordenación del territorio.

**Gráfica 5.2. Factores que influyen para que se genere un riesgo de inundación.**

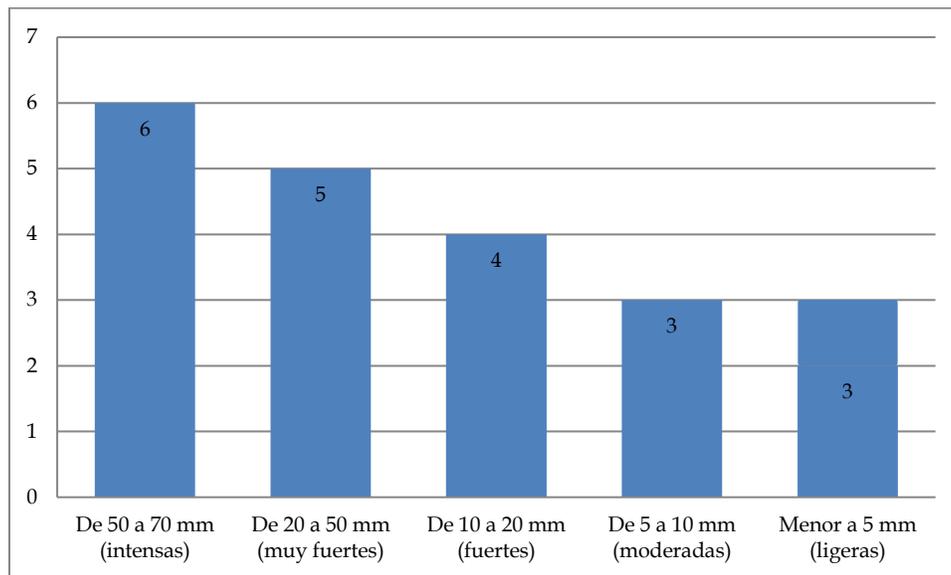


Gráfica 5.2. Figura que muestra los resultados de los reactivos de conocimientos: factores generadores de riesgo de inundación. Elaboración propia, 2016.

En cuanto a los datos relacionados con las problemáticas de precipitación, en la gráfica 5.3 se observa que el personal logra una relación óptima de los valores con su nivel de afectación. En tal sentido, entre los entrevistados existe certeza al considerar cuándo es necesario actuar y plantear marcos de prevención ante la presencia de lluvias extraordinarias.

Finalmente, en cuanto al tema de si se puede evitar el riesgo de inundación, la totalidad de los entrevistados afirmó que ello es posible. En contraparte, al cuestionar sobre cómo o por qué, los resultados no fueron contundentes y 26 reactivos quedaron en blanco. Los cuestionamientos restantes consistían en declaraciones cortas sin argumentos sólidos en cuanto a la prevención. Algunos de ellos eran: “Hay algunas medidas preventivas para minimizarlo” o “Por la infraestructura durante y antes de la inundación”. De acuerdo con los resultados, el tema de la prevención no se ha trabajado de forma precisa, por lo que el personal administrativo y operativo desconoce los procesos y métodos solicitados.

**Gráfica 5.3. Clasificación de datos de precipitación.**



Gráfica 5.3. Figura que muestra los resultados de los reactivos de conocimientos: niveles de precipitación, de mayor (8) a menor impacto (0). Elaboración propia, 2016.

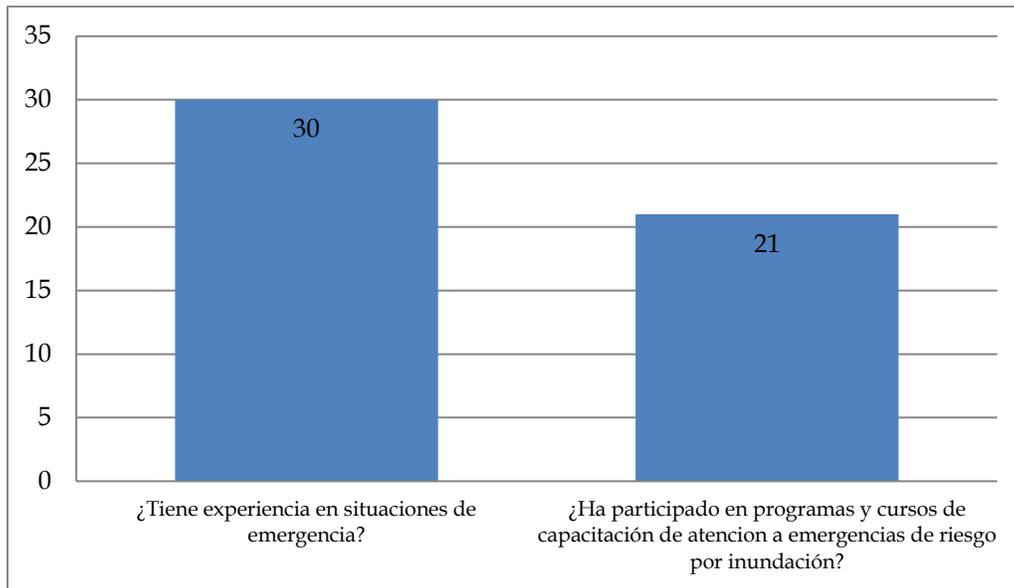
Nota. mm= milímetros.

## Experiencia y capacitación

En los rubros de experiencia y capacitación, se indagó acerca de la experiencia en una situación de emergencia. El total del universo de participantes respondió de forma afirmativa. En la mayoría de los casos, el proceso atendido se refería a inundaciones; en segundo lugar, a deslizamientos; y, en tercero, a incendios. En consecuencia, se deduce que la experiencia de todos los integrantes de la dependencia es basta en cuanto a emergencias.

En lo referente al tema de capacitación, más de 20 personas afirmaron recibir capacitación en programas y cursos de atención a una situación de riesgo. A pesar de ello, cuando se les solicitaba que especificaran el tipo y nombre del curso, no respondían. Ello deja ver que la capacitación es una función básica que no se ha logrado en la práctica (véase gráfica 5.4).

**Gráfica 5.4. Reactivos de capacitación.**



Gráfica 5.4. Figura que muestra la distribución de la capacitación que ha recibido la población encuestada. Elaboración propia, 2016.

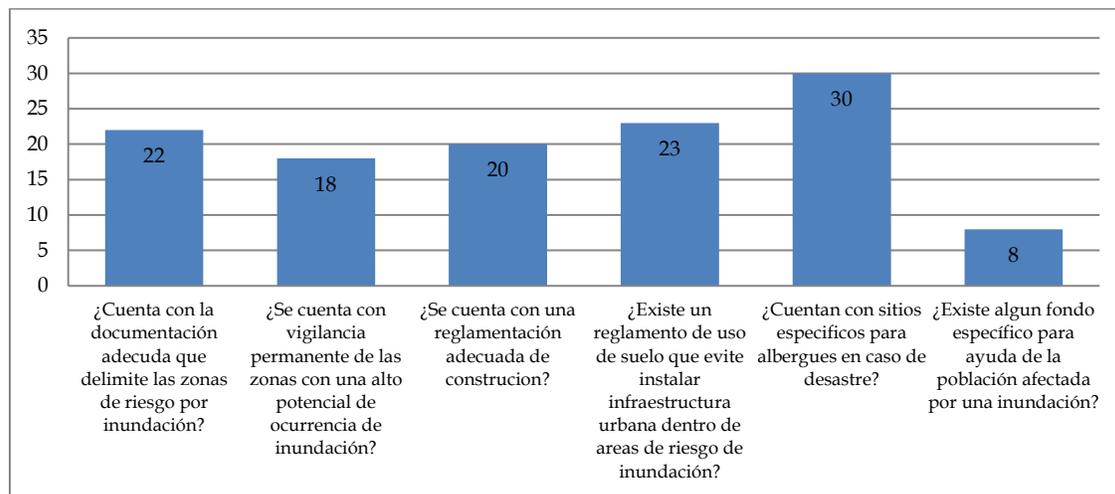
## Gestión de riesgos

En este apartado, las preguntas se direccionan hacia el conjunto de procedimientos que permiten una gestión del riesgo adecuada. Aquí se incluyeron temas relacionados con instrumentos operativos, entre los que se encuentran protocolos de manejo del riesgo dentro de la dependencia; difusión y capacitación a la población acerca de manejo de riesgo y emergencias; documentos que delimiten zonas de riesgos; sistemas de vigilancia en zonas de alto riesgo; reglamentos de construcción y de uso de suelo, y planes de evacuación (gráficas 5.4 y 5.5).

Además, se abordaron cuestiones relacionadas con la estructura orgánica y sus funciones como la responsabilidad para atención de emergencias por nivel de gobierno; la definición de funciones; la declaración de zona de desastre; el desarrollo de políticas o programas en prevención; la preparación, recuperación y mitigación de riesgos; la cooperación de trabajo entre dependencias y niveles de gobierno; la existencia de áreas

específicas de evaluación de riesgos de la Dirección General; la delimitación de espacios para la respuesta o recibimiento de las personas; y aspectos relativos a la participación de las autoridades en cuanto a la atención de protección civil (véase gráfica 5.6).

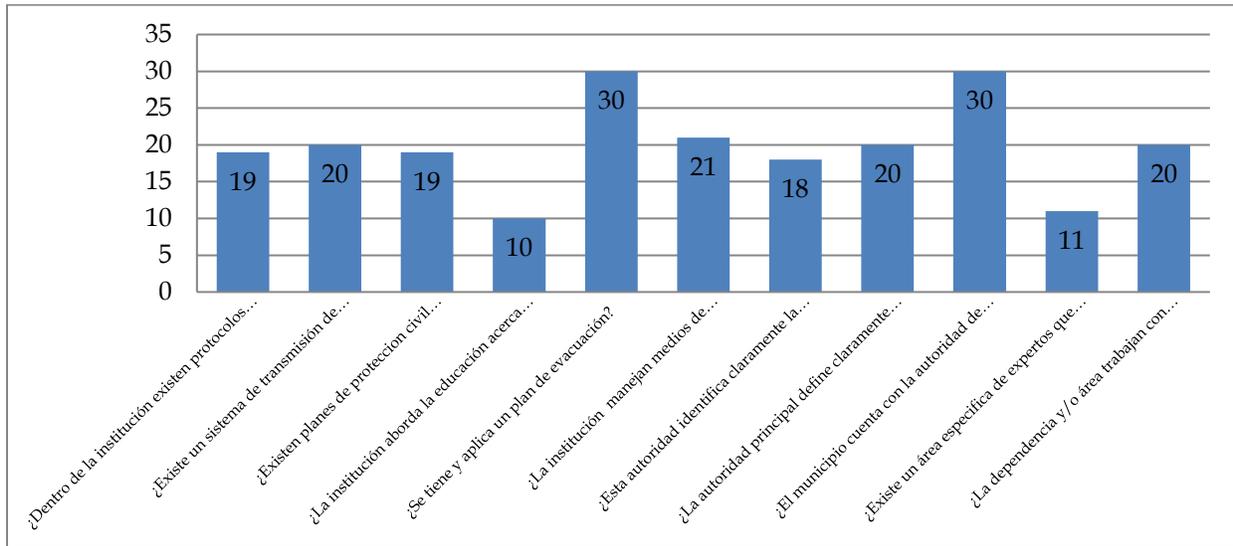
**Gráfica 5.5. Reactivos sobre instrumentos del manejo de riesgo.**



Gráfica 5.5. La figura muestra una serie de preguntas que se le hicieron a los encuestados con respecto de los instrumentos de manejo de riesgos. Elaboración propia, 2016.

En el caso del primer conglomerado de preguntas, una décima de los participantes correspondientes al área administrativa ha respondido que no existen protocolos para el manejo de riesgos de inundación. El resto contestó de manera afirmativa. Por otra parte, no hubo uniformidad en sus características, ya que las respuestas eran distintas en cuanto a visitas a zonas de riesgos, evaluación de la población del área de riesgo, reubicación de población en contingencia, etcétera. Esto muestra que no existe rigurosidad en procesos guiados por un protocolo establecido de manera formal.

**Gráfica 5.6. Reactivos de difusión y capacitación a la población.**



Gráfica 5.6. Figura que muestra los resultados de la variable de manejo de riesgo: difusión y capacitación a la población. Elaboración propia, 2016.

En el tema de difusión, 20 participantes que corresponden al área operativa en campo afirmaron que sí existe transmisión de emergencias, así como planes de prevención. En el primer caso, se habla de trípticos sobre situaciones de emergencia, por lo que se concluye que no existe un aviso previo sino que se difunde en medios masivos cuando ya se gestó un desastre.

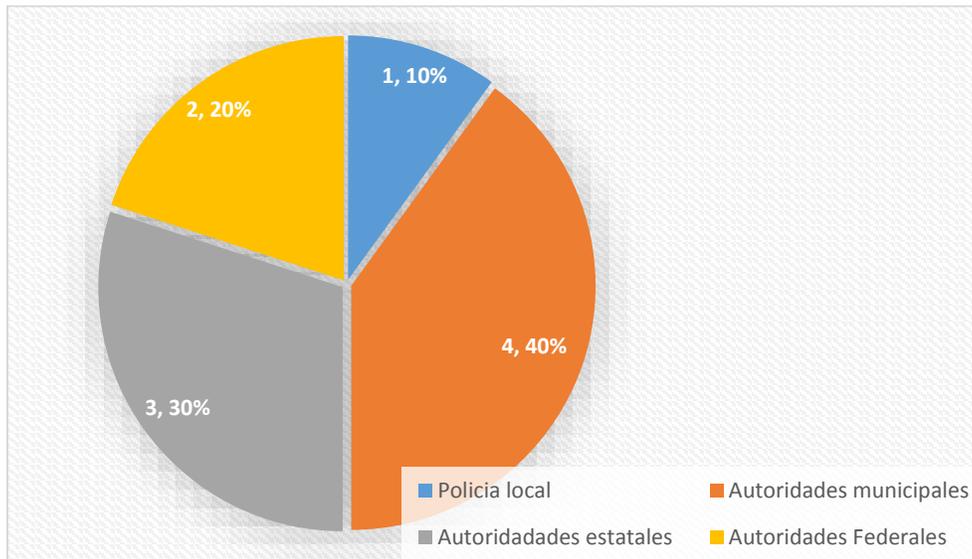
En cuanto a la capacitación de la población, nueve participantes del área de investigación respondieron de forma afirmativa, pero cuando se les preguntó por acciones concretas, su respuesta quedó inconclusa. En tal sentido, se observa desconocimiento sobre el tema. Es importante mencionar que todos reafirmaron la existencia de un plan de evacuación, el cual, según las respuestas, se reduce al traslado de la población a albergues. Así, se resalta que la visión reactiva dentro de la protección civil sigue vigente.

## Estructura y funciones

Con respecto de la estructura del personal para la toma de decisiones y el manejo del riesgo, los entrevistados reconocieron la responsabilidad por parte de tres tipos de autoridades: municipal, estatal y federal. En tal sentido, brindaron mayor peso al ámbito de la demarcación. Así, se confirma que existe un buen conocimiento acerca de la responsabilidad por nivel de gobierno (véase gráfica 5. 7).

En cuanto a las funciones, se planteó que la autoridad municipal es quien presenta el mayor número de tareas. Algunas de las más importantes son la asignación de fondos, la organización, la coordinación y la cuestión operativa en campo. Las dos últimas son llevadas a cabo sólo por el personal de protección civil a nivel federal y estatal. Al respecto, los entrevistados sólo reconocieron la asignación de fondos y expresaron que existe el apoyo del ejército y de organizaciones civiles, como los denominados *topos* en una situación de desastre. En los resultados se hace evidente que el municipio es el encargado del manejo y la gestión de riesgos; sin embargo, al cuestionar si contaban con un área específica para llevar a cabo dichas funciones, sólo una décima parte dio una respuesta afirmativa. En tal sentido, el personal administrativo y el operativo en campo, respondió tener desconocimiento del tema.

**Gráfica 5.7. Responsabilidad en cuanto al manejo del riesgo por tipo de autoridad.**



Gráfica 5.7. Figura que ilustra la responsabilidad atribuida a las diferentes autoridades acerca del manejo de riesgo. Elaboración propia, 2016.

Otras cuestiones como la cadena de mando o la interacción y/o trabajo con otras dependencias fueron temas claros para el personal operativo en campo y los técnicos en el análisis de riesgos. Ambos grupos respondieron que existe una línea bien definida por parte de las autoridades en cuanto a la designación de las acciones. En tal sentido, el personal administrativo no pudo identificar el trabajo en conjunto con los organismos de bomberos, policía y la instancia Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento de Naucalpan (OAPAS).

Otra de las cuestiones analizadas fue la existencia de instrumentos operativos como reglamentos de uso de suelo que prohíban la instalación o infraestructura urbana dentro de áreas de riesgo de inundación y reglamentos de construcción. Al respecto, la mayoría de las respuestas fueron afirmativas, pero sin argumento. Ningún miembro del personal pudo nombrar dichos documentos.

Finalmente, se cuestionó a los encuestados acerca de su percepción de la participación ciudadana en situaciones de riesgo de inundación. Para el personal administrativo y el de

análisis de riesgo, existe desconfianza entre la población. En contraparte, el personal operativo expresó que existe gratitud por parte de los habitantes.

Para comprender las opiniones descritas hasta aquí, es preciso mencionar que los dos primeros grupos mencionados tienen un papel de informadores y verificadores; es decir, funcionan como autoridades municipales encargadas de verificar o dictaminar áreas de riesgo. En consecuencia, desempeñan un papel complicado ante la población. Por otro lado, los operativos en campo tienen un acercamiento distinto con la población, ya que laboran en la situación de desastre, y, por lo tanto, los ven como parte de la ayuda necesaria para la recuperación.

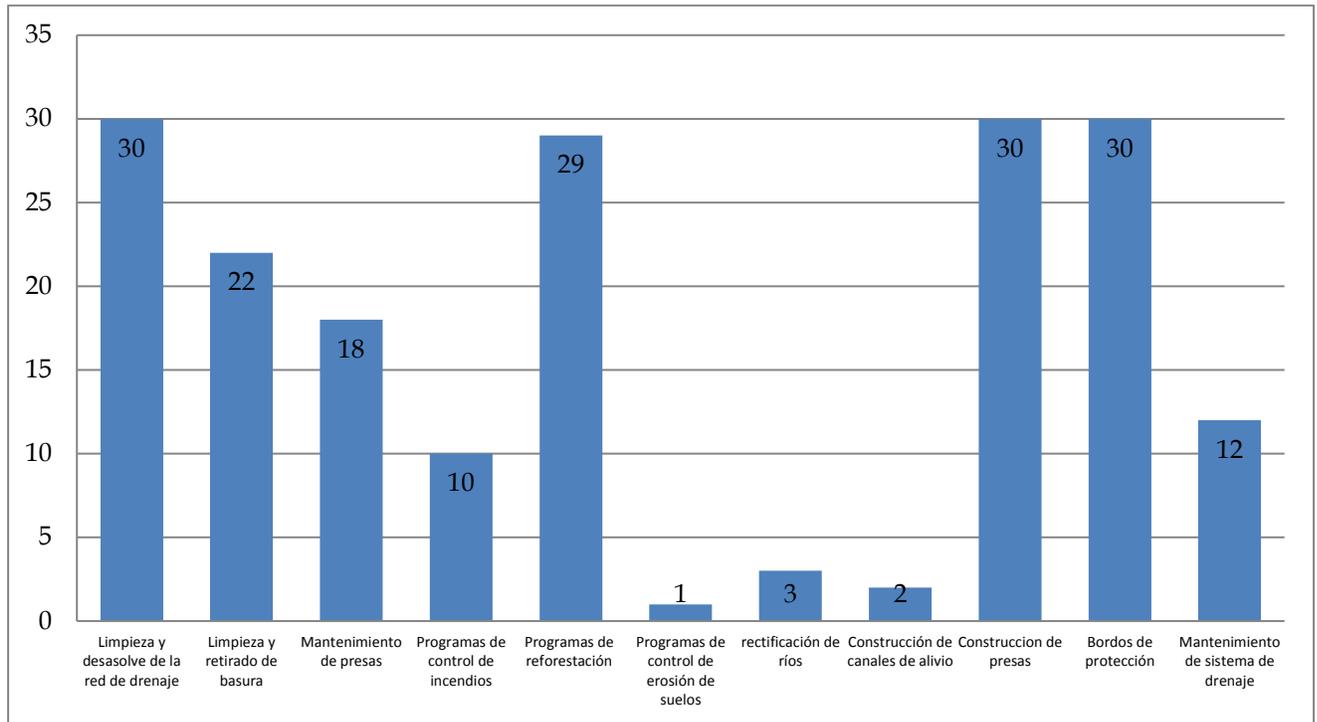
### **5.1.5.3 Barreras físicas**

Las barreras físicas y/o de protección con las que cuenta el municipio hacen referencia a la infraestructura y las acciones referentes a procesos de inundación. En la gráfica 5.8 se muestran las acciones y su nivel de instrumentación. Las respuestas mostraron que los encuestados admiten la existencia de acciones de limpieza y desazolve, programas de reforestación y control de incendios, mantenimiento de presas y, en menor medida, programas de control de suelos. En términos generales, podría decirse que logran contar con actividades que generan un contrapeso ante una situación de riesgos.

En suma, se podría decir que los resultados del cuestionario mostraron que las condiciones de estructura, conocimientos y preparación del personal en las áreas administrativas y operativas presentan resultados aceptables en cuanto al tema del riesgo, en general, y el de inundaciones, en particular. Las funciones y líneas de mando son claras. Además, cuentan con infraestructura para casos de emergencias. Sin embargo, en cuanto al manejo y gestión de riesgos –tema imperante en los discursos de las dependencias públicas– su respuesta es deficiente. A pesar de tener claro que la gestión de riesgos es responsabilidad de los tres niveles de gobierno, la mayor participación recae a nivel municipal mediante el cumplimiento de múltiples tareas, como la localización de áreas

de riesgo, la elaboración de políticas, la difusión y la capacitación, la atención a situación de emergencias, el restablecimiento después del desastre, etcétera.

**Gráfica 5.8. Mantenimiento de obras de infraestructura.**



Gráfica 5.8. Figura que muestra el tipo de mantenimiento permanente que se le ofrece. Elaboración propia, 2016.

Con frecuencia, la situación rebasa a la dependencia. Esto se hace evidente en el hecho de que para una población de más de 800 mil personas sólo se cuenta con 30 elementos fijos dentro de la Dirección de Protección Civil del municipio. Ellos se encuentran distribuidos entre administrativos, operativos en campo y analistas técnicos. El número de habitantes excede la capacidad de la instancia para hacerse cargo de la atención ciudadana, pilar fundamental para la prevención del riesgo. Esto obliga a regresar a la concepción de atención a emergencias y retrasa la instrumentación de un modelo preventivo.

En cuanto a barreras físicas, aunque los resultados mostraron cierta efectividad, el trabajo en campo muestra otra realidad. Hay evidencia de la falta de interceptores

adecuados o vasos reguladores suficientes. Actualmente, sólo existen El Cristo y Totolinga, los cuales han sido destinados al almacenamiento para reservas de agua y se encuentran enclavados en la zona urbana, con alcantarillados, muros de contención y sistemas de captación de agua pluvial con salida artificial. En ellos se presentan diversos problemas, como la obstrucción por basura, la poca permeabilidad de los suelos por su nivel de erosión y los hechos que propician baja capacidad del sistema de drenaje. Como resultado, generan áreas de riesgo de inundación por el desborde de ríos y/o el brote de aguas negras de las alcantarillas. Ejemplos como ésta evidencian la deficiencia en la administración y manejo de uso de suelo con las áreas con procesos de inundación.

Finalmente, se observa que la participación de las autoridades estatal y federal se reduce al fondeo económico que, en última instancia, es gestionado por el municipio. En consecuencia, la federación únicamente vigila y aprueba el manejo de recursos –aunque también participa en la habilitación de albergues temporales–. En general, se observa que las condiciones del municipio en cuanto a la capacidad institucional del manejo de riesgo son deficientes ante un panorama complejo.

Por lo tanto, los resultados del estudio realizado apuestan a que el enfoque para la reducción de riesgo de desastre en las políticas y los planes es inexistente dentro de la dependencia. Esto reduce el fortalecimiento de la institución en cuanto a mecanismos que permitan orientar de manera efectiva las decisiones de prevención. Algunas opciones podrían ser los códigos de construcción, la interacción de instrumentos de suelo, el Atlas de Riesgo, la reducción de riesgos en puntos clave y la integración de los pobladores para capacitación y difusión. Lamentablemente, también se presentan deficiencias en cuanto al cubrimiento de infraestructura para la preparación de respuesta de servicios de bomberos, policía y atención de salud, centros de asistencia de damnificados, ejecución de programas de preparación sobre el riesgo y alerta temprana, etcétera. En consecuencia, las fallas de la dependencia se reflejan en la alta frecuencia de afectación de inundaciones dentro del municipio.

## CONCLUSIONES

Desde la visión siconatural, el riesgo se muestra como una opción conceptual en la que se propone una génesis holística del fenómeno, fundamentada en los planteamientos teóricos de la complejidad. En su determinación no sólo se toman en cuenta las variables geológicas y estructurales, sino también las económicas, sociales, políticas y culturales, lo que facilita y orienta la toma de decisiones en un área geográfica específica. Al respecto, la postura de la geografía regional en cuanto al análisis de riesgo siconatural de inundación se muestra como una alternativa teórico-metodológica adecuada porque permite entender y explicar la problemática desde la relación sociedad-naturaleza. Su definición de territorio fundamenta la idea de que los grupos sociales se apropian del espacio para realizar sus actividades y, en el proceso, imprimen factores que modifican y degradan el medio natural. Como resultado de la presencia humana, los procesos naturales se alteran y pueden convertirse en una amenaza. Así, la población construye situaciones culturales y económicas de vulnerabilidad, donde cada acción se convierte en un factor con unidades homogéneas de riesgo siconatural de inundación que sintetizan, determinan y dan lectura a su expresión.

Desde el punto de vista metodológico, la instrumentación del análisis de las esferas física y social, así como la evaluación de los niveles de riesgo cumplieron de forma apropiada con los objetivos planteados en la presente investigación. La fase descriptiva permitió la elaboración del diagnóstico que proporcionó información sobre el contexto de las condiciones físico-naturales que se relacionan con el objeto de estudio, los procesos de ocupación y, en específico, el manejo del uso del suelo, la influencia, modificación e impacto de las características hidrográficas, y los resultados de los procesos mencionados en términos de magnificación o generación de una amenaza por inundación.

La evaluación cuantitativa por medio del índice de riesgo global logró conjugar los elementos físico-naturales y socioeconómicos relacionados con la probabilidad de

amenaza, con aquellos otros que pueden ser afectados y las características socioeconómicas. Para lograrlo, se recurrió a la integración de una cartografía temática que sintetiza las condiciones espaciales del riesgo socionatural de inundación. El modelo descriptivo facilitó la definición aproximada de un diagnóstico integral físico-geográfico del municipio. El estudio de datos ambientales hidrográficos y de información estadística de las condiciones socioeconómicas de vulnerabilidad y de los elementos expuestos se concretó en un análisis estadístico de susceptibilidad del proceso de inundación con base en el modelo predictivo. De igual forma, se incorporaron criterios de uso de suelo para la generación de escenarios de impacto derivado de situaciones de amenaza socionatural.

La propuesta del modelo Bollin (2003) mostro ser una opción adecuada debido a su adaptabilidad en cuanto a la obtención y manejo de datos de las variables que requiere; así como también, porque mostro una fuerte compatibilidad con los métodos de análisis geoespacialde para la generación del índice de riesgo socionatural global del municipio, esto llevo a que la valoración cuantitativa formará un aporte significativo en el estudio, ya que permite incluir características naturales y socioeconómicas en un mismo modelo de análisis. Así, se simplifica la evaluación de las variables relacionadas directamente con el riesgo. Se consolidó una forma de análisis en la que las condiciones físico-geográficas naturales son objeto de transformación. En tal sentido, la sociedad es el agente de impacto cuya consecuencia es la expresión territorial del riesgo socionatural de inundación.

En otros temas, los SIG brindaron la posibilidad de crear modelos descriptivos y predictivos capaces de definir el comportamiento de los procesos de inundación y las consecuencias de las acciones sobre el medio que conducen a condiciones de riesgo socionatural de inundación. Los resultados de los dos modelos y la instrumentación de herramientas de álgebra matricial generaron el índice de riesgo socionatural global, representado por información espacial gráfica y alfanumérica. Así, se da lectura a la expresión del riesgo socionatural de inundación.

Con base en lo antes mencionado, se considera a los SIG como la vinculación digital entre datos y espacio de diversos factores interrelacionados. Éstos fungen como una herramienta que potencializa el análisis y la explicación del fenómeno de riesgos, gracias a su capacidad de reflejar sobre el espacio información diversa procedente de múltiples aspectos implicados en el proceso. El uso de las herramientas descritas permite mejorar el estudio e iniciar frecuentemente nuevos trabajos de base.

La investigación logra formula un análisis que transita de la descripción a la explicación de la expresión del riesgo socionatural de inundación en el municipio de Naucalpan de Juárez, debido a que delinea de forma espacial territorios propensos a ser afectados por diferentes categorías o niveles de riesgo, determinados por la incidencia que le imprime cada una de los factores clave de amenaza inducida, vulnerabilidad socioeconómica, exposición de elementos expuestos y capacidad institucional; un ejemplo de esto es la probabilidad de ocurrencia de inundaciones sobre morfologías como lomeríos y sierras, que si bien no deberían presentar este tipo de problemática las presentan debido al impacto y modificación del relieve por las actividades humanas.

## CONSIDERACIONES FINALES

La expresión territorial del riesgo socionatural de inundación crea patrones con diferentes grados de afectación. Es que son resultado del proceso de ocupación y uso de suelo. Hasta la fecha, predomina el desconocimiento o desinterés por un manejo adecuado del entorno. En lo que respecta a la función del uso del suelo, no se presenta una adaptación al medio que tome en cuenta las particularidades del terreno de alta dinámica fluvial ni se presta atención a la fuerte presencia de procesos de inundación. En contraposición, existen procesos de apropiación, modificación e impacto que incluyen acciones específicas de deforestación, prácticas agrícolas inadecuadas, manejo no planificado de terrenos, y el uso intensivo del suelo urbano con ocupación masiva de planicies y bordes de ríos. Dichas situaciones dieron pie a la generación de un factor de amenaza construida o potencializada.

Los acontecimientos sociales se relacionan con el proceso de la tenencia de la tierra y la regulación del suelo. Este último se dio después de la ocupación, por lo que la zona urbana fue mayormente irregular. Posteriormente, por intereses económicos y políticos, los espacios se regularizaron y dieron paso a asentamientos en zonas de riesgo, como es el caso de las riveras de los ríos en la zona centro-este del municipio.

Por otra parte, el esquema de los modos de producción industrial masiva de la década de los años cincuenta trajo consigo cambios en la estructura poblacional. Ésta se incrementó de forma acelerada en menos de tres décadas, por lo que rebasó los límites de organización e impuso espacios improvisados con poca planeación, sin servicios ni mantenimiento de obras públicas. Década tras década, la misma sinergia de transición de lo informal a lo formal continuó y trajo consigo aglomeraciones masivas que, para finales de los años setenta, alcanzaron la ocupación de más de 40% de la superficie del municipio. En la mayoría de los casos, se trató de comunidades con patrones de alta vulnerabilidad socioeconómica que evidenciaron la pobreza y desigualdad a partir del proceso

urbanización emergente. Dada la carencia de servicios básicos de electricidad e hidráulica el agua existente en el municipio pasó de ser un elemento de vida a un factor de riesgo.

En la actualidad, la situación continúa sobre el mismo curso descrito. La conurbación informal persiste y aumentan los espacios que paulatinamente podrían consolidarse como urbanos oficiales, pero con las mismas deficiencias. Esta situación genera y agudiza el riesgo de inundación. Además, la problemática evidencia la falta de gestión tanto en el tema de uso de suelo como en el de los riesgos, ya que, a pesar de que se cuenta con el Bando Municipal, el Plan de Desarrollo Urbano y el Atlas de Riesgo, la dinámica hidrológica y los procesos de inundación afectan frecuentemente a la población. De esta forma, se observa que no existe interacción entre dichos instrumentos y que el uso de suelo no es racional, lo que evidencia acciones débiles en la organización del territorio.

Con base en lo antes mencionado, el índice resultante de la investigación se puede considerar como una aportación para el manejo de riesgo de inundación. Éste expresa una representación del riesgo bajo una visión integral en la que se suscribe al ser humano como factor fundamental en su generación. Su contenido brinda información de distintos órdenes al integrar cuestiones naturales, socioeconómicas y aspectos de capacidad institucional. Asimismo, puede formar parte del diseño de planes de desarrollo urbano y permitir enfocar la vocación de los usos de suelo.

Aunado a esto, facilita la identificación de las circunstancias que podrían ser modificadas para organizar actuaciones estructurales y gestionar políticas que conduzcan a mitigar impactos de posibles eventos futuros. Por ello, se sugieren acciones como priorizar zonas de afectación recurrente e incentivar el desarrollo de procesos de planificación, proyectos de mitigación de daños, actividades de preparación y respuesta a emergencias y/o políticas para reducir la vulnerabilidad ante un evento determinado de inundación.

Finalmente, es importante mencionar que el índice es de corte indicativo y de tipo generalizado. Su contenido puede ser un referente para futuras investigaciones. Sin

embargo, no es determinante en estudios específicos a escalas más detalladas, donde se necesitaría definir otro tipo de fuentes de datos y variables.

## REFERENCIAS

- Aneas, S. (2000). Riesgos y peligros: una visión desde la geografía. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 60: 1-18. Recuperado de [<http://www.ub.edu/geocrit/sn-60.htm>] (consultado en noviembre, 2012).
- Álvarez, A. I.; Cadena-Vargas E. (2006). Índice de vulnerabilidad social en los países de la OCDE. *Quiver, Revista de Estudios Urbanos y Regionales*, 2006-2: 247-274.
- Aros, P. (2011). Conceptualización de “espacio”, “territorio” y “límite” desde la geografía y su implicancia en la práctica geográfica dentro del contexto neoliberal. *Revista Latinoamericana de Estudiantes de Geografía*, 2: 77-89.
- Ayanza, J.S.M., Barbosa, P.M., Schmuck, G.; Liberta, G. (2003). *The European Forest Fire Information System (EFFIS)*. S/1: European Commission: JIR Institute for Environment and sustainability.
- Ayala-Carcedo, J.; Olcina-Cantos, J. (2002). Riesgos naturales. Conceptos fundamentales y clasificación. Ayala-Carcedo, J. & Olcina Cantos, J. (coord.). *Riesgos naturales*, 41-70. Barcelona, España: Ariel Ciencia.
- Ayuntamiento de Naucalpan de Juárez (2013). Plan de Desarrollo Municipal, Naucalpan de Juárez, 2016-2018. *Gobierno de Naucalpan de Juárez*. Disponible en: [<http://www.naucalpan.gob.mx/plan-de-desarrollo-municipal-naucalpan-de-juarez-2016-2018/>].

- Bahuguna, V.; Joshi, S.; Deshmukh, N.K.; Bhalchandra, P. (2013). Assessment of Role of GIS for Natural Disaster Management: A Critical Review. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 2(10): 5630-5632.
- Barredo, J. I. (2007). Major flood disasters in Europe: 1950–2005. *Natural Hazards*, 42(1): 125–148.
- Bazant, S. J. (2006). *Manual de Diseño Urbano*. D.F., México: Trillas.
- Becerra-Pineda, A.; Cortez-Ortiz, A. (2006). *Geografía de los Riesgos, una propuesta pedagógica para el municipio de Yumbo*. Tesis de Licenciatura en Ciencias Sociales. Santiago de Cali, Colombia: Universidad del Valle-Facultad de Humanidades.
- Berry, J.K. (2008). A brief history and probable future of Geotechnology. Berry & Associates. *Spatial Information Systems (Basis)*. Recuperado de [[http://www.innovativegis.com/basis/Papers/Other/Geotechnology/Geotechnology\\_history\\_future.htm](http://www.innovativegis.com/basis/Papers/Other/Geotechnology/Geotechnology_history_future.htm)] (consultado en junio 2013).
- Beck, U. (1998). *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad*. D.F., México: Paidós.
- Bell, S., (2006). *Manual de Diseño Urbano*. D.F., México: Trillas.
- Bird, D. K.; Gísladóttir, G.; Dominey-Howes, D. (2009). Resident perception of volcanic hazards and evacuation procedures. *Natural Hazards and Earth System Science*, 9(1):251-266.

- Birkmann, J. (2004). *Monitoring and controlling einer nachhaltigen Raumentwicklung, Indikatoren als Werkzeuge im Planungsprozess*, Dortmund: Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur.
- Birkmann, J. (2006). Indicators and criteria for measuring vulnerability: Theoretical bases and requirements. Birkmann, J. (ed.). *Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies*, 9-54. Tokyo: United Nations University Press.
- Blaikie, P.; Cannon, T.; Davis, I.; Wisner, B. (1994). *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters*. Londres, Reino Unido: Routledge.
- Blaikie, P.; Cannon, T.; Davis, I.; Wisner, B. (1996). *Vulnerabilidad, el entorno social de los desastres*. Bogotá, Colombia: La RED-ITDG.
- Bogardi, J. y Birkmann, J. 2004, Vulnerability Assessment: The First Step Towards Sustainable Risk Reduction. Malzahn, D., Plapp, T. (eds.). *Disaster and Society-from Hazard Assessment to Risk Reduction*, 75-82. Berlin: Logos Verlag.
- Böhme, G. y Hartmut B. (1996). *Fuego, agua, tierra, aire. Una Historia cultural de los elementos*. Barcelona, España: Herder.
- Bollin, C.; Cárdenas, C.; Hahn, H., Vatsa, K S. (2003). *Disaster risk management by communities and local governments*. Inter-American Development Bank.
- Bollin, C.; Hidajata, R. (2006). Community-based risk index: Pilot implementation in Indonesia. Birkmann, J. (ed.). *Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies*, 271-289. Tokio, Japón: United Nations University Press.

- Borja, J. (1998, agosto-septiembre). *Seminario Ciudades: política, gestión y proyecto*. Capital Federal, Buenos Aires Argentina.
- Bosque-Sendra, J.; Escobar-Martínez, F.J.; García-Hernandez, E.; Salado-García, M.J. (1994). *Sistemas de Información Geográfica: prácticas con PC ARC/INFO e IDRISI*. Madrid, España: Ra-Ma.
- Bosque-Sendra, J. (1999). *La ciencia de la información geográfica y la geografía*. Ponencia presentada en el VII Encuentro de Geógrafos de América Latina. San Juan, Puerto Rico.
- Bosque, S.; Zamora, L. (2002). Visualización geográfica y nuevas cartografías. *GeoFocus*, 2: 61-77.
- Buzai, G.D. (1998). *Impacto de la geotecnología en el desarrollo teórico-metodológico de la ciencia geográfica. Hacia un nuevo paradigma en los albores del siglo XXI*. Tesis Doctoral. Mendoza, Argentina: Universidad Nacional de Cuyo-Facultad de Filosofía y Letras.
- Buzai, G.D. (1999). *Geografía global*. Buenos Aires: Lugar.
- Buzai, G.D. (2000). *La exploración geodigital*. Argentina: Lugar.
- Buzai G.D. (2001). Paradigma geotecnológico, geografía global y cibergeografía, la gran explosión de un universo digital en expansión. *GeoFocus*, 1: 24-48.

- Buzai, G.D. (2005). Geografía automatizada, ciencias de la información geográfica y ciencias sociales integradas espacialmente. Avances cuantitativos para los estudios territoriales del siglo XXI. *Fronteras*, 4(4): 31-36.
- Calderón-Aragón, G. (2001). *Construcción y Reconstrucción del Desastre*. D.F., México: Plaza y Valdés.
- Calderón, G.; Rzedowski, J. (2001). *Flora fanerogámica del Valle de México*. D.F., México: Comisión Nacional para el Estudio de la Biodiversidad e Instituto de Ecología, A.C.
- Campos-Alanís, J. (2009). *La geografía de la migración: enfoque conceptual y metodológico alternativo para el caso de México*. Tesis de doctorado en Geografía. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras.
- Calvo-García-Tornel, F. (1984). *La geografía de los riesgos. Geocrítica. Cuadernos críticos de geografía humana*, IX: 1-21. Recuperado de [<http://www.ub.edu/geocrit/geo54.htm>].
- Campos-Vargas, M.; Toscana-Aparicio, A.; Campos-Alanís, J. (2015). Riesgos siconaturales: vulnerabilidad socioeconómica, justicia ambiental y justicia espacial. *Cuadernos de Geografía-Revista Colombiana de Geografía*, 24(2): 53-69.
- Cardona, O.D.; Barbat, A.H. (2000). *El riesgo sísmico y su prevención*. Madrid: Calidad Siderúrgica.

- Cardona, O.D. (2001). *Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejo*. Tesis de Doctorado. Barcelona: Technical University of Catalonia, Department of Terrain Engineering.
- Cardona, O.D. (2003). *La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. Una crítica y una revisión necesaria para la gestión*. [Recuperado de <http://www.desenredando.org>].
- Cardona, O.D. (2005). Sistema de indicadores para la gestión del riesgo de desastre: informe técnico principal. *Programa BID/IDEA de Indicadores para la Gestión de Riesgos, Universidad Nacional de Colombia, Manizales*. [Recuperado de <http://idea.unalmzl.edu.co>].
- Cardona, O.D. (2011). Disaster risk and vulnerability: concepts and measurement of human and environmental insecurity. Brauch, H.G. (ed.). *Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security*, 107-121. Berlin, Alemania: Springer-Verlag.
- Cardona, O. (1999). Environmental Management and Disaster Prevention: Holistic risk assessment and management. Ingleton, J. *Natural Disaster Management* (8a ed.). INDR: Tudor Rose.
- Carter, N.W. (1991). Disaster Management: A Disaster Manager's Handbook. *Asian Development Bank* (ADB).
- Carreño, Martha-Liliana; Cardona, Omar D.; Barbat, Alex H., 2007a: "Urban Seismic Risk Evaluation: A Holistic Approach", in: *Journal of Natural Hazards*, 40, 1 (January): 137-172.

- Carreño, Martha-Liliana, Cardona, Omar D.; Barbat, Alex H., 2007b: "A disaster risk management performance index", in: *Journal of Natural Hazards*, 41, 1 (April): 1-20.
- Carreño-Tibaduiza, M.L.; Cardona, O.D.; Horia, A. (2004). *Metodología para la evaluación del desempeño de la gestión del riesgo*. Centro Internacional de Métodos. Barcelona, España, Numéricos en Ingeniería (CIMNE).
- Castellanos-Abella, E. (2002, febrero). GIS for Natural Disaster Management. *III Congreso Internacional GEOMATICA*. La Habana, Cuba: Palacio de las Convenciones.
- Ciurean, R.L.; Schröter, D.; Glade, T. (2013). *Conceptual Frameworks of Vulnerability Assessments for Natural Disasters Reduction*. [Recuperado de <http://homepage.univie.ac.at/thomas.Glade/Publications/CiureanEtAl2013.pdf> ].
- Cromley, R.G. (1993). Automated Geography: Ten Years Later. *Professional Geographer*, 45:442-443.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2009). *Índice de Marginación por localidad, 2010 e Índice de Marginación por AGEB, 2010*. México: Consejo Nacional de Población.
- Coppock, J.T.; Rhind, D.W. (1991). The history of GIS. *Geographical information systems: Principles and applications*, 1(1): 21-43.
- Coppock, J. T. (1995). GIS and natural hazards: an overview from a GIS perspective. Carrara, A., Guzzetti-Dordrecht, K. (eds.). *Geographical information systems in assessing natural hazards*, 21-34. North America: Springer Netherlands.

Curry, M. (1995). GIS and the inevitability of ethical inconsistency. Pickles, J. (ed.). *Ground truth: the social implications of geographic information systems*, 68-87. Nueva York: Guilford Press.

Cutter, S.L. (1993). *Liting with risk*. London: Edward Arnold.

Cutter, S. L.; Finch, C. (2008). Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(7): 2301-2306.

Davidson, R. (1997). *An Urban Earthquake Disaster Risk Index*. The John A. Blume Earthquake Engineering Center, report no. 121. Stanford, California: Blume Center.

*Ley General de Protección Civil* en Diario Oficial de la Federación, 6 de junio de 2012. [Recuperado de <http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/ley/abr/leyabr059.pdf>].

Gobierno del Estado de México, H. Ayuntamiento de Naucalpan de Juárez, Dirección General de Desarrollo Urbano (2007). *Plan de Desarrollo Municipal 2006-2009*. Gaceta de Gobierno.

De México, Gobierno del Estado. H. Ayuntamiento de Naucalpan de Juárez. Plan de Desarrollo Municipal 2013-2015. Gaceta de Gobierno 2013.

Delgado, O. (2003). La tercera vía: el espacio geográfico desde la teoría de la estructuración. *Debates sobre el espacio en la geografía contemporánea*, 143-149. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Delgado, O. (2011). *Ideas geográficas sobre la relación tiempo, clima y sociedad: el determinismo geográfico como ideología*. [Recuperado de [http://sogeocol.edu.co/documentos/DETERMINISMO\\_GEOGRAFICO.pdf](http://sogeocol.edu.co/documentos/DETERMINISMO_GEOGRAFICO.pdf)].

Del Bosque-González, I.; Fernández-Freire, C.; Martín-Forero-Morente, L.; Pérez-Asensio, E. (2013). *Los sistemas de información geográfica y la investigación en ciencias humanas y sociales*. [Recuperado de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/64940/1/Los%20SIG%20y%20la%20Investigacion%20en%20Ciencias%20Humanas%20y%20Sociales.pdf>].

Dobson, J.E. (1983). Automated geography. *The Professional Geographer*, 35(2), 135-143.

Dobson, J.E.; Fischer, P.F. (2007). The panopticon's changing geography. *Geographical Review*, 97(3): 307-323.

Domínguez-Mora, R. (1990). *Las inundaciones en México. Procesos de formación y formas de mitigación*. México: CENAPRED.

Douglas, M.D. (1996). *Aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales*. Barcelona: Paidós.

Duckham, M.; Goodchild, M.F.; Worboys, M. (2004). *Foundations of geographic information science*. London and the New York: CRC Press.

Emani, S. (1998). Applications in hazard assessment and management. *Explorations in Geographic Information Systems Technology*, 6:1-48.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura-Centro

Internacional de Referencia e Información en Suelos (FAO-UNESCO-ISRIC, 1988). *Mapa mundial de suelos. Leyenda Revisada. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos 60*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Fernández M.; Cervera, G. (2006). *Diagnóstico Ambiental Urbano*. México: Instituto Municipal de Planeación Urbana del Estado de México.

Fordham, M. (2007). Gendering Vulnerability Analysis: Towards a More Nuanced Approach. Bankoff, G.; Frerks, G. y Hilhorts, D. (eds.). *Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People*, 174-182. Londres, Reino Unido: Earthscan.

Fothergrill, A. (1996). Gender, Risk and Disaster. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, 14(1): 33-56.

Gaceta Municipal (2016). *Ayuntamiento Constitucional del Municipio de Naucalpan de Juárez, México*. Municipio de Naucalpan, Estado de México. [ Recuperado de <http://www.naucalpan.gob.mx/gacetasmunicipales/>].

Gamiño, M.; Rodríguez, M.L.; Blanco-López, J., Correa, G. (2013). Indicadores ambientales biofísicos a escala detallada para la planeación territorial en Milpa Alta, Centro de México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía* 80: 21-35.

Gallopín, G. (1994). *Impoverishment and Sustainable Development. A Systems Approach [Empobrecimiento y desarrollo sostenible]*. Canadá: HSD. Consultado en [http://www.iisd.org/pdf/impoverishment\\_and\\_sd.pdf](http://www.iisd.org/pdf/impoverishment_and_sd.pdf).

García-Palomo, A.; Zamorano, J.J.; López-Miguel, C.; Galván-García, A.; Carlos-Valerio, V.; Ortega, R.; Macías, J. L. (2008). El arreglo morfoestructural de la Sierra de Las Cruces, México central. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 25(1): 158-178.

Gobierno del Distrito Federal (2001). *Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal*. Vol. 23. Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda.

Gómez-Mendoza, J. et al. (1982). *El pensamiento geográfico*. Madrid: Alianza Universidad.

Gómez-Escobar, C. (2005). *Aspectos Teóricos y metodológicos de la cartografía de la población*. México: Universidad Nacional Autónoma de México-Facultad de Filosofía y Letras. Posgrado de Geografía, Maestría en Geografía.

Goodchild, M. (1992). Geographical information science. *International Journal of Geographical Information Systems*, 6 (1):31-45.

Gregory, I. (2009). Text, images and statistics: Integrating data and approaches using geospatial computing. *E-Science Workshops, 5th IEEE International Conference. The Kassam Stadium*.

Gutiérrez-Espeleta, E. (2002). *Indicadores sociales: una breve interpretación de su estado de desarrollo*. [Recuperado de <http://biblioteca.clacso.edu.ar/ar/libros/costar/america/cap2.pdf>].

Haesbaert, R. (2013). Del mito de la desterritorialización a la multiterritorialidad. *Cultura y representaciones sociales*, 8(15): 9-42.

Hansen, A. (1984). Landslide hazard analysis. Brunsden, D.; Prior, D.B. (eds.). *Slope Instability*, 523-602. Nueva York, Estados Unidos: Wiley.

- Hewitt, K. (1983). The Idea of Calamity in a Technocratic Age. Hewitt, K. (ed.). *Interpretations of Calamity*, 3-32. Londres, Reino Unido: Alien and Unwin.
- Hilhorst, D. (2003). Responding to Disasters. Diversity of Bureaucrats, Technocrats and Local People. *International Journal of Mass Emergencies and Disastres*, 21(1): 37-56.
- Horn, R.V. (1993). *Statistical indicators for the economic and social sciences*. Cambridge, University Press, Hong Kong.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2009). La información topográfica como conjunto de datos digitales. *Guía para la interpretación de cartografía*, 19-20. México: INEGI.
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI, 1950-2010). *Censos de Población y Vivienda*. México: INEGI.
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI, 2009). *Zonas Metropolitanas en los Estados Unidos Mexicanos: Censos Económicos 2009*. México: INEGI.
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística (2010). *Cartografía Vectorial 1:50,000. Claves E14A28, E14A29, E14A38, E14A39*. México: INEGI.
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística. (2010). *Censos de Población y Vivienda, 2010*. México: INEGI.
- Jepson, M.; Jacob, S. (2007). *Social indicators and measurements of vulnerability for Gulf coast fishing communities*. *NAPA Bull*, 28:57-68.

- Jordán, R.; Sabatini, F. (2014). Economía política de los desastres naturales: prevención y capacitación. *Revista EURE-Revista de Estudios Urbano Regionales*, 14(43): 53-77.
- Kaiser, R.; Spiegel, P. B.; Henderson, A. K.; Gerber, M. L. (2003). The application of Geographic Information Systems and Global Positioning Systems in humanitarian emergencies: lessons learned, programme implications and future research. *Disasters*, 27: 127-140.
- Lake, R.W. (1993). Planning and applied geography: positivism, ethics, and geographic. *Progress in Human Geography*, 17(3): 404-413.
- Lavell, A. (1997). Viviendo en riesgo, comunidades urbanas, vulnerabilidad a desastres y opciones de prevención y mitigación: una propuesta de investigación-acción para centroamerica. Lavell, Allan (comp.). *Viviendo en riesgo comunidades vulnerables y prevención de desastres en américa latina*, 39-57. Lima, Perú: LA RED-FLACSO.
- Lavell, A. (1999). Un encuentro con la verdad: los desastres en américa latina durante 1998. *Anuario Político y Social de América Latina y el Caribe*, 2: 164-172.
- Lavell, A. (2003). *La gestión local del riesgo. Nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica*. Guatemala: Cepredanac-PNUD.
- Lavell, A. (2003a). I. *International Agency Concepts and Guidelines for Disaster Risk Management*; II. *The Transition from Risk Concepts to Risk Indicators*. Programa BID/IDEA de Indicadores para la Gestión de Riesgos, Universidad Nacional de Colombia, Manizales. [Recuperado de <http://idea.unalmzl.edu.co>].

Lavell, A. (2003b). *Approaches to the construction of risk indicators at different spatial or territorial scales and the major components of indicator systems- conceptual bases, risk construction processes and practical implications*. Programa BID/IDEA de Indicadores para la Gestión de Riesgos, Universidad Nacional de Colombia, Manizales. [Recuperado de <http://idea.unalmzl.edu.co>].

Lindell, M. (2013). Disaster studies. *Current Sociology*, 61(5-6): 797-825.

Llanos-Hernández, L. (2010). El concepto del territorio y la investigación en las ciencias sociales. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 7(3): 207-220.

Longley, P.A. (2000). The academic success of GIS in geography: Problems and prospects. *Journal of Geographical Systems*, 2(1): 37-42.

Longley, M.F.; Goodchild, D.J.; Rhind, D.W. (2005). *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications*. Hoboken, Nueva Jersey: John Wiley & Sons.

Lefebvre, H. (1974). *La production de l'espace*. París: Anthropos.

Delgado-Mahecha, O. (2003). *Debates sobre el espacio en la geografía contemporánea*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Maantay, J.; Maroko, A. (2009). Mapping urban risk: Flood hazards, race & environmental justice in New York. *Applied Geography*, 29 (1): 111-124.

Maskrey, A. (1998). *Navegando entre brumas: la aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de riesgos en América Latina. Soluciones prácticas*. Perú: LA RED.

Massiris, A. (2005). *Fundamentos conceptuales y metodológicos del ordenamiento territorial*. Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

- Mateo, J. (2005). *La concepción sobre los paisajes vista desde la Geografía*. Cuba: Universidad de La Habana-Facultad de Geografía.
- Martínez-Rubiano, M.T. (2011). Los geógrafos y la teoría de riesgos y desastres ambientales. *Perspectiva Geográfica*, 1(14): 241-263.
- Méndez, E. (2002). *Métodos para el diseño urbano*. México: Trillas.
- Méndez, R. (2008). Trayectorias recientes de la geografía: algunos problemas y potencialidades para su enseñanza. *Huellas*, 12:128-155.
- Monroy, G.J.; Campos-Vargas, M.; Toscana-Aparicio, A.; García-Ruiz, D. (2010). Sistema inteligente del combate al feminicidio: geoinformática, innovación tecnológica geoespacial y sistemas de información geográfica en Toluca. Arteaga-Botello, N. (coord.). *Por eso la maté: una aproximación sociocultural a la violencia contra las mujeres*, 139-165. México: Porrúa.
- Montañez-Gómez G., Delgado-Mahecha, O. (1998). Espacio, territorio y región: conceptos básicos para un proyecto nacional. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, VII (1-2): 120-135.
- Montañez-Gómez, G. (2001). Introducción razón y pasión del espacio y el territorio. Montañez-Gómez, G.; Carrizosa-Umaña, J.; Suárez-Fernández, N.; Delgado-Mahecha, O.; Lucio, J.A. (eds.). *Espacio y territorios razón pasión e imaginarios*, 15-32. Colombia: Universidad Nacional de Colombia-Vicerrectoría General.

- Molto-Mantero, E., Hernández-Hernández, M. (2002). Desarrollo local, Geografía y análisis territorial integrado: algunos ejemplos aplicados. *Investigaciones geográficas*, 27: 175-190.
- Moreno-Cuesta, E., González-Algarra, E., & Otero-Pastor, I. (2001). Caracterización del paisaje y su posible impacto ambiental a partir de la clasificación de usos de suelo Corine land cover y la utilización de sistemas de información geográfica. *Informes de la Construcción*, 53(476): 11-20.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2001). *Framework for action For the Implementation of the International Strategy for Disaster Reduction (ISDR)* [Recuperado de <http://eird.org/fulltext/marco-accion/framework-english.pdf>]. (Consultado en enero, 2012).
- Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2004). *Reducing Disaster Risk: A Challenge for Development. A Global Report*, Chapter 2th: International Patterns of Risk, the Disaster Risk Index, DRI, Ginebra. [Recuperado de <http://www.undp.org/bcpr/disred/rdr.htm>] (Consultado en enero, 2012).
- Olaya, V. (2011). Sistemas de Información Geográfica. *Cuadernos Internacionales de Tecnología para el Desarrollo Humano*, 2009, 8: 1-839.
- Olcina-Cantos, J. (2002). Riesgos naturales. Conceptos fundamentales y clasificación. Ayala-Carcedo, F.J. & Olcina-Cantos, J. (coord.). *Riesgos naturales*, 41-70. Barcelona: Ariel Ciencia.
- Openshaw, S. (1991). A view on the GIS crisis in geography, or using GIS to put Humpty Dumpty back together again. *Environment and Planning. A* (23): 621-628.

Oropeza, M.; Díaz, N. (2007). La geotecnología y su inserción en el pensamiento geográfico. *Terra Nueva Etapa*. 23 (34): 71-95.

Ostuni, J. (1992). Introducción a la geografía. Buenos Aires, *Ceyne, Geografía*, 2, 109.

Pickles, J. (1999). Arguments, debates and dialogues: the GIS-social theory debate and the concern for alternatives. Longley, P. A.; Goodchild, M.F.; Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (eds.). *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Applications, and Management*, 49-60. New York: Wiley.

Pillet, F. (2004). La geografía y las distintas acepciones al espacio geográfico. *Investigaciones Geográficas*, (34): 141-154.

Quadratin. (2016). *Noticias de Estado de México*. Consultado en noviembre, 2016: [Recuperado de <https://edomex.quadratin.com.mx/>].

Quintana-Romero, L. (2012). Perspectivas de la actividad industrial en el municipio de Naucalpan. Egurrola, J. I. & Quintana-Romero, L. (eds.). *La Industria en la zona metropolitana del Valle de México*, 107-133. México: Plaza y Valdez.

Raffestin, C. (1993). *Uma Geografia do poder*. S/l: Atica.

Ramírez-Hernández, R. (2012). Perspectivas de la actividad industrial en el municipio de Naucalpan. Egurrola, J. I. & Quintana-Romero, L. (eds.). *La Industria en la zona metropolitana del Valle de México*, 57-74. México: Plaza y Valdez

Rébora A. Tongo, & Tongo A. Rébora (2000). *¿Hacia un nuevo paradigma de la planeación de los asentamientos humanos? políticas e instrumentos de un suelo Para un Desarrollo Urbano Sostenible, Incluyente y Sustentable. El caso de la región oriente en el Valle de*

México. México: Miguel Ángel Porrúa-Universidad Nacional Autónoma de México-Gobierno del Distrito Federal-Colegio Mexiquense.

Reglamento del Libro Quinto del código Administrativo del Estado de México. *Gaceta del Gobierno del Estado de México*, 2002.

Reyes, D. L.; Córdoba-Henao, G. A. (2011). Los conceptos región y territorio como aporte a los estudios de la lengua. *Lenguas en contacto y bilingüismo*, 3 (2): 131-160, [Recuperado de <http://www.bibliodigitalcaroycuervo.gov.co/192/>] (Consultado en junio, 2013).

Reyes, M.; Martínez-Arce, J. (2003). Tecnologías de Información, cartografía y geografía en la era digital. *Revista Boletín de Política Informática*, (2): 1-11.

Ratzel, F. (1982). El territorio, la sociedad y el Estado. Gómez-Mendoza, J.; Muñoz-Jiménez, J. & Ortega-Cantero, N. (coord.) *El pensamiento geográfico. Estudio interpretativo y antología de textos (De Humboldt a las tendencias actuales)*. Madrid: Alianza.

Rodríguez-García, Agustín. (2011). *Aproximaciones al determinismo y al posibilismo geográfico y cultural*. [Recuperado de <http://biblioteca.culturadefensa.org/>] (Consultado en abril, 2013).

Rodríguez Jaume, M. (2000). *Modelos Socio-Demográficos Atlas Social de la Ciudad de Alicante*. Tesis de Doctorado. España: Universidad de Alicante.

Romero, H.; Opazo, D. (2011). Ecología política de los espacios urbanos metropolitanos: Geografía de la injusticia ambiental. *Revista Geográfica de América Central*, 2 (47E):1-16.

Ruíz-Pérez, M. & Grimalt-Gelabert, M. (2012). Análisis de la vulnerabilidad social frente a desastres naturales: el caso de la isla de Mallorca (baleares. España). Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG). *Revista digital Universidad Nacional de Luján*, 4, sección I: 1-26. [Recuperado de <http://www.gesig-proeg.com.ar>] (Consultado mayo, 2013).

Sailajananda, S. & Bishmita, M. (2012). "Understanding the relationships between society and environment in geography with gis support". *International Journal of Science, Environment and Technology*, 1(5): 386-394.

Sánchez-Cervantes, E. *El Desarrollo de la Ciudad de México*. Consultado en: [Recuperado de [http://www.posgrado.unam.mx/publicaciones/ant\\_omnia/11/03.pdf](http://www.posgrado.unam.mx/publicaciones/ant_omnia/11/03.pdf)]. (Consultado en septiembre, 2015).

Sánchez, J. (1991). *Espacio, economía y Sociedad*. Madrid: Siglo XXI.

Sánchez, D. C. (2013). Contribución del análisis espacial a la ciencia y a la geografía: El caso de los métodos clasificatorios. *GeoUSA, revista científica de Geografía*, 2 (3): 36-58.

Santana, G. (1995). Naucalpan ayer y hoy. Historia. *Coordinación Técnica del H. Ayuntamiento de Naucalpan de Juárez*, México: s/e.

Santarelli de Serer, S. & Campos, M. (2002). *Corrientes epistemológicas, metodología y prácticas en Geografía. Propuestas de estudio en el espacio local*. Bahía Blanca: editorial de la Universidad Nacional del Sur.

- Santos, M. (1996). *A natureza do espaço*. Sao Paulo: Editora Hudtec.
- Sauer, C. O. (1925) La morfología del paisaje. Bosque, J. & Ortega, F. (eds.). *Fragmento, Comentarios de textos geográficos (Historia y crítica del pensamiento geográfico)*, 94-96. Barcelona: Oikos-tau.
- Saurí, D. (1993). *Tradición y renovación en la geografía ambientalista*. [Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/DocumentsAnalisi/article/download/41584/52412>] (Consultado en mayo, 2013).
- Sayer, R. (1979). Understanding urban models versus understanding cities. *Environment and Planning, A* (11): 853-862.
- Schjetnan, M.; Calvillo J. & Peniche M. (2004). *Principios de Diseño Urbano/Ambiental*. México: Pax México.
- Schneider-Tartaruga, S. & Peyré, I. G. (2004). Território e abordagem territorial: das referências cognitivas aos aportes aplicados à análise dos processos sociais rurais. *Raízes, Campina Grande*, 23 (1-2): 99-116.
- Secretaría de Gobernación (SEGOB, 2014). *Conoce el SINAPROC*. Consultado en noviembre 2016: [Recuperado de [http://www.proteccioncivil.gob.mx/es/ProteccionCivil/Conce\\_el\\_SINAPROC](http://www.proteccioncivil.gob.mx/es/ProteccionCivil/Conce_el_SINAPROC)]
- Secretaría de Gobernación (SEGOB, 2008), *Programa Nacional de Protección Civil*, México: Coordinación General de Protección Civil, Secretaría de Gobernación, México. [Recuperado de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5060600&fecha=19/09/2008](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5060600&fecha=19/09/2008)].

Secretaría General de Gobierno. *Gobierno del Estado de México*. Consultado en noviembre 2016. [Recuperado de [http://dgproteccion\\_civil.edomex.gob.mx/antecedentes](http://dgproteccion_civil.edomex.gob.mx/antecedentes)].

Sheppard, E. (2001). Quantitative geography: representations, practices, and possibilities. *Environment and Planning D*, 19 (5): 535-554.

Simões, F. (2009). SToRM: A numerical model for environmental surface flows. International Association of Hydraulic Engineering & Research. *33rd IAHR Congress: Water Engineering for a Sustainable Environment*. Consultado en: <ftp://brrftp.cr.usgs.gov/pub/rmcd/SToRM%20Papers/10309.pdf>

Sistema Nacional de Protección Civil (2001), *Programa Nacional de Protección Civil 2008-2012*. México: Secretaría de Gobernación. [Recuperado de [http://www.azc.uam.mx/proteccioncivil/frames/doc\\_cons/doc/PNPC2001-2006.pdf](http://www.azc.uam.mx/proteccioncivil/frames/doc_cons/doc/PNPC2001-2006.pdf)].

Soeters, R. Van Westen, C. J. (1996). Slope instability recognition, analysis and zonation. Turner, A. K. & Schuster, R.L. (eds.). *Landslides Investigation and Mitigation, Transportation Research Board. Special Report 247*, 19 -177. Washington: National Academy Press.

Baca-Tavira, N. & Castillo-Fernández, D. (2005). Precarización Ocupacional por Género en Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca. *Convergencia Revista de Ciencias Sociales*, (37).

Toscana, A. (2002), *Voy a exterminar al hombre de la faz de la Tierra*. Notas sobre la idea de desastre. *Argumentos*, (43): 17-31.

- Toscana-Aparicio, A. (2003). *Paulina la configuración de un desastre*. Tesis de doctorado en Geografía, Posgrado de Geografía. México: Facultad de Filosofía y Letras-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Toscana-Aparicio, A. 2006. *Los paisajes del desastre*. Tesis de doctorado en Geografía, Posgrado de Geografía. México: Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Toscana-Aparicio, A. (2010). El estudio del territorio en la Geografía Humana. Rodríguez-Wallenius, C. A. (coord.) *Defensa comunitaria del territorio en la zona central de México: enfoques teóricos y análisis de experiencias*, 33-55. México: Juan Pablos Editor.
- Toscana-Aparicio, A. (2011). Protección civil, población, vulnerabilidad y riesgo en Santiago Miltepec, Toluca. *Investigaciones Geográficas*, (74), 35-47.
- Toscana-Aparicio, A. (2013). Desastre: ¿Castigo divino o proceso social? Toscana-Aparicio, A. & Monroy, J. F. (eds.). *Riesgos y desastres. Aproximaciones teóricas y empíricas*, coord., 15- 38. México: Plaza y Valdés.
- Toscana-Aparicio, A. (2014). Actores sociales en la gestión local del riesgo de desastre en Valle de Chalco Solidaridad, Estado de México. *Espacialidades. Revista de temas contemporáneos sobre lugares, política y cultura*, 4(1), 139-169.
- Toscana-Aparicio, A. (2016). Los gobiernos municipales mexiquenses en la mitigación de riesgos y prevención de desastres. *Carta Económica Regional*, (113).
- TUAN, Yi-fu. (1976). *Geografía Humanística*. Annals of the Association of American Geographers. LXVI No 2.

Twigg, J. (2004). *Good Practice Review. Disaster Risk Reduction: mitigation and preparedness in development and emergency programming*. No. 9. London: Overseas Development Institute-Humanitarian Practice Network.

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, 1992). *Atlas Nacional de México*, Hoja IV.6.5. Periodo de datos 1945-1980; SARH. México: Instituto de Geografía.

Van Westen, C. J. (2008). *Remote Sensing and GIS for Natural Hazards Assessment and Disaster Risk Management*. Netherlands: Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation (ITC)-University of Twente Hengelosestraat.

Van Westen, C.J. (2009). *Distance Education course on the use of spatial information in Multihazard risk assessment*. [Recuperado de <http://www.itc.nl/Pub/study/Courses/C11-AES-DE-01>]. (Consultado enero 2013).

Villagrán de León, J.C. (2004). *Manual para la estimación cuantitativa de riesgos asociados a diversas amenazas*. Guatemala: Acción Contra el Hambre.

Wadge, G.; Wislocki, A. P. & Pearson, E. J. (1993). Spatial analysis in GIS for natural hazard assessment. Goodchild, M. F, Parks, B. O. (eds.). *Environmental Modeling with GIS*, 332-338. Oxford: University Press.

Walter Porto-Gonçalves, C. (2006). De Saberes y de Territorios: diversidad y emancipación a partir de la experiencia latino-americana. *Polis Revista Latinoamericana* [Recuperado de <http://polis.revues.org/2636>].

- Wilches-Chaux, G. (1989). *Desastres, ecologismo y formación profesional*. Colombia: SENA-Popayán.
- Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. Maskrey, A. (eds.). *Los Desastres no son naturales*, 11-4. Bogotá: La Red-Tercer Mundo Editores.
- Wilkman, A. & Timberlake, L. (1984). *¿Natural disasters, Acts of God or Acts of man?* Philadelphia: Earthscan Book.
- Wright-Dawn, J.; Goodchild, M. F. & Proctor, J. D. (1997). Demystifying the persistent ambiguity of GIS as 'tool' versus 'science'. *Annals of the Association of American Geographers*, 87 (2): 346-362.
- Zaman, M. (1999). Vulnerability, disaster, and survival in Bangladesh. Oliver-Smith, A. & Hoffman, S. M. (eds.). *The Angry Earth. Disaster in Anthropological Perspective*, 192-212. Londres: Routledge
- Ziccardi, A. (2003), La planeación urbana municipal ¿función normativa o sustento de la gobernabilidad local? Cabrero, E. (coord.). *Políticas públicas municipales. Una agenda en construcción*. México: CIDE.

# ANEXO 1

Cuestionario aplicado a la unidad de Protección Civil del Municipio de Naucalpan, Estado de México.

Nombre del encuestador				
No. de cuestionario				
Fecha de aplicación				
Cuestionario sobre: Riesgos siconaturales de inundación				
Indicaciones				
Lea a conciencia cada pregunta antes de responder				
Conteste todas las preguntas				
No existen respuestas correctas o incorrectas. Lo que nos interesa es conocer su opinión				
1. Datos generales de identificación				
1.1 Sexo	Masculino ( )		Femenino ( )	
1.2 Máximo nivel de estudios				
1.3 Carrera o área de especialización				
1.4 Área o departamento en la que labora				
1.5 Cargo o puesto dentro de la institución				
2.1 Desde su punto de vista ¿qué es?				
	Desastre			
	Riesgo			
	Amenaza			
	Vulnerabilidad			
	Emergencia			
2.2 Usted cree que para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México los huracanes representan un riesgo				
Marcar el nivel y la frecuencia en el que 1 es el menor y 3 el mayor grado				
No representan riesgo	1	2	3	Son de muy alto riesgo

No son frecuentes	1	2	3	Son muy frecuentes		
2.3 Usted cree que para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México los frentes fríos representan un riesgo						
Marcar el nivel y la frecuencia en el que 1 es el menor y 3 el mayor grado						
No representan riesgo	1	2	3	Son de muy alto riesgo		
No son frecuentes	1	2	3	Son muy frecuentes		
2.4 Usted cree que para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México las tormentas tropicales representan un riesgo						
Marcar el nivel y la frecuencia en el que 1 es el menor y 3 el mayor grado						
No representan riesgo	1	2	3	Son de muy alto riesgo		
No son frecuentes	1	2	3	Son muy frecuentes		
2.4 Usted cree que las inundaciones en el municipio:						
Marcar el nivel y la frecuencia en el que 1 es el menor y 3 el mayor grado						
No son un riesgo	1	2	3	Son una gran riesgo		
No son frecuentes	1	2	3	Son muy frecuentes		
Son un proceso natural						
2.5 De los siguientes factores ¿Cuáles cree que influyen para que se genere un riesgo?						
Enumere del 1 al 7 el nivel de importancia que usted considere						
	Manejo de uso de suelo urbano					
	Degradación ambiental					
	Lluvias extraordinarias					
	Drenaje deficiente					
	Exceso de población					
	Rotura de diques, bordos o presas					
	Desbordamiento de ríos					
	Todas las anteriores					

2.6 En función a los datos como clasificaría los siguientes datos de precipitación							
Los valores son por intensidad en 24 hrs. (Se puede elegir hasta 2 opciones)							
	De 50 a 70 mm	Intensas	Muy fuertes	Fuertes	Moderadas	Ligeras	Escasas
	De 20 a 50 mm	Intensas	Muy fuertes	Fuertes	Moderadas	Ligeras	Escasas
	De 10 a 20 mm	Intensas	Muy fuertes	Fuertes	Moderadas	Ligeras	Escasas
	De 5 a 10 mm	Intensas	Muy fuertes	Fuertes	Moderadas	Ligeras	Escasas
	Menor a 5 mm	Intensas	Muy fuertes	Fuertes	Moderadas	Ligeras	Escasas
2.7 Desde su punto de vista el riesgo de inundación se puede evitar?							
	Si						
	No						
	Porque?						
3.1 ¿Tiene experiencia en situaciones de emergencia?							
	Si						
	No						
Si la respuesta es afirmativa mencione en cuales:							
3.2 Ha participado en programas y cursos de capacitación de atención a emergencias de riesgo por inundación							
	Si						
	No						
Si la respuesta es afirmativa mencione en cuales:							
3.3 Desde su opinión la participación de las autoridades gubernamentales, se recibe por la población							
Marque con una X							
	Gratitud						

	Alegría					
	Desconfianza					
	Descontento					
	Miedo					
	Indiferencia					

4.1 ¿Dentro de la institución existen protocolos específicos referidos al manejo de riesgo de inundación?						
Marque con una X						
<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No			
Nombre alguno:						
4.2 ¿Existe un sistema de transmisión de emergencia de inundación?						
Marque con una X						
<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No			
4.3 ¿Existen planes de protección civil dirigidos a la población acerca del riesgo por inundación?						
Marque con una X						
<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No			
Nombre alguno:						
4.4 ¿La institución aborda la educación acerca de los peligros de inundación y el grado de exposición en el que se encuentra?						
Marque con una X						
<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No			
4.5 ¿Se tiene y aplica un plan de evacuación?						
Marque con una X						
<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No			
Nombre alguno						
4.6 ¿La institución manejan medios de difusión de emergencia?						

Marque con una X				
Si	No			
Nombre alguno				
Estructura orgánica				
5.1 La responsabilidad para la atención de emergencias por un riesgo de desastre de inundación recae en				
Elegir un valor del 1 al 4 para asignar la importancia de participación				
Policía local				
Autoridades municipales				
Autoridades estatales				
Autoridades Federales				
Otras				
5.2 ¿Cuáles de estas es la función (es) de las autoridades que participan en el manejo de riesgos de desastres por inundación				
Marque con una X				
		Organización y /coordinación	Operativa en Campo	Asignación de fondos
Policía local				
Autoridades municipales				
Autoridades estatales				
Autoridades Federales				
Personal de protección civil				
Ejercito				
Otras				
5.3 ¿Dentro del organigrama de la institución en quien recae la responsabilidad directa de una situación de riesgo por inundación				
Pregunta abierta				
Cuál es el puesto:				

5.4 ¿Esta autoridad identifica claramente la responsabilidad de sus funciones como responsable?				
Marque con una X				
<input type="checkbox"/>	Si			
<input type="checkbox"/>	No			
5.5 ¿La autoridad principal define claramente la cadena de mando durante una situación de desastre?				
Marque con una X				
<input type="checkbox"/>	Si			
<input type="checkbox"/>	No			
5.6 ¿El municipio cuenta con la autoridad de declaración de zonas de desastre?				
Marque con una X				
<input type="checkbox"/>	Si			
<input type="checkbox"/>	No			
<input type="checkbox"/>	¿Por qué?			
5.7 ¿Cuenta o desarrolla la institución políticas o programas acerca de?:				
Marque con una X				
<input type="checkbox"/>		Si	No	
<input type="checkbox"/>	Prevención de riesgo			
<input type="checkbox"/>	preparación de riesgos			
<input type="checkbox"/>	Recuperación de desastres			
<input type="checkbox"/>	Mitigación de riesgos			
Si la respuesta es afirmativa mencione cuales:				
5.8 ¿Existe un área específica de expertos que haga las evaluaciones de riesgo por inundación?				
Marque con una X				
<input type="checkbox"/>	Si	No		
Si la respuesta es afirmativa mencione el nombre:				

5.9 ¿La dependencia y/o área trabajan con otras dependencias en la reducción y prevención de desastres?				
Marque con una X				
	Si	No		
Si la respuesta es afirmativa mencione el nombre:				

6.1 Cuenta con la documentación adecuada que delimite las zonas de riesgo por inundación?		
Marque con una X		
	Si	No
Nombre alguno:		
6.2 ¿Se cuenta con vigilancia permanente de las zonas con una alto potencial de ocurrencia de inundación?		
Marque con una X		
	Si	No
6.3 ¿Se cuenta con una reglamentación adecuada de construcción?		
Marque con una X		
	Si	No
6.4 ¿Existe un reglamento de uso de suelo que evite instalar infraestructura urbana dentro de áreas de riesgo de inundación?		
Marque con una X		
	Si	No
6.5 ¿Las obras de infraestructura de agua cuentan con mantenimiento permanente?		
Marque con una X		
Limpieza y desazolve de la red de drenaje	Si	No
Limpieza y retirado de basura	Si	No
Mantenimiento de presas	Si	No
Programas de control de incendios	Si	No
Programas de reforestación	Si	No

Programas de control de erosión de suelos	Si	No
Otro		
6.6 ¿Cuentan con sitios específicos para albergues en caso de desastre?		
Marque con una X	Si	No
Nombre alguno		
6.7 ¿Existe algún fondo específico para ayuda de la población afectada por una inundación?		
Marque con una X		
	Si	No