



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía



Modelo para la estimación de costos de daños directos por inundación en
establecimientos comerciales en las zonas inundables del río Lerma, Estado
de México 2009-2012

Tesis individual
Que para obtener el título de:

Licenciado en Geografía

Presenta

Israel Vázquez Moran

Asesor de tesis:

Dr. Edel Cadena Vargas

Asesor externo:

Dr. Carlos Díaz Delgado

Revisores:

Dr. José Emilio Baró Suárez

Dr. Juan Campos Alanís

Toluca, México, Abril de 2013

A mis padres por su consejo, apoyo y comprensión, durante todos los momentos de mi vida, en especial a mi madre que me apoyo a seguir adelante y no darme por vencido.

A mis hermanos Roberto, Giovanni, Jesús, Abimael, Miguel y Daisy, por su apoyo y comprensión.

A mi querida abuelita Jerónima, que siempre me aconsejo y alentó a seguir adelante y a no darme por vencido a pesar de la adversidad.

A mi familia en especial a mis tíos Miguel y Ricardo, por estar con migo en las buenas y en las malas, y a enseñarme que todo tiene una solución.

A mis queridos compadres Ramos y Mari, por su apoyo y consejos los cuales me han servido de mucho.

A mi maestra y amiga Marisol por sus consejos y apoyo en mis estudios, y a enseñarme a tomar todo con sabiduría.

A mis queridos amigos Amparo, Yuri, Rocío, Ivonne, Bety, Hugo, Eliel, Omar, Alejandro, Gabo, Luis, Hugo Ulises, al resto de mis amigos y compañeros, que me aconsejaron y motivaron a concluir este trabajo.

A América que es una persona muy especial para mi quien me motivo a seguir adelante, me ha apoyado, cambio la forma de ver la vida, y que me ha enseñado muchas cosas.

Reconocimientos

- A la UAEMex-Facultad de Geografía, por darme la oportunidad de llevar a cabo mis estudios de licenciatura.
- Al Centro Interamericano de Recursos del Agua (CIRA), por todas las facilidades que me han ofrecido.

Agradecimientos

- A los dueños de los establecimientos quienes respondieron las encuestas aplicadas, con las cuales ayudaron a la construcción del modelo generado en este trabajo.
- Al Dr. Carlos Díaz Delgado y al Dr. Edel Cadena Vargas, por su confianza, apoyo, asesoría y amistad en el desarrollo del presente trabajo, sus comentarios y sugerencias permitieron el desarrollo de este trabajo.
- Al Dr. José Emilio Baró Suárez y el Dr. Juan Campos Alanís, por su apoyo, su amistad y las ideas que me aportaron para lograr el desarrollo de este trabajo.
- Al M. en P. Armando Arriaga y el M. en G. Miguel Martínez Tapia, por todo su apoyo en el desarrollo de esta tesis.
- También se agradece el apoyo brindado por SEMARNAT-CONACYT para la realización de este trabajo con una beca a través del proyecto “La valoración económica de la vulnerabilidad socioeconómica y demográfica ante inundaciones en la República Mexicana”.

Introducción	1
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos.....	12
Capítulo I Marco conceptual	13
Riesgo.....	13
Fenómenos geológicos.....	15
Procesos geodinámicos externos	15
Procesos geodinámicos internos.....	15
Fenómenos hidrometeorológicos	15
Fenómenos químicos	16
Fenómenos socio-organizativos	16
Peligro	17
Evaluación del peligro o amenaza	17
Vulnerabilidad	18
Evaluación de la vulnerabilidad	20
Inundaciones	21
Tipos de inundación	23
Tipos de inundación por su origen	23

Inundaciones por el tiempo de respuesta de la cuenca	24
Efectos de las inundaciones.	25
Impactos por las inundaciones	26
Control de inundaciones	28
Daños económicos por inundaciones.....	29
Tipología de daños	29
Valoración de los daños	33
Curvas de daños	38
Daños en zonas comerciales	38
Lámina de precipitación	39
Capítulo II. Marco metodológico.....	40
Materiales y Métodos	41
Etapa 1. Base de datos geoespacial.....	42
Delimitación de zonas inundadas.....	42
Caracterización de los establecimientos comerciales inundables.....	43
Etapa 2. Diseño y aplicación de encuesta.....	45
Etapa 3. Técnica alternativa de obtención de valoración de bienes y productos	47
Etapa 4. Curvas de daños/altura de la lámina de agua	49

Etapa 5. Costo de la inundación promedio	56
Capítulo III Caracterización de la zona de estudio.....	58
Aspectos físicos	58
Localización	58
Geología.	61
Edafología.....	63
Hidrología	65
Clima.....	67
Uso de suelo y vegetación.....	70
Aspectos socioeconómicos.....	72
Distribución de comercios por AGEB.....	74
Personal ocupado.....	77
Producción bruta	78
Capítulo IV Resultados	80
Comercios afectados por inundación.	80
Aplicación de la encuesta	86
Trabajo de campo.....	91
Resultado de las encuestas	92
Aplicación de la técnica alternativa de obtención de valoración de	

productos	96
Construcción de curvas de daños potenciales por inundación en establecimientos comerciales de comercio al por menor.....	100
Curvas de daños y modelos para la cuantificación de las afectaciones ocasionadas por una inundación para establecimientos comerciales .	101
Capítulo V Caso de estudio: cuenca alta del río Lerma, Estado de México, temporalidad 2009 a 2011.	127
Caso de estudio año 2009	127
Afectaciones a establecimientos comerciales.....	130
Afectaciones a zonas habitacionales.....	134
Afectaciones a zonas agrícolas	136
Cuantificación de daños totales	136
Caso de estudio año 2010	140
Afectaciones a establecimientos comerciales.....	143
Afectaciones a zonas habitacionales.....	148
Afectaciones a zonas agrícolas	150
Cuantificación de daños totales	150
Caso de estudio año 2011	154
Afectaciones a establecimientos comerciales.....	157
Afectaciones a zonas habitacionales.....	162

Afectaciones a zonas agrícolas	164
Cuantificación de daños totales	164
Análisis comparativo de los tres casos de estudio en relación a la estimación de afectaciones a establecimientos comerciales.....	167
Capitulo VI. Conclusiones y recomendaciones.....	169
Conclusiones.	169
Recomendaciones.	172
Bibliografía	173

Anexo I

Formulas implementadas para la estimación de daños en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México durante la temporalidad 2009-2011.

Anexo II

Cuestionario que se implementó para conocer las características de los establecimientos comerciales.

Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación de daños por inundación en zonas urbanas	32
Tabla 1.1. Porcentaje aplicado a los daños directos para el cálculo de daños indirectos	37
Tabla 1.1.1. Uso de suelo en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2004	70
Tabla 2. Clasificación de comercios al por menor en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México	84
Tabla 2.1. Comercios seleccionados para la aplicación de encuestas	87
Tabla 2.1.2. Número de encuestas en relación a la cantidad de unidades económicas de una determinada clase de actividad	87
Tabla 2.1.3. Asignación de municipios para la aplicación de encuestas	89
Tabla 2.1.4. Concentración de unidades económicas a nivel municipal	90
Tabla 2.1.5. Distribución de encuestas	91
Tabla 2.1.6. Inversión promedio que realizan los dueños en capital fijo, por tipo de subsector económico de comercio al por menor en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México	95
Tabla 2.1.7. Valores máximos y mínimos de la producción bruta total por cada subsector de comercio al por menor, calculados en pesos y en salarios mínimos mensuales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México	97
Tabla 2.1.8. Valores de afectación por subsector económico de comercio al por menor, en relación al grado de marginación en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México	98
Tabla 2.1.9. Valores de afectación ajustado por subsector económico de comercio al por menor, en relación al grado de marginación en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México	99
Tabla 2.1.10. Ecuaciones resultantes para la estimación de daños en comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco por grado de marginación	103
Tabla 2.1.11. Ecuaciones resultantes para la estimación de daños en <i>comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales</i> por grado de marginación	106
Tabla 2.1.12. Ecuaciones resultantes para la estimación de daños en <i>comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado</i> por grado de marginación	108

Tabla 2.1.13. Ecuaciones resultantes para la estimación de daños en <i>comercio subsector de comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud</i> por grado de marginación	111
Tabla 2.1.14. Ecuaciones resultantes para la estimación de daños en <i>comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos</i> por grado de marginación	114
Tabla 2.1.15. Ecuaciones resultantes para la estimación de daños en <i>comercio al por menor de enseres domésticos, computadoras, artículos para la decoración de interiores y artículos usados</i> por grado de marginación	117
Tabla 2.1.16. Ecuaciones resultantes para la estimación de daños en <i>comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios</i> por grado de marginación	120
Tabla 2.1.17. Ecuaciones resultantes para la estimación de daños <i>comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes</i> por grado de marginación	123
Tabla 2.1.18. Ecuaciones resultantes para la estimación de daños en <i>comercio al por menor exclusivamente a través de internet, y catálogos impresos, televisión y similares</i> por grado de marginación	126
Tabla 2.2. Tipo de afectaciones que se presentaron en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2009	127
Tabla 2.2.1. Zonas de afectación por municipio en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2009	129
Tabla 2.2.2. Establecimientos comerciales afectados por municipio en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2009	131
Tabla 2.2.3. Grado de marginación de los establecimientos comerciales afectados en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2009	132
Tabla 2.2.4. Resultado de la cuantificación las afectaciones a establecimientos comerciales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2009	133
Tabla 2.2.5. Resultado de la cuantificación las afectaciones a zonas habitacionales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2009	135
Tabla 2.2.6. Resultado de la cuantificación las afectaciones a zonas agrícolas en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2009	136
Tabla 2.2.7. Resultado de la cuantificación las afectaciones totales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2009	138
Tabla 2.3. Tipo de afectaciones que se presentaron en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010	140

Tabla 2.3.1. Zonas de afectación por municipio en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010	143
Tabla 2.3.2. Establecimientos comerciales afectados por municipio en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010	144
Tabla 2.3.3. Grado de marginación de los establecimientos comerciales afectados en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010	145
Tabla 2.3.4. Resultado de la cuantificación las afectaciones a establecimientos comerciales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010	147
Tabla 2.3.5. Resultado de la cuantificación las afectaciones a zonas habitacionales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010	149
Tabla 2.3.6. Resultado de la cuantificación las afectaciones a zonas agrícolas en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010	150
Tabla 2.3.7. Resultado de la cuantificación las afectaciones totales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010	151
Tabla 2.4. Tipo de afectaciones que se presentaron en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011	154
Tabla 2.4.1. Zonas de afectación por municipio en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011	156
Tabla 2.4.2. Tipo de comercios afectados por inundación en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011	157
Tabla 2.4.3. Establecimientos comerciales afectados por municipio en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011	158
Tabla 2.4.4. Grado de marginación de los establecimientos comerciales afectados en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011	159
Tabla 2.4.5. Resultado de la cuantificación las afectaciones a establecimientos comerciales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México para el año 2011	160
Tabla 2.4.6. Resultado de la cuantificación las afectaciones a zonas habitacionales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011	163
Tabla 2.4.7. Resultado de la cuantificación las afectaciones a zonas agrícolas en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México para el año 2011	164
Tabla 2.4.8. Resultado de la cuantificación las afectaciones totales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011	165

Índice de figuras

Figura 1. Variables que controlan el riesgo	14
Figura 2. Diagrama metodológico	41
Figura 2.1. Base de datos geoespacial	45
Figura 2.2. Diseño y aplicación de encuesta	47
Figura 2.3. Curvas de daños/altura de la lámina de agua	50
Figura 2.4. Comportamiento de las curvas de daños/altura de la lámina de agua	51
Figura 2.5. Comportamiento de los daños/altura de la lámina de agua.	53
Figura 2.6. Comportamiento de los daños al capital fijo/altura de la lámina de agua	55
Figura 2.7. Costo de la inundación	57

Índice de gráficas

Gráfico 1. Unidades económicas en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México	76
Gráfico 1.1. Personal ocupado por municipio en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México	77
Gráfico 1.1.2. Producción bruta por municipio en la cuenca alta del río Lerma	78
Gráfico 2. Frecuencia de unidades económicas que se encuentran ubicadas en las zonas de inundación de la cuenca alta del río Lerma 2011	85
Gráfico 2.1. Curvas de daños grupo 1 en <i>comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco</i> por grado de marginación	102
Gráfico 2.1.2. Curvas de daños grupo 2 en <i>comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales</i> por grado de marginación	105
Gráfico 2.1.3. Curvas de daños grupo 3 en <i>comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado</i> por grado de marginación	107
Gráfico 2.1.4. Curvas de daños grupo 4 en <i>comercio subsector de comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud</i> por grado de marginación	110
Gráfico 2.1.5. Curvas de daños grupo 5 en <i>comercio al por menor de</i>	113

<i>artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos por grado de marginación</i>	
Gráfico 2.1.6. Curvas de daños grupo 6 en <i>comercio al por menor de enseres domésticos, computadoras, artículos para la decoración de interiores y artículos usados</i> por grado de marginación	116
Gráfico 2.1.7. Curvas de daños grupo 7 en <i>comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios</i> por grado de marginación	119
Gráfico 2.1.8. Curvas de daños grupo 8 en <i>comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes</i> por grado de marginación	122
Gráfico 2.1.9. Curvas de daños grupo 9 en <i>comercio al por menor exclusivamente a través de internet, y catálogos impresos, televisión y similares</i> por grado de marginación	125
Gráfico 3. Costo total máximo, mínimo y más probable de afectaciones económicas en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2009	137
Gráfico 3.1. Afectaciones económicas por sector en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2009. (porcentaje)	139
Gráfico 3.1.1 Costo total máximo, mínimo y más probable de afectaciones económicas en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010	151
Gráfico 3.1.2. Afectaciones económicas en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010, en relación a los daños máximos, mínimos y más probables, (porcentajes).	153
Gráfico 3.1.3. Costo probable de afectaciones económicas a establecimientos comerciales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011.	161
Gráfico 3.1.4. Costo total máximo, mínimo y más probable de afectaciones económicas en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México durante la temporalidad 2011	165
Gráfico 3.1.5. Porcentaje de afectaciones económicas en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011, en relación a los daños máximos, mínimos y más probables	167
Gráfico 3.1.6 Porcentajes de daños totales estimados en la cuenca alta del río Lerma, daño total máximo, mínimo y más probables, 2009-2011	168

Índice de mapas

Mapa. 1. Localización de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México	60
Mapa. 1.1. Geología de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México	62
Mapa 1.2. Edafología de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México	64
Mapa.1.3. Hidrología de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México	66
Mapa.1.4.Clima de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México	69
Mapa.1.5. Uso de suelo de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México	71
Mapa 1.6. Localidades de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México	73
Mapa 1.7. Concentración de establecimientos por AGEB en la cuenca alta del río Lerma, estado de México	75
Mapa 2. Zonas inundadas de 2000 a 2011 de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México	81
Mapa 2.1. Zonas afectadas de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2009	128
Mapa 2.2. Zonas afectadas de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010	141
Mapa 2.3. Zonas afectadas de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011	155

Nomenclatura

AGEB	Área Geoestadística Básica
CAEM	Comisión del Agua del Estado de México
CENAPRED	Centro Nacional de Prevención de Desastres
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIRA	Centro Interamericano de Recursos del Agua
CNA	Comisión Nacional del Agua
CNSM	Comisión Nacional de Salarios Mínimos
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAPO	Consejo Nacional de Población
DENUE	Directorio Nacional de Unidades Económicas
FONDEN	Fondo de Desastres Naturales
FOPREDEN	Fondo para la Prevención de Desastres Naturales
GEM	Gobierno del Estado de México
GM	Grado de Marginación
IM	Índice de marginación
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PROFECO	Procuraduría Federal del Consumidor
SINAPROC	Sistema Nacional de Protección Civil
UAEMex	Universidad Autónoma del Estado de México
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen

El principal objetivo del presente trabajo fue desarrollar un modelo, el cual permita cuantificar los daños provocados por una inundación a establecimientos comerciales de carácter de comercio al por menor, la cual se aplicó en la cuenca alta del río Lerma, se estimaron las afectaciones ocasionadas por este proceso hidrometeorológico para la temporalidad 2009-2011, dichos costos se cuantificaron a pesos del 2012 mediante el cálculo de la deflactación.

La primera parte del desarrollo del modelo consistió en crear una base de datos geoespacial, en donde concentra algunas características de los establecimientos comerciales afectados, grado de marginación, altura de lámina de agua alcanzada en el interior del establecimiento, posteriormente se delimitaron las zonas de inundación y se representaron cartográficamente.

Al realizar esta etapa se determinó los comercios más importantes en relación a la cantidad de establecimientos y a su importancia económica en relación a la producción bruta que genera. Posteriormente se determinó el tamaño de la muestra la cual está integrada por 400 establecimientos a los cuales se les tendrá que aplicar una encuesta, para obtener características complementarias de los establecimientos comerciales, con lo cual se desarrollaría el modelo.

A su vez contar con el tamaño de la muestra y con los comercios más representativos, se elaboró una encuesta, con la cual se obtuvieron algunas características de los establecimientos comerciales, con lo cual ayudó a

inferir el capital fijo dañado durante una inundación a un establecimiento comercial dado. Sin embargo al aplicar la encuesta no se obtuvieron datos con los cuales se pudiera estimar las afectaciones a los productos ofertados en el establecimiento.

Con lo cual se tuvo que implementar la técnica alternativa, para estimar los daños a los productos ofertados, esta etapa se utilizó el censo económico del 2009 posteriormente se calculó la deflactación del año 2009 al 2012 para estimar las afectaciones a pesos del año 2012, con lo cual se complementó la estimación de daños generados a los establecimientos comerciales por una inundación.

Para la construcción de las curvas de daños se clasificaron los establecimientos en 9 subgrupos de comercio al por menor, relacionando dos variables, la primera es la altura de la lámina de agua alcanzada dentro del establecimiento comercial y la segunda los daños causados por la inundación.

Posteriormente se clasificaron las curvas en relación al grado de marginación donde se encuentre ubicado el establecimiento comercial, clasificándolas en 5 grupos

A su vez cada una de estas curvas se obtuvo una ecuación mediante la implementación de un modelo de regresión, el cual permitió utilizar los parámetros para calcular los daños ocasionados por una inundación en un establecimiento comercial respecto de la altura de la lámina de agua alcanzada durante el proceso de la inundación y el Índice de Marginación de la AGEB donde se ubica el establecimiento comercial.

Este modelo se aplicó en un caso de estudio, la cuenca alta del río Lerma en el Estado de México, estimando las afectaciones causadas durante el periodo 2009-2011, estimando los daños a pesos brutos del 2012 en las zonas de inundación presentes dentro de la cuenca.

Posteriormente se calculó las afectaciones a zonas habitacionales y agrícolas, con lo cual se complementó la estimación de daños causados por una inundación dentro de la zona de estudio.

Con lo cual se constató, que a mayor variedad de establecimientos comerciales afectados es mayor el costo de la afectación, así como la mayoría de las zonas de inundación se concentran en zonas urbanas, lo cual señala que existe una mala planeación del territorio, ya que se construye en llanuras de inundación de los ríos. Además comprueba que son originadas por la falla o falta de la infraestructura hidráulica de estas zonas.

Se concluye que la implementación de este modelo, complementa la estimación de daños causados por una inundación, así como facilitara la estimación de daños en cualquier zona donde se presente este proceso.

Introducción

México es afectado año con año por fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios, tal es el caso de las inundaciones, dicho proceso tiene mayores repercusiones en zonas urbanas, ya que es en este tipo de zonas donde tiene mayor frecuencia, debido a la poca importancia en la planeación de las mismas. Este proceso ha generado una gran cantidad de pérdidas, ya sea desde daños a infraestructura, pérdida de bienes muebles e inmuebles, afectaciones a los sectores de producción y abasto, así como pérdida de vidas humanas.

Cada año llegan al país un promedio de 30 huracanes, de este total, cuatro o cinco suelen penetrar y causar graves daños. Por otro lado, las lluvias intensas y las consecuentes inundaciones y deslaves se presentan también de forma independiente a la temporada de ciclones y son resultado de las tormentas generadas en la época de lluvias. Los daños de estos procesos hidrometeorológicos representan en promedio 4,500 millones de pesos anuales. (CNA, 2001)

En México como ejemplo, se pueden citar las inundaciones provocadas por una depresión tropical que cubrió el litoral centro y sur del Golfo de México y el Istmo de Tehuantepec, en octubre de 1999, la cual ha sido considerada como la depresión tropical más devastadora de los últimos 40 años. En el caso de Puebla los daños fueron cuantiosos – más de 2 mil 300 millones de pesos – y afectaron a una amplia zona del estado caracterizada por situarse entre los de más elevada marginalidad en el país y en la que predomina la

agricultura de subsistencia. El fenómeno generó la pérdida de 263 vidas humanas y los daños se extendieron a 81 municipios. (Britán, 2001)

Otro episodio de precipitación extraordinaria ocurrió en el año 2007 en el estado de Tabasco en la cuenca media del río Grijalva que inundó alrededor del 70% del territorio del estado con tirantes del agua en algunos sitios del orden de los cuatro metros. Según información periodística cerca de un millón de personas fueron afectadas, aparte de los daños materiales ocurridos y las horas-hombre perdidas (Ramírez, 2009). En Chiapas, las inundaciones dejaron miles de damnificados que se vieron obligados a abandonar sus hogares. Por su parte el Estado de México y Veracruz son las entidades federativas con mayor índice histórico de inundaciones ya que en el periodo 1970 a 2003 han sufrido más de 200 eventos de este tipo (CENAPRED, 2009).

Afortunadamente, la reducción de los desastres por inundaciones ya no es un tema marginal, y los tomadores de decisiones están aplicando acciones que permitan reducir el impacto de estos eventos hidrometeorológicos, y de hecho muchas de estas acciones se han implementado con éxito en diversos países propensos a estos desastres (Lopardo y Seoane, 2000).

En México, se trabaja en el desarrollo de los planes de emergencia, los sistemas de alerta hidrometeorológica y de los centros regionales de atención de emergencias para la disminución de los riesgos por inundaciones (CNA, 2001), además de las acciones de alerta que prevengan y disminuyan los efectos destructivos de este proceso.

Los antecedentes que se tienen desde la perspectiva del estudio de los desastres naturales comienza en Estados Unidos con el geógrafo Gilbert White en la década de los años cuarenta. Pero hasta 1960, se estudian desde el punto de vista de la corriente sociológica ligada a la investigación social y cuyos representantes fueron Henry Quarentelly y Russell Dynes; Sin embargo, la difusión, así como la aceptación de este tipo de trabajos, no fue significativa dado que los desastres naturales siempre han sido considerados como un campo de estudio de las ciencias naturales o bien de las ciencias exactas. (Salinas, 2003)

En América Latina el estudio social de los desastres es un campo de investigación que hasta hace poco no había recibido atención por parte de los investigadores de la región misma. Los terremotos de Huaraz, Perú (1970); Managua, Nicaragua (1972) y Guatemala (1976) fueron desastres de gran magnitud que provocaron investigaciones extranjeras de su impacto y de la respuesta social e institucional. (Maskrey, 1993)

En México, a nivel federal, la creación del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), tiene como antecedente la explosión de San Juan Ixhuatepec en 1984 en el municipio de Tlalnepantla, Estado de México, y los sismos de 19 y 20 de septiembre de 1985, acontecimientos ante los cuales el gobierno de la República reconoció la necesidad de contar con un sistema de prevención de desastres y auxilio de emergencias que involucra a los sectores público, privado, y social y en general, a la sociedad en conjunto. (GEM, 1995)

En este contexto, en el año 2007 se llevó a cabo la propuesta metodológica para la estimación de daños económicos potenciales por inundación.

Mediante la generación de una propuesta de evaluación de daños, con la cual el desarrollo de la misma facilitaría este proceso. Esta propuesta está constituida por la construcción de curvas de daños económicos en función a la altura máxima de la lámina de agua alcanzada por un evento de inundación. (Baró y otros, 2007)

Así mismo en Taiwán, en el año 2009, se realizó un trabajo para estimar las afectaciones económicas que son generadas por una inundación, en los sectores comerciales e industriales, dicho trabajo implementa unas curvas de valor, con las cuáles se relacionan dos variables: la profundidad de la lámina de agua (altura de la inundación) y el costo de la afectación en relación a la anterior variable. (Ming-Daw Su y otros, 2009)

Posteriormente en el 2011, en relación con la construcción de las curvas de daños económicos, se desarrolló el proyecto titulado “Costo más probable de daños por inundación en zonas habitacionales de México”. (Baro et al, 2011), el cual también es un antecedente de la cuantificación de daños económicos provocados por una inundación.

A su vez, en el año 2011 se desarrolló y generó una aplicación Geoinformática para la valoración económica de daños por inundación tomando como variable principal zonas habitacionales, la cual se implementó en Valle de Chalco, Solidaridad, en consecuencia de una inundación en 2010 por el desbordamiento del Canal de la Compañía. (Díaz y otros, 2011)

Ambos trabajos se basaron en la construcción de una base de datos sobre los bienes contenidos en las viviendas, lo cual facilitó la cuantificación de los

mismos, para cada tipo de vivienda, tipo de bienes, cantidad y valor. Ello es crucial para inferir los daños económicos asociados a la inundación.

La construcción de curvas de daños tangibles directos potenciales provocados por una inundación en zonas habitacionales ha permitido establecer, por medio de modelos matemáticos de tipo regresivo, los daños ocasionados por una inundación de una altura de lámina de agua alcanzada para cada una de las clases de viviendas definidas.

Los modelos de estimación de daños por inundación han sido construidos en función del número de salarios mínimos, con la finalidad de que dichos modelos sean comparables a través del tiempo. Para la implementación de esta metodología es necesario contar, en primer término, con los resultados de los análisis de frecuencias de caudales máximos de la cuenca de estudio, así como de los tirantes máximos alcanzados, resultado del tránsito de las avenidas en la cuenca. Este estudio de tránsito de avenidas requiere del empleo de un modelo hidrológico - hidráulico, con el objeto de obtener la altura de la lámina de agua y superficie inundada para cada uno de los caudales con diferente periodo de retorno; así como estimar el tiempo de duración que tuvo la inundación. (Baró y otros, 2007).

Desde otro punto de vista, la construcción de las curvas de daños tangibles directos potenciales provocados por una inundación de una vivienda ha permitido evaluar, por medio de un modelo matemático de tipo regresivo, el daño potencialmente ocasionado sobre la vivienda y sus bienes, sobre una inundación en función de la determinación de altura máxima de la lámina de agua alcanzada.

Se considera igualmente que la propuesta metodológica de estimación de daños económicos provocados por inundaciones en zonas habitacionales y agrícolas pueden ser la base de un procedimiento estandarizado y automatizado aplicable en cualquier región hidrológica del país, contando, para cada región en estudio, con una base de datos de las características de la región y con un modelo hidráulico – hidrológico que permitan el análisis de las inundaciones que podrían suceder, como también conocer el tiempo de duración de la inundación; ya que esta variable es de primordial importancia en el aumento o disminución de las afectaciones económicas que son generadas por una inundación, en relación a la infraestructura afectada. (Baró y otros, 2007)

La problemática que se observa en relación a las inundaciones, es que son el fenómeno hidrológico de mayor impacto en la sociedad. Prueba de ello es que representan el 50% de los desastres naturales (no biológicos) que ocurren en el mundo (EM-DAT, 2009). Éstas frecuentemente se producen en zonas llanas o planicies, donde suelen existir importantes asentamientos humanos y una intensa actividad económica.

Por tanto, al producirse este fenómeno de origen natural con las características anteriormente mencionadas, las pérdidas dentro del ecosistema en el cual se presenta suelen ser muy altas, ya sean pérdidas humanas, socioeconómicas o ambientales.

Por ello, la estimación económica de daños, antes y después del evento, cobra gran relevancia en la atención de los mismos, ya que pueden ser

utilizados en el análisis de costo-beneficio, medidas de mitigación y prevención a futuro mediante inversión económica.

Ya que como lo plantean algunos autores, para la solución de la problemática que es generada por las inundaciones, se puede solucionar con una completa gestión de las inundaciones y un sistema de mitigación (Grigg, 1996), esto comprende un módulo hidrológico (Li y otros, 2008), un modelo hidráulico (NSOM y otros, 2008), el modelo económico para la evaluación de los daños y un proceso de análisis de riesgos (Li y otros, 2008).

Con el objeto de contribuir al desarrollo de métodos o modelos de evaluación directa estándar, mediante la aplicación de procesos estadísticos, y partiendo del caso de estudio del río Lerma, se ha desarrollado un método que permite una evaluación directa sobre las afectaciones a los establecimientos comerciales, los cuales se encuentran ubicados en las zonas de inundación del río.

En este trabajo se ha optado por proponer un método que permita evaluar los daños causados por las inundaciones a establecimientos comerciales, el cual consiste en estimar los daños económicos generados y potencialmente factibles.

Es importante señalar que los métodos para evaluar, en términos de daños por inundación, se pueden implementar a través de la integración de la función daño/profundidad y daño/duración de la crecida, y con la implementación de una base de datos geoespacial, la cual incluya o contenga

información sobre usos de suelo y características hidráulicas de la zona de estudio. (Boyle y otros, 1998)

Esto permitiría la validación de las curvas de daños económicos potenciales por inundación en establecimientos comerciales en las zonas inundables del río Lerma, donde se relaciona la altura y/o grado de marginación, que facilita realizar la estimación de los daños socioeconómicos provocados en los establecimientos afectados por este proceso.

Las preguntas de investigación que se pretenden responder son las siguientes:

1. ¿Cómo se pueden estimar los costos de una inundación en un área comercial?
2. ¿Cuál es la mejor forma en que la metodología expuesta pueda apoyar a la población antes, durante y después de una inundación?

Dichas preguntas ayudan a establecer de manera clara y precisa los objetivos que se pretenden alcanzar en la construcción de este modelo.

A su vez se intenta comprobar la hipótesis siguiente: Es factible desarrollar e implementar un modelo de aplicación directa, el cual permita cuantificar los daños económicos potenciales por inundación en las zonas afectadas de establecimientos comerciales, donde se relacione el grado de marginación donde se encuentre ubicado el establecimiento y/o la altura de la lámina de agua del suceso, para realizar la cuantificación de las afectaciones.

La justificación de la elaboración de este modelo resalta en la cuantificación de las afectaciones que tiene los establecimientos comerciales de los municipios por los cuales se extiende el río Lerma, originados por el proceso de inundación generada por el desbordamiento del mismo en periodo de lluvias o por fallas en la infraestructura hidráulica. Este proceso se presenta año tras año, por lo cual su principal consecuencia son grandes pérdidas, afectado el desarrollo de las actividades económicas.

Este tipo de modelo será útil en la solicitud de apoyos económicos otorgados por el gobierno federal como el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) y Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN), para la recuperación de las zonas afectadas por la inundación; así como para su control y mitigación mediante el desarrollo de infraestructura hidráulica, planes de desarrollo, entre otros.

Hoy en día, en relación con la cuantificación de los daños provocados por este proceso hidrometeorológico en nuestro país, se realiza utilizando de las Metodologías para la Evaluación del Impacto Socioeconómico de los Desastres de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2009). Sin embargo esta metodología no cuenta con la construcción de curvas de daños económicos provocados por este proceso, con las cuales se facilitará la estimación de costos de daños directos provocados por este proceso.

Ya que la metodología anteriormente mencionada, estima las afectaciones de manera general omitiendo algunos aspectos fundamentales de las características de la zona afectada pues no realiza su cuantificación de daños

tomando en consideración las actividades económicas que ahí se desarrollan, en nuestro caso a evaluar el comercio.

Atendiendo a esta problemática, se ha considerado estimar los costos y riesgos provocados por este tipo de fenómeno hidrometeorológico, mediante la aplicación de un modelo que permite evaluar los daños potenciales por inundación en los establecimientos comerciales en las zonas inundables del río Lerma.

La información con la que se construirá este modelo es la siguiente: a) identificación de zonas inundadas, b) determinar la altura de la lámina de agua, c) características de los establecimientos comerciales, d) información de censos económicos del 2009, e) información del Censo de población del 2010, e) Directorio Nacional de Unidades Económicas (DENUE), y f) cartografía vectorial de Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Con estos datos se construirá una base de datos Geoespacial.

Los resultados generados por la aplicación del modelo podrán ser relacionadas con el apoyo de soluciones no estructurales, teniendo en cuenta las acciones implementadas antes, durante y después de este proceso hidrometeorológico.

No obstante, las acciones deberán tener un enfoque institucional acorde con la legislación vigente de la zona de estudio, y teniendo en cuenta una visión preventiva y no reactiva.

La estructura en la cual se desarrollará este modelo estará integrada por 6 capítulos, los cuales se enumeran a continuación:

- Capítulo I, Riesgo é inundación, el cual estará constituido por conceptos básicos y elementos de los cuales se construyó y generó el modelo.
- Capítulo II, Marco metodológico, comprenderá el desarrollo de la metodología y los materiales implementados para la construcción del modelo.
- Capítulo III, Caracterización de la zona de estudio, la cual comprenderá elementos físicos de la cuenca en la cual se encuentran ubicados los comercios y se describirá a los mismos.
- Capítulo IV, Comprenderá el análisis de resultados del desarrollo de la metodología aplicada a un caso de estudio lo cual servirá para la verificación de la misma.
- Capítulo V, estará estructurado por la aplicación del modelo en nuestra zona, durante la temporalidad 2009 a 2011.
- Capítulo VI, se describirán las conclusiones y recomendaciones.

Esta es la estructura que se seguirá en el desarrollo del presente trabajo, para la construcción del modelo el cual permita estimar las afectaciones a establecimientos comerciales causados por en una inundación y estimarlos en unidades monetarias.

Objetivo general

Diseñar una metodología que permita construir un modelo para estimar los daños directos, por inundación en establecimientos comerciales a partir de las zonas inundables de la cuenca del río Lerma en el Estado de México, para realizar la cuantificación de daños mucho más precisa y rápida así como agregar esta variable de daño a las afectaciones totales generadas por una inundación.

Objetivos específicos

1. Elaborar la caracterización económica del área de estudio para conocer sus condiciones físicas y socioeconómicas.
2. Construir las curvas de daños económicos potenciales /altura del agua, las cuales proporcionarán el grado de afectación provocado por una inundación y el comportamiento de la afectación, en un determinado establecimiento comercial.
3. Realizar la comprobación del modelo construido, aplicándolo a la zona de estudio la cual es la cuenca alta del río Lerma para comprobar la eficacia del mismo.

Capítulo I Marco conceptual

Este capítulo, presenta los conceptos necesarios para comprender el riesgo, elementos que lo constituyen, así como su tipología. Posteriormente se analiza lo que es una inundación, su diversificación, efectos e impactos que generan, así como medidas de mitigación y control. Otro punto a tratar es la valoración de los daños, así como de las afectaciones que generan en zonas comerciales. Por último, se describe lo que es una lámina de precipitación. Base de datos que se utiliza con los indicadores de, producción bruta, personal ocupado, entre otros conceptos, los cuales son claves para la construcción del modelo, que se pretende generar.

Riesgo

Cuando se habla de riesgo, se habla de la ocurrencia de un evento que será desastroso y se hace referencia a un acontecimiento que ocurrirá en el futuro (Evans, 1994). Sin embargo al hablar de éste concepto debemos de hacer énfasis en la concepción de este desde una perspectiva objetiva, ya que si no se toma en consideración su origen, se caerá en una ambigüedad en la definición del mismo. Lo cual debemos tener bien definido que *el riesgo es una construcción social*.

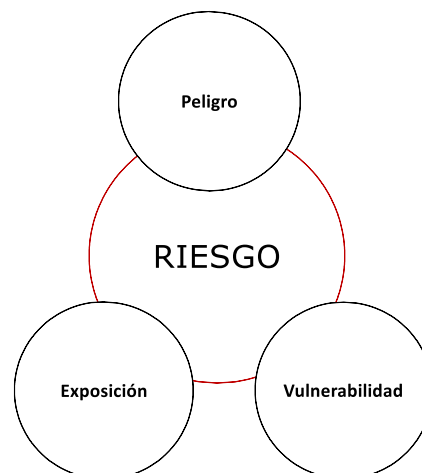
La mayoría de los conceptos que existen sobre riesgo muestran distintas formas de percibirlo. (Cardona, 1993) Por ejemplo, se capta al relacionar la amenaza o probabilidad de que ocurra un fenómeno de una intensidad específica, con una vulnerabilidad de los elementos expuestos.

La concepción del *riesgo* es una abstracción de origen completamente humano. Su propia concepción implica un devenir de los acontecimientos. En esta característica temporal radica la variabilidad que dificulta su predicción, ya que se trata de un acontecimiento que produce una consecuencia no deseada sobre el hombre, y que está asociado al espacio físico donde éste desarrolla sus actividades. La distribución espacial de esta afectación sobre el territorio geográfico también se caracteriza por su gran variabilidad. Estas dos características del riesgo, temporal y espacial, lo convierten en un concepto esencialmente dinámico. El riesgo es la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre.

Luego entonces el riesgo es la combinación de tres factores.

C= El valor de los bienes expuestos, V= la vulnerabilidad, P= la probabilidad de que ocurra un hecho potencialmente dañino para lo expuesto. (Ordaz, 1996)

Figura 1. Variables que controlan el riesgo



Fuente: elaboración propia

Tipos de riesgos en México. (CENAPRED)

- Riesgos geológicos
- Riesgos hidrometeorológicos
- Riesgos químicos
- Riesgos de origen sanitario
- Riesgos socio-organizativos

Fenómenos geológicos

México está expuesto principalmente a sismos, erupciones volcánicas, tsunamis (maremotos), inestabilidad de laderas, así como a hundimientos y agrietamientos locales y regionales. Por su ubicación los fenómenos geológicos pueden ser:

Procesos geodinámicos externos

- Deslizamientos y desprendimientos
- Hundimientos y subsidencias
- Erosión
- Expansividad y colapsabilidad de suelos

Procesos geodinámicos internos

- Terremotos y tsunamis
- Vulcanismo

Fenómenos hidrometeorológicos

- Ciclones

- Precipitaciones pluviales
- Inundaciones
- Sequías
- Cambios climáticos

Fenómenos químicos

Las principales industrias generadoras de desechos industriales son las de alimentos, textiles, maderera, artes gráficas, química orgánica e inorgánica, no metálica y metálica básica, además de las ensambladoras y la industria del petróleo.

El transporte de sustancias químicas implica riesgos por accidentes o errores humanos, los cuales pueden provocar derrames, fugas, incendios y explosiones, además de contaminación y daños a personas y bienes.

Fenómenos socio-organizacionales

Se derivan de actividades humanas relacionadas con el transporte aéreo, terrestre, marítimo o fluvial; la interrupción del suministro de servicios vitales; los accidentes industriales o tecnológicos no asociados a productos químicos; los derivados del comportamiento desordenado en grandes concentraciones de población; y los que son producto de comportamiento antisocial.

Cabe señalar que los accidentes que se originan en el transporte terrestre producen el mayor número de pérdidas humanas y materiales. (CENAPRED, 2004)

Peligro

En el ámbito de la de protección civil, la idea de evaluar el peligro significa cuantificar en términos de probabilidad, la ocurrencia, en un lapso dado, de un fenómeno potencialmente dañino para los bienes expuestos. (CENAPRED, 2004)

Los peligros pueden ser causados por una infinidad de factores. Sin embargo, entre los más comunes se cuentan los naturales, como el desprendimiento de una roca o la erupción de un volcán, inundaciones, y otros. Por otro lado también existen los antrópicos que son aquellos causados por los seres humanos.

Evaluación del peligro o amenaza

Se han desarrollado hasta el presente cuatro tipos de evaluaciones, en donde el concepto básico es que “el pasado es la clave para entender el futuro”:

1. *Análisis histórico*: El mapeo de eventos históricos permite determinar periodos de retorno¹ y magnitud de los mismos.
2. *Análisis heurístico*: La susceptibilidad (mayor o menor predisposición) del territorio ante un tipo particular de amenaza es determinada por un especialista (en esa amenaza) basado en su experiencia (determinará los criterios y su ponderación).

¹ Periodo de retorno. Es el tiempo que, en promedio, debe transcurrir para que se presente un evento igualo mayor a una cierta magnitud. Normalmente, el tiempo que se usa son años y la magnitud del evento puede ser el escurrimiento, expresado como un cierto gasto, una lámina de precipitación o una profundidad de inundación (tirante). Se subraya que el evento analizado no ocurre exactamente en el número de años que indica el periodo de retorno, ya que éste puede ocurrir el próximo o dentro del periodo especificado. (CENAPRED,2004)

3. *Análisis estadístico*: Determina las condiciones bajo las cuales ocurrieron los eventos generadores de amenazas en base a relaciones estadísticas de los datos de los mismos.
4. *Análisis determinístico*: Se simulan los eventos utilizando modelos matemáticos basados en los fenómenos físicos involucrados. (Soldano, 2009)

Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es la medida de la susceptibilidad de un bien expuesto a la ocurrencia de un fenómeno perturbador. De dos bienes expuestos uno es más vulnerable sí, ante la ocurrencia de fenómenos perturbadores con la misma intensidad, éste sufre mayores daños. (Ordaz, 1996)

De acuerdo con Lavell (1993), existen distintos tipos de vulnerabilidad que en conjunto influyen en la concreción de condiciones de desastres y son:

- Vulnerabilidad física. Se refiere a la localización de una determinada población en zonas de alto riesgo. Aspecto dado en muchos de los casos por la vulnerabilidad económica y por falta de opciones para una ubicación menos riesgosa, así como por la conveniencia de permanecer en dicho lugar. Ello debido a condiciones de alta productividad de las tierras-en el caso de uso agrícola, lo cual significa ventajas económicas para quienes ahí habitan. Generalmente este tipo de ventajas comparativas origina la expansión del crecimiento poblacional en estos lugares.

- *Vulnerabilidad económica.* En la mayoría de los casos la pobreza es uno de los factores que incrementan el riesgo de desastre convirtiéndola así en el eje más significativo de la vulnerabilidad global. La forma en cómo se construyen las viviendas, tanto en diseño como en los materiales empleados para su construcción, depende del nivel de ingresos de una familia. Así también, la vulnerabilidad económica se refiere al problema de la dependencia económica nacional a la ausencia de adecuados presupuestos públicos nacionales y la falta de diversificación económica.
- *Vulnerabilidad social.* Esta tiene que ver con la forma en cómo se organiza la sociedad internamente para hacer frente a una situación de desastre, tanto para prevenirlos como para mitigarlos.
- *Vulnerabilidad política.* Constituye el valor recíproco del nivel de autonomía que posee una comunidad para la toma de decisiones que le afectan, en donde, cuanto mayor sea esa autonomía, menor será la vulnerabilidad política de la localidad.
- *Vulnerabilidad técnica.* Referente a las inadecuadas técnicas de construcción de edificios e infraestructura básica utilizadas en zonas de riesgo.
- *Vulnerabilidad ideológica.* Tiene que ver con la concepción que cada persona tiene del lugar donde vive, visto también desde la percepción del riesgo. Es decir, se refiere a la forma en cómo los habitantes conciben el mundo y el medio ambiente que habitan y con el cual interactúan.
- *Vulnerabilidad cultural.* Expresada en la forma en que los individuos se ven a sí mismos en la sociedad y como un conjunto nacional. En términos generales, se relaciona con los conocimientos del espacio que nos rodea.

- *Vulnerabilidad educativa.* Referida al grado de preparación que recibe la población sobre formas adecuadas de comportamiento individual, familiar o comunitario en caso de amenaza u ocurrencia de un fenómeno.
- *Vulnerabilidad ecológica.* Relacionada con la forma, los modelos de desarrollo no se fundamentan en la “convivencia, sino en la denominación por destrucción de las reservas del ambiente (que necesariamente conduce) a unos ecosistemas por una parte altamente vulnerables, incapaces de auto ajustarse internamente para compensar los efectos directos o indirectos de la acción humana y por otra, altamente riesgosos para las comunidades que los explotan o habitan”. (Wilches-Chaux, 1993)
- *Vulnerabilidad institucional.* Relacionada con la obsolescencia de las leyes establecidas por decisiones políticas, donde dominan los criterios personalistas que impiden respuestas adecuadas y ágiles a la realidad existente.

En suma, todos estos componentes de la vulnerabilidad global condicionan la aparición de un desastre en un momento y lugar determinado, pues no se debe olvidar que el fenómeno natural puede transformarse en desastre sólo cuando hay condiciones de vulnerabilidad que permitan su aparición.

Evaluación de la vulnerabilidad

Para evaluar la vulnerabilidad es posible discriminar sus componentes principales:

Exposición: es la distribución de lo que es potencialmente afectable, la población y los bienes.

Vulnerabilidad: consiste en la capacidad diferenciada de hacer frente al evento catastrófico, consiste en actividades relacionadas con la preparación, prevención y las estrategias de recuperación.

Incertidumbre: limitaciones en el estado del conocimiento y las indeterminaciones jurisdiccionales, administrativas y normativas.

Se pueden clasificar como, incertidumbre técnico-científica e incertidumbre político-administrativa.

Inundaciones

El agua cubre aproximadamente el 70 por ciento de la superficie de la Tierra y es de importancia fundamental para mantener la vida sobre el planeta. Sin embargo, el agua también puede suponer un considerable riesgo para la vida humana y la propiedad en determinadas situaciones, como en una inundación. Las inundaciones son el peligro natural más frecuente mundialmente. Las inundaciones son un proceso natural que seguirá siendo un riesgo muy importante mientras la gente viva y trabaje en zonas propensas a la inundación. (Edward y otros, 2007)

Las inundaciones tienen diferentes causalidades, comportamientos y periodos de retorno. Debido a estas características los escenarios de sus efectos destructivos son complicados de modelar. La incertidumbre en la determinación de los escenarios se reduce usando diversos indicadores cuantitativos y semicuantitativos de susceptibilidad expresados espacialmente y validados estadísticamente. Se incluyen índices hidrológicos complejos como volúmenes de escurrimientos medios y extremos,

coeficientes de escurrimiento, velocidad de infiltración y tiempos de concentración, entre otros.

Éstos requieren a su vez datos meteorológicos ponderados de frecuencias de lluvias medias, lluvias máximas en 24 horas y frecuencia de huracanes. (Palacio Aponte y otros, 2005)

A nivel mundial las inundaciones están aumentando más rápidamente que ningún otro desastre. De acuerdo con la Cruz Roja Internacional, durante el periodo 1919-2004, han colaborado con ayuda en más eventos de inundaciones que de cualquier otro tipo, en gran medida porque el acelerado desarrollo de las comunidades modifica los ecosistemas locales, incrementando el riesgo de inundación al que están expuestas muchas poblaciones. (CENAPRED, 2004)

La inundación desde la perspectiva de riesgo, es definida como el nivel elevado de agua de un arroyo, lago u océano que puede dañar instalaciones humanas. Desde la perspectiva de proceso natural, es el flujo de desbordamiento que puede construir una llanura de inundación adyacente al cauce de un arroyo o nivel del agua superior al normal a lo largo de una costa que se extiende tierra adentro más allá de las playas. (Edward y otros, 2007)

A su vez el Centro Nacional de Prevención y Desastres (CENAPRED) la define como aquel evento que, debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica, provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y,

generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura. (CENAPRED, 2004)

Tipos de inundación

Los tipos de inundación según el lugar en el que ocurrieron, se puede clasificar en:

Inundación de cabecera. Flujo de desbordamiento del agua de un curso de agua en la parte alta de una cuenca hidrográfica normalmente como resultado de tormentas locales; puede ser producido por precipitaciones intensas de corta duración en una zona relativamente pequeña.

Inundación de valle. Condición en la que una escorrentía superficial de una zona relativamente amplia ha causado que un curso de agua rebose sus orillas. Más común en la parte baja de una cuenca hidrográfica donde los afluentes han aumentado la descarga del arroyo desbordado. (Edward y otros, 2007)

Tipos de inundación por su origen

Inundaciones pluviales. Son consecuencia de la precipitación y se presentan cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumularse, pudiendo permanecer horas o días. Su principal característica es que el agua acumulada es agua precipitada sobre esa zona y no la que viene de alguna otra parte (por ejemplo de la parte alta de la cuenca). Los principales mecanismos de origen de precipitación son los ciclones tropicales, lluvias orográficas, lluvias invernales y lluvias convectivas.

Inundaciones fluviales. Se generan cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos. A diferencia de las pluviales, en este tipo de inundaciones el agua que se desborda sobre los terrenos adyacentes corresponde a precipitaciones registradas en cualquier parte de la cuenca tributaria y no necesariamente a lluvia sobre la zona afectada.

Inundaciones costeras. Se presentan cuando el nivel medio del mar asciende debido a la marea y permite que éste penetre tierra adentro, en las zonas costeras, generando el cubrimiento de grandes extensiones de terreno.

Inundaciones por falla de infraestructura hidráulica. Se presentan cuando la capacidad de las obras destinadas para protección es insuficiente. La inundación provocada por la falla de dicha infraestructura será mayor que si no existieran obras. Afortunadamente las inundaciones por insuficiencia de obras de almacenamiento y control han sido poco frecuentes. Las causas que las originan son: diseño escaso, mala operación, y falta de mantenimiento o término de la vida útil de la obra. (CENAPRED, 2004)

Inundaciones por el tiempo de respuesta de la cuenca

Inundaciones lentas. Al ocurrir una precipitación capaz de saturar el terreno, y en donde el suelo no puede seguir absorbiendo más agua de lluvia, el volumen remanente escurre por los ríos y arroyos o sobre el terreno. Conforme el escurrimiento avanza hacia la salida de la cuenca, se incrementa proporcionalmente con el área drenada. Si el volumen que fluye por el cauce excede la capacidad de éste, se presentan desbordamientos sobre sus

márgenes y el agua desalojada puede permanecer horas o días sobre el terreno inundado.

Inundaciones súbitas. Son el resultado de lluvias repentinas e intensas que ocurren en áreas específicas. Pueden ocasionar que pequeñas corrientes se transformen, en cuestión de minutos, en violentos torrentes capaces de causar grandes daños. (CENAPRED, 2004)

Efectos de las inundaciones

Los efectos de las inundaciones pueden ser primarios (o directos), esto es, causados directamente por la inundación, o secundarios (o indirectos), causados por el trastorno y mal funcionamiento de servicios y sistemas debido a la inundación.

Entre los efectos primarios están los heridos, pérdida de vidas y daño causado por corrientes rápidas, detritos y sedimentos. La erosión y deposición de sedimento durante una inundación también puede suponer una pérdida considerable de suelo y vegetación.

Los efectos secundarios pueden incluir la contaminación a corto plazo de ríos, hambre y enfermedad, así como el desplazamiento de personas que han perdido sus hogares. El fallo de estanques de aguas residuales, plantas de tratamiento, alcantarillas sanitarias y sistemas sépticos contaminan con frecuencia las aguas de inundación con microorganismos causantes de enfermedades.

Varios factores influyen en el daño causado por las inundaciones:

- Usos del terreno en la llanura de inundación.
- Profundidad y velocidad de las aguas de inundación.
- Ritmo de subida y duración de la inundación.
- Cantidad y tipo de sedimento depositado por las aguas de inundación.
- Efectividad del pronóstico, alerta y evacuación.

Impactos por las inundaciones

Las inundaciones son causantes de numerosas víctimas fatales y pérdidas económicas. Lopardo y Seoane (2000) señalan que los desastres debidos a inundaciones suponen, aproximadamente, un tercio de todas las catástrofes naturales que se producen alrededor del mundo, al menos en cuanto a pérdidas económicas, y además son la causa de al menos más de la mitad de las víctimas fatales. En los años de 1990 al 2000, las pérdidas sumaron más de 250 mil millones de dólares.

Dentro de los daños económicos que causan las inundaciones también se incluyen los de tipo ambiental. Estos daños ambientales son consecuencia de impactos directos y/o indirectos. Los impactos directos son aquellos que afectan el patrimonio natural, ya que se produce la pérdida o alteración grave del mismo y ocurre inmediatamente después de fenómenos hidrometeorológicos. Estos impactos perjudican la biodiversidad, los nichos ecológicos, los suelos y el agua. Los impactos indirectos aparecen luego de que los directos desaparecen y suelen provocar los daños más severos. (ONU, 1999)

Estos impactos indirectos se pueden clasificar de la siguiente forma:

- a. Pérdida en el valor de los servicios ambientales, especialmente de aquellos provenientes de recursos naturales relacionados con la protección de las fuentes de agua y biodiversidad y el valor escénico y científico de los ecosistemas.
- b. Pérdida de la capacidad productiva de los ecosistemas naturales, especialmente la producción forestal hídrica, energética, medicinal y alimentaria.
- c. Limitación de la capacidad productiva agrícola de los suelos como consecuencia del aumento de la erosión y de la contaminación de los mismos por arrastre de residuos.
- d. Incremento de los costos por saneamiento ambiental debido a la contaminación de las aguas, destrucción de refugios de animales vectores de enfermedades y propagación de agentes patógenos.
- e. Desplazamiento de enfermedades y plagas de insectos y roedores de importancia en la agricultura a nuevas áreas, principalmente por la destrucción de los cultivos. Se considera que las plagas y enfermedades entrarán en procesos de adaptación en las nuevas áreas de cultivo.
- f. Alteración de los hábitats de desarrollo de biodiversidad.
- g. Con las inundaciones se presenta la degradación de las cuencas hidrográficas a causa de la destrucción de la cubierta vegetal, la erosión de los suelos, las cárcavas y azolvamiento, todo lo cual incrementa el desequilibrio provocado por las actividades antropogénicas.

Control de inundaciones

La amenaza hidrometeorológica, referida a la ocurrencia de eventos destructivos causado por lluvias, tiene un carácter incontrolable, pero su componente hidráulico, es decir la ocurrencia de crecidas destructivas, puede ser controlable en el largo y mediano plazo si se aplican técnicas adecuadas de gestión de cuencas hidrográficas y se implementan planes, programas y acciones de defensa que integren tanto medidas estructurales como no estructurales. (Estrela, 1996)

Las medidas estructurales, tal como se definen, implican generalmente la construcción de obras, y que han sido tradicionalmente utilizadas, y por ello son mucho más conocidas. (Estrela, 1996) Entre las medidas no estructurales se tienen aquellas que gestionan el futuro desarrollo de la zona inundable. (Estrela, 1996; Lopardo y Seoane, 2000)

Además, se tienen las medidas que dan una respuesta a las inundaciones basándose en mecanismos de prevención como es la instalación de sistemas de previsión y aviso de avenidas con un plan de evacuación apropiado. A partir de los años setenta, en Estados Unidos se dio prioridad a la aplicación de medidas no estructurales, alentando a las comunidades a adoptar programas de gestión de llanuras de inundación, que combinan la zonificación y uso del suelo, los códigos de construcción y la planificación para las situaciones de emergencia. (Estrela, 1996)

Daños económicos por inundaciones

Es fundamental evaluar la efectividad de los proyectos diseñados para mitigar los efectos de estas inundaciones, además de determinar su viabilidad económica comparando los beneficios que producen, con los costos de las medidas de control y mitigación. Estos costos han de incluir tanto los de construcción, como los de operación, mantenimiento y reparación. Estos análisis económicos de daños resultan de gran importancia para la gestión de riesgos y mitigar sus impactos negativos.

Tipología de daños

En los análisis de daños producidos por crecidas pueden diferenciarse cuatro tipos, (Estrada, 1996):

1. Los *daños tangibles directos* hacen referencia a la pérdida producidas por el contacto físico con el agua. Se suelen valorar por medio de los costes de reposición, reparación o rehabilitación de los bienes afectados.
2. Los *daños tangibles indirectos* incluyen el costo adicional por desvíos alrededor del área inundada, las pérdidas derivadas de la interrupción de servicios y las pérdidas en negocios, salarios, costos de limpieza después de la inundación, etc. También suelen incluir los incrementos de costes en tareas de previsión y alarma, las evacuaciones y los alojamientos temporales en zonas libres de peligro.
3. Los *daños intangibles (directos e indirectos)* incluyen las pérdidas de vidas humanas, los perjuicios a la salud pública por contaminación de

las aguas o proliferación de insectos, daños en sitios históricos y arqueológicos, etc.

4. Los *daños de incertidumbre* se refieren a la inseguridad que sufren los habitantes de una zona inundable respecto al momento y magnitud de la próxima crecida. Representan la diferencia entre el valor de los daños esperados y lo que estarían dispuestos a pagar los ocupantes de la zona para evitar unas pérdidas que son altamente variables de unos años a otros y que, en ocasiones, pueden alcanzar proporciones catastróficas.

Otra clasificación de daños es la que presenta James y Lee (1971), autores que señalan que los *daños tangibles* son los daños que pueden ser medidos con base en un valor monetario, mientras que los *daños intangibles* no pueden ser medidos en tales términos.

Los daños tangibles pueden ser divididos en dos subtipos, los *daños directos*, producidos por contacto con el agua o por sumersión, y los *daños indirectos* que son los daños causados por la interrupción de las interrelaciones físicas y económicas e incluyen, por ejemplo, la interrupción del transporte carretero, de los servicios públicos, pérdidas en salarios y beneficios en los negocios, así como otras consecuencias de las inundaciones como los costos por el desagüe de las inundaciones.

Debido a que es muy difícil identificar los valores monetarios de los daños indirectos, se estiman éstos como un porcentaje de los daños directos. (Ming-Daw y otros, 2009) Algunos autores señalan que en zonas urbanas se

suma 15% de los daños tangibles y si es en zonas rurales sólo se agrega 10% del total de éstos.

Nascimento y otros. (2007) presentan una clasificación bastante detallada de la tipología de daños que se presentan en el caso de áreas urbanas, además de presentar ejemplos de cada uno de los estos tal y como se muestra en la tabla número 1.

Tabla 1. Clasificación de daños por inundación en zonas urbanas

Sector	Daños Tangibles		Daños Intangibles	
	Directos	Indirectos	Directos	Indirectos
Viviendas	Daños físicos al edificio, su estructura y contenido	Costos de limpieza, albergues, medicinas	Pérdida de vidas humanas	Estrés psicológico y estados de ansiedad. Daños a la salud a largo plazo
Comercios y servicios	Daños físicos al edificio, su estructura y su contenido. Pérdidas o daños de existencias	Costos de limpieza Pérdida de beneficios Desempleo Pérdida de bases de datos	Pérdida de vidas humanas	Estrés psicológico y estados de ansiedad. Daños a la salud a largo plazo
Industria	Daños físicos al edificio, su estructura y su contenido (maquinaria) Pérdidas o daños de materias primas y existencias	Costos de limpieza Pérdida de beneficios Desempleo Pérdida de bases de datos	Pérdida de vidas humanas	Estrés psicológico y estados de ansiedad. Daños a la salud a largo plazo
Equipamiento público y servicios	Daños físicos al edificio, su estructura y su contenido	Costos de limpieza e interrupción de servicios Costos de los servicios de emergencia	Pérdida de vidas humanas	Estrés psicológico y estados de ansiedad. Daños a la salud a largo plazo Inconvenientes debido a la interrupción de los servicios
Infraestructura	Daños físicos al patrimonio (carreteras, puentes, acueductos, oleoductos, torres eléctricas, conducciones de agua, etc.)	Costos de limpieza e interrupción de servicios	Pérdida de vidas humanas	Inconvenientes debido a la interrupción de los servicios
Patrimonio cultural e histórico	Daños físicos al patrimonio (monumentos, edificios históricos, museos, etc.)	Costos de limpieza e interrupción de servicios	Pérdida de vidas humanas Valor Histórico cultural	Inconvenientes debido a la interrupción de los servicios

Fuente: elaboración propia a partir de Nascimento y otros, 2007, 483:195-210

Estos mismos autores, detallan que en el caso de las zonas urbanas, los daños directos resultan del contacto directo del agua con las viviendas, negocios y edificios públicos, produciéndose su deterioro físico. Los daños indirectos se originan por los inconvenientes causados en el sistema productivo. Esto se refleja en la reducción de impuestos, los costos de los servicios de emergencia y de protección civil, el aumento de los costos de seguro, el desempleo y la reducción de salarios, entre otros.

Valoración de los daños

El control absoluto de las crecidas no es factible, tanto desde el punto de vista físico como económico. Lo que se persigue, por tanto, es reducir los daños a un nivel mínimo consistente con los costos necesarios para alcanzar dicha reducción.

Las actuaciones de defensa contra las avenidas pueden proteger las zonas potencialmente inundables de dos formas diferentes: reduciendo la inundación o bien disminuyendo la propia susceptibilidad de los daños. Las medidas dirigidas a reducir la inundación pueden afectar a las condiciones hidrológicas, hidráulicas y económicas de la zona, mientras que las medidas que actúan sobre la susceptibilidad de los daños sólo modifican las condiciones económicas.

La estimación de daños en zonas inundables implica cuatro tipos de análisis. (Boyle y otros, 1998):

1. *Análisis hidrológico de frecuencias* .Permite el pronóstico de caudales, eventos extremos y simulación de escorrentía, todo ello mediante el uso de modelos hidrológicos.
2. *Análisis de peligros*. Se enfoca en los tipos de peligros relacionados con las inundaciones
3. *Análisis de exposición a peligros*. Tiene como objetivo estimar la extensión y seriedad de los daños y la magnitud de las pérdidas, las cuales dependen de factores humanos, hidrológicos y del uso del suelo.
4. *Análisis de daños*. Implica el costo de remplazar o restaurar las áreas afectadas. Una aproximación utilizada normalmente es el método de correlación entre el daño estimado y las características hidrológicas y económicas de la llanura de inundación.

Los daños producidos por las crecidas dependen de diversos factores. (Estrada, 1996, Ayala y otros, 1986):

- Altura media de la lámina de agua y/o altura local del agua en la zona inundada.
- Época del año en que se produce.
- Velocidad del agua.
- Duración de la inundación.
- Tiempo transcurrido desde la inundación anterior.
- Carga de sólidos arrastrada.
- Tiempo disponible de respuesta desde que se produce la alarma, entre otros.

Dentro de los análisis de daños, se enmarca la evaluación socioeconómica de los daños provocados por inundación, la cual se enfoca en los daños tangibles. Esta evaluación es posible efectuarla bajo tres diferentes procedimientos metodológicos: (Nascimento y otros, 2007)

- *Métodos conceptuales*: incorporan métodos económicos desarrollados con el objetivo de evaluar daños o activos ambientales. La hipótesis en la cual se fundamenta este método postula que el mercado es capaz de incorporar el riesgo de inundación y por tanto adecuar procedimientos que puedan estimar el valor asignado por el mercado a este tipo de riesgos.
- *Análisis de vulnerabilidad*: este procedimiento metodológico se enfoca en la asociación del riesgo de inundación con los daños potenciales y los medios disponibles para enfrentar el riesgo. La evaluación de la vulnerabilidad toma en cuenta las acciones de planeación anticipada, los medios financieros para recuperar las áreas afectadas, la existencia de cobertura de seguros, etc.
- *Métodos de evaluación directa*: estos métodos se enfocan en la evaluación de las descripciones precisas y detalladas de los impactos causados, tomando en cuenta los inventarios de daños realizados en las áreas afectadas. Esta evaluación incluye daños directos e indirectos.

Los estudios que se han implementado para la evaluación de daños de manera directa son los de Penning-Rowse y Chartteton (1979) para los sectores agrícolas, industriales, servicios, comercial y residencial, basado en un análisis a priori; y más recientemente el de Jonkman y otros (2009) en

Holanda, cuyo trabajo se basó en el uso de Sistemas de Información Geográfica y la integración de un modelo hidroeconómico.

En relación con la cuantificación de afectaciones provocadas por una inundación, las metodologías más implementadas, desarrolladas y utilizadas son las de evaluación directa. Uno de los métodos más comunes es el basado en la integración de una función de daño económico/profundidad de la inundación. En general, una misma profundidad de inundación causa diferentes daños a diferentes tipos de usos de suelo. (Lekuthai y Vongvisessomajai, 2001). Así como la metodología desarrollada por la CEPAL (2009), para la evaluación del impacto socioeconómico de los desastres naturales.

Últimamente también se ha incluido el factor duración de la inundación. (Lekuthai y Vongvisessomajai, 2001) En este caso la inundación se divide en tres periodos: el primer periodo se extiende desde el inicio de la inundación hasta el pico, el segundo periodo abarca desde el pico hasta el final de la inundación, y el tercer periodo comprende el posperíodo de inundación cuya duración varía en función de la duración de la inundación. Tomando en consideración estos tres periodos se pueden hacer cálculos de daños para cada uno de ellos.

La valoración de daños potenciales tangibles en una zona inundable se puede llevar a cabo de varias formas, como es la realización de encuestas, uso de bases de datos, trabajos de campo y/o mediante el análisis de los daños producidos en crecidas históricas. Entre estos métodos, el más usual es el uso de una base de datos espacial que incluye información sobre usos de suelo,

características hidráulicas y actividades humanas. Esta base de datos será el soporte para determinar los tipos, severidad y localización de los daños ocasionados por una inundación. (Boyle y otros, 1998)

Para el caso de daños tangibles indirectos se suelen estimar como un porcentaje fijo de daños directos. Los porcentajes que han sido propuestos por Kates (1965) son los más empleados, y fueron obtenidos a partir del análisis de varios estudios realizados por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América en diversas cuencas hidrológicas, y que abarcaron un amplio rango de características. Los valores de estos porcentajes se muestran en la tabla.

Tabla 1.1. Porcentaje aplicado a los daños directos para el cálculo de daños indirectos

Concepto	Porcentaje
Zonas residenciales	15%
Áreas comerciales	35%
Áreas industriales	45%
Servicios públicos	10%
Propiedades publicas	34%
Zonas agrícolas	10%
Carreteras	25%
Ferrocarriles	23%

Fuente: elaboración propia a partir de Kates, 1965

Estos porcentajes son aceptados por razones prácticas, ya que el tiempo que se requiere para un análisis detallado de los daños indirectos es demasiado grande para que pueda justificarse el empleo de este tipo en un estudio en particular de una inundación dada. (James y Lee, 1971)

Ayala y otros (1986) señalan que una de las principales dificultades que se presentan en la evaluación de los daños tangibles indirectos es la definición de los límites en que la inundación afecta a la cadena productos-consumidor. Realizar un pronóstico de daños indirectos es bastante especulativo, pues existen variables difíciles de manejar. Es por ello, que para realizar una estimación previa, se requiere contar con registros de daños indirectos de inundaciones anteriores.

Curvas de daños

El propósito de las curvas es describir la conexión entre los daños y la profundidad de la inundación (altura de la lámina de agua). (Ming-Daw y otros, 2009)

Hay dos maneras para la construcción de modelos que relacionan la profundidad de inundación-daño. Una es mediante un análisis estadístico con el uso de la recopilación de datos de los daños después de la inundación, y el otro es hacer el análisis de hipótesis de simulación de la inundación y generar la condición de relación profundidad-daño curva. (Smith, 1994 y Dutta, Herath y otros, 2003)

Daños en zonas comerciales

En presencia de inundaciones de manera repentina, los daños provocados por éstas a la infraestructura urbana, vías de comunicación, vivienda y comercios, así como a sus bienes muebles, la cantidad de afectaciones aumenta con relación a la altura de la lámina de agua que es alcanzada durante este proceso. Los daños a establecimientos comerciales suelen ser

reflejados en el daño al edificio del establecimiento, a los productos ofertados, al personal ocupado, a los costos de limpieza y costos de recuperación de los bienes afectados.

Las características de algunos establecimientos son, que sus productos ofertados se colocan en estantes o mostradores que no son más altos a 2 metros para facilitar a los clientes tomar los productos. Así que partiendo de las inundaciones, el daño se acumula y aumenta rápidamente, pero cuando se tiene una altura de 1.5-2.0 metros alcanzada durante la inundación, entonces el valor máximo estable sería alcanzado rápidamente. (Ming-Daw y otros, 2009). Sin embargo este patrón no es homogéneo ya que se puede comportar de diferente manera en relación al tipo de giro del establecimiento comercial y el valor máximo de daño se puede alcanzar a menor altura.

Lámina de precipitación

La precipitación que ocurre en una zona no es constante y el escurrimiento que se genera depende en gran medida de la extensión donde tiene lugar y de sus características (tamaño, pendiente, tipo de suelo, cobertura vegetal, etc.). Es por eso que la precipitación se caracteriza como una altura o lámina. De esta manera es posible comparar la altura de la lluvia en diferentes puntos de una cuenca, o bien obtener un promedio; también, el ser una variable independiente del área y permite convertir la lluvia en volumen precipitado para cualquier subárea dentro de la cuenca que se esté estudiando. (CENAPRED, 2004)

Capítulo II. Marco metodológico

En este capítulo presenta la metodología para evaluar las afectaciones económicas a establecimientos comerciales. Esta metodología se centrará en definir un tipo de comercio al por menor en específico, el cuál tenga una alta importancia en el desarrollo de la actividad comercial dentro de la zona de estudio.

Para la estimación de las afectaciones económicas, provocadas por el proceso de inundación en la cuenca Alta-Lerma, se desarrolló este modelo para estimar en un valor monetario dichas afectaciones, para el periodo de inundación del 2009 a 2011.

Como primer paso para hacer la cuantificación de las afectaciones económicas que sufrieron los establecimientos económicos durante estos años, se delimitaron las zonas inundables que se presentaron en la cuenca. Dicha información fue consultada mediante los Atlas de Inundación, el cual fue proporcionado por la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM), de la temporalidad 2009 a 2011 en donde nos indica, el tipo de inundación, altura de la lámina de agua, ubicación, extensión y viviendas afectadas, entre otros datos.

Para nuestro caso sólo se usó la altura de lámina de agua que alcanzó durante la presencia de este fenómeno (tirante interior); así como del tipo de inundación la cual fue proporcionada en una base cartográfica. Posteriormente para conocer la cantidad de unidades afectadas y el tipo de giro, se utilizó el DENU, por último se relacionó la ubicación del

establecimiento comercial con el Índice de Marginación que presente en relación al AGEB en donde se encuentre el establecimiento comercial.

Materiales y Métodos

El método que se utilizó en esta investigación es una combinación de dos: hipotético deductivo y determinístico. En el primer caso, correspondiente a la primera fase del trabajo, se partirá de conceptos, categorías y metodologías previas que permitieron analizar un caso de estudio (zonas que se han inundado de la cuenca alta del Lerma).

Figura 2. Diagrama metodológico



Fuente: elaboración propia.

En una segunda fase, se usó un método determinístico que permitió la construcción de las curvas para la estimación de daños por inundación de zonas comerciales. En la figura 2 se presenta esquemáticamente las etapas llevadas a cabo para el desarrollo del método de evaluación indirecta para la estimación de costos de daños directos causados por una inundación en

establecimientos comerciales, que en el desarrollo de este trabajo se propone, y las cuales se describirán de forma ordenada y breve.

A su vez, el desglose de cada actividad en la construcción de las fases, para la construcción del modelo propuesto para la estimación de costos, se observará esquemáticamente desarrollado en las etapas que comprenden el desarrollo del modelo.

Etapa 1. Base de datos geoespacial

La construcción y desarrollo de una base de datos geoespacial es necesaria para la realización del análisis, determinación de los tipos, gravedad y localización espacial de los daños causados por una inundación. La cual se unió con la base cartográfica digital, con la cual se analizaron las zonas de inundación y las características de los establecimientos comerciales. La base de datos que se construyó, está conformada por la siguiente información, la cual cubrió ciertas características, para determinar las afectaciones económicas que sufrieron los establecimientos comerciales durante el periodo de análisis:

Delimitación de zonas inundadas

Las características hidráulicas de una inundación en una cuenca se pueden obtener mediante la implementación de un modelo de simulación hidrológico-hidráulico. Las características que también se toman en consideración son la magnitud de los caudales del río para diferentes periodos de retorno y la altura de las láminas de agua alcanzada en éstos.

Con base en la extensión de la lámina de agua y con la implementación de un modelo digital del terreno es posible delimitar las zonas inundadas, y a su vez definir los establecimientos comerciales afectados. Sin embargo en la implementación del modelo digital éste tiene limitantes, la cual es la resolución de la información en relación a las curvas de nivel con la el cual se construyó el modelo. Posterior a este proceso se elabora cartografía para representar espacialmente la inundación.

En caso de no poseer un modelo de simulación, la solución más viable es recopilar información histórica de inundaciones la cual será proporcionada en algunos casos por los organismos de protección civil de cada estado o municipio; así como de otras instituciones gubernamentales, como la Comisión de Agua del Estado de México (CAEM-GEM), como por CONAGUA y el CENAPRED (2009b).

En nuestro caso la información fue proporcionada por la CAEM, los atlas de inundación de donde se obtuvieron algunas características para la construcción de la base de datos, dichos datos que se obtuvieron fueron extensión de la lámina de agua, población vulnerable, viviendas afectadas y altura del tirante interno de la lámina de agua.

Caracterización de los establecimientos comerciales inundables

El siguiente paso es definir las características socioeconómicas de la población. Estas características se encuentran en indicadores socioeconómicos y el índice de marginación urbana (IM), los cuales han sido publicados por el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2010); con base

en el Censo de Población y Vivienda del año 2010. Adicionalmente, en la caracterización de los establecimientos comerciales se realizó mediante la consulta del Censo Económico del 2009, del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), a una escala municipal de la información.

A su vez, la información sobre la tipología y ubicación espacial de los comercios, será obtenida mediante el DENUE (INEGI). El DENUE proporcionó las características de los establecimientos y la actividad económica a la cual pertenecen.

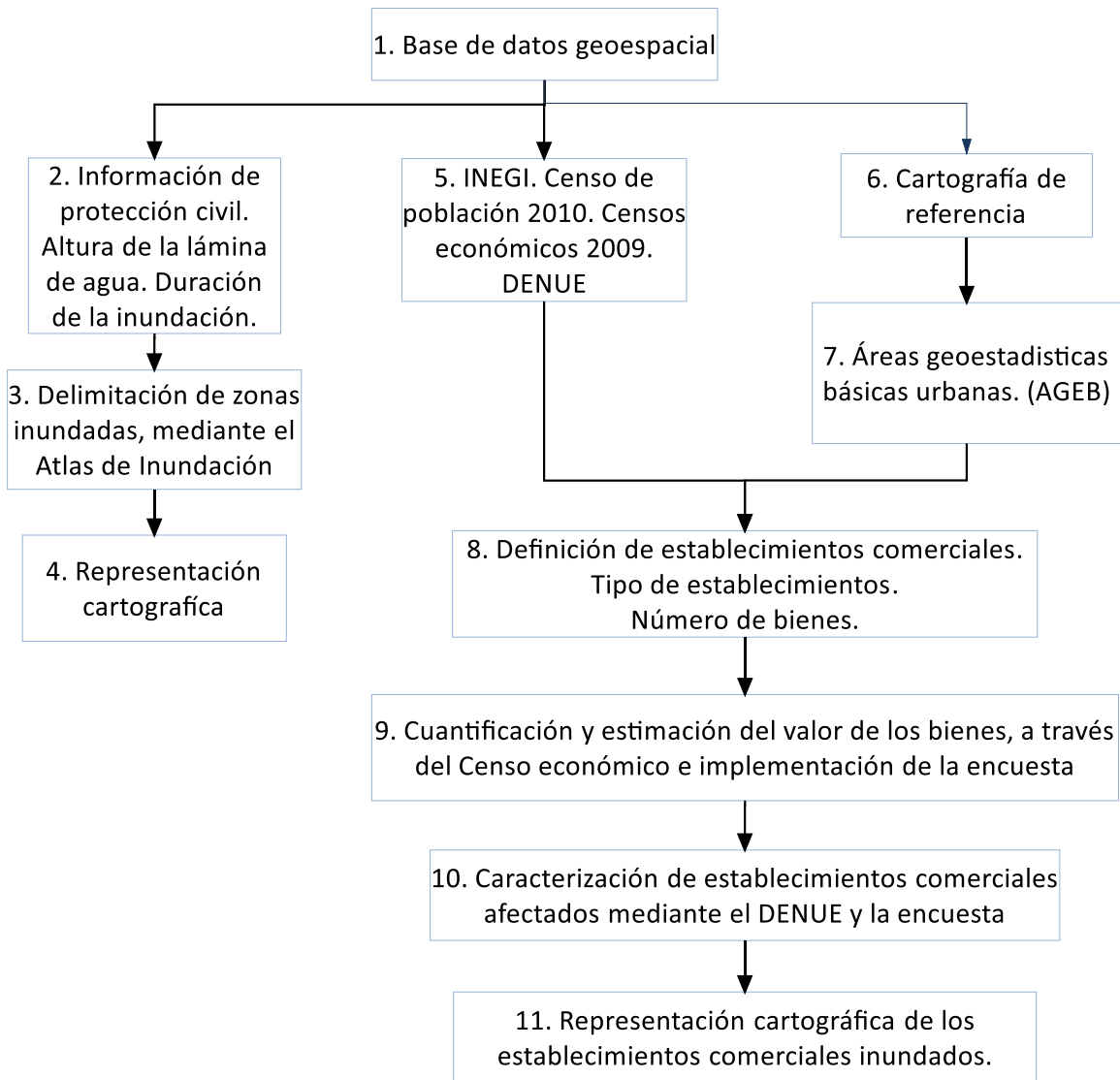
También se usó la información estadística por Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB urbana)², a fin de relacionar los establecimientos con la población a la que abastecen, y las características de las mismas, a través del Índice de Marginación (IM).

La cuantificación de los bienes que poseen fue estimada por muestreo mediante la implementación de una encuesta en la zona de estudio. Por último se realizó una representación cartográfica de los establecimientos comerciales afectados, así como la unión de las dos capas temáticas generadas.

En el siguiente gráfico se muestra la secuencia del proceso de la construcción de la base de datos geoespacial.

² AGEB urbanas se definen además como: es un área geográfica ocupada por un conjunto de manzanas perfectamente delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo de fácil identificación en el terreno y cuyo uso del suelo es principalmente habitacional, industrial, de servicios, comercial, etcétera, y sólo son asignadas al interior de las localidades urbanas. (INEGI, 2010)

Figura 2.1. Base de datos geoespacial



Fuente: elaboración propia

Etapa 2. Diseño y aplicación de encuesta

La construcción de una parte del modelo durante esta etapa, fue mediante la aplicación de encuestas. Esto permitió inferir los impactos reales ocasionados por este evento en la zona de estudio, así como saber la perspectiva de los comerciantes sobre este proceso. Para ello, y para obtener un mejor manejo

de las mismas, se determinó usar una estrategia de muestreo aleatorio simple, la cual cubrió toda la zona de estudio.

El tamaño de la muestra se calculó con un factor de corrección por población finita y, se utilizará 95% de índice de confianza y un error muestral aproximado +- 10%. (Cochran, 1987)

$$n = \frac{Z \cdot p \cdot q}{E^2}$$

Dónde:

Z= nivel de confianza

p= probabilidad de ocurrencia

q= probabilidad de no ocurrencia

E= error muestral

Para el factor de corrección de población finita se utilizó:

$$N = \frac{n - 1}{1 + \frac{n - 1}{f}}$$

Dónde:

n= tamaño de muestra

f= población finita

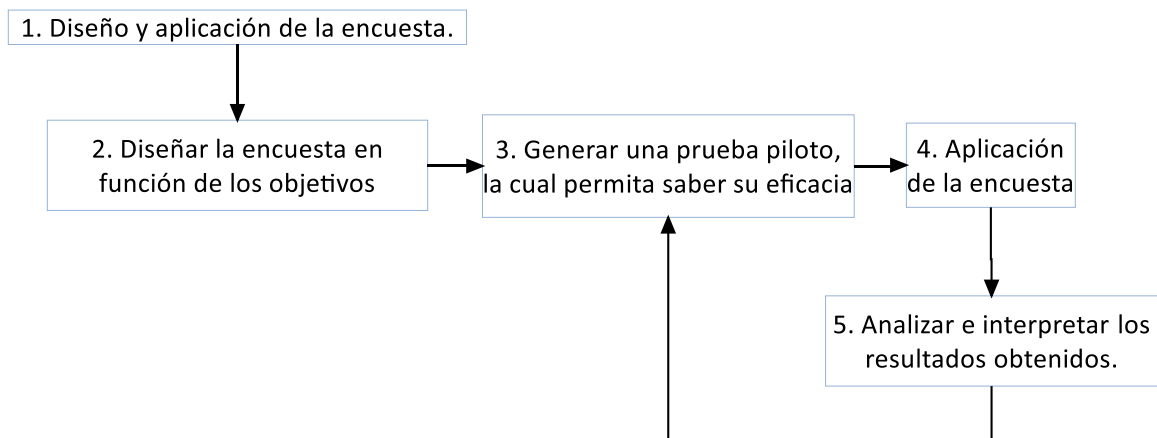
La selección de los comercios incluidos en la muestra fue hecha a partir de números aleatorios, por cuotas de acuerdo a cada municipio. A su vez los cuestionarios se aplicaron a los dueños de los establecimientos comerciales, ya que son ellos quienes conocen del valor de los productos ofertados, la inversión mensual que realizan en mercancía y otras características del

establecimiento. El cuestionario, consistió en una batería de preguntas cerradas que incluyen los aspectos a indagar por este medio.

Estos cuestionarios permitieron realizar la cuantificación de bienes que posee un determinado tipo de unidad económica, su valor económico, la extensión del establecimiento y la inversión mensual en mercancía que realizan dentro del establecimiento (Ver anexo II).

La secuencia del diseño y aplicación de la encuesta se muestra en el siguiente gráfico:

Figura 2.2. Diseño y aplicación de encuesta



Fuente: elaboración propia

Etapa 3. Técnica alternativa de obtención de valoración de bienes y productos

La técnica alternativa de obtención de bienes y productos de los establecimientos comerciales, se implementó ya que en la aplicación de encuestas no se obtuvieron datos veredictos y fiables para la cuantificación de los productos que posee un determinado tipo de unidad económica, ya

que al preguntar por la inversión mensual que realizan los dueños de los establecimientos, nos respondían valores muy altos o muy bajos, los cuales no correspondían a las características del establecimiento.

Sin embargo se pudo estimar la inversión que realizan los propietarios de los establecimientos comerciales al capital fijo, ya que al realizar el análisis de esta variable en relación a los datos obtenidos por la encuesta, no se encontraron valores exagerados, y se encontró un comportamiento similar en los establecimientos que corresponden a la misma clase de establecimiento.

Para la realización de la cuantificación de bienes y la obtención de la inversión mensual de una determinada unidad económica se usó el Censo Económico del 2009, con el cual se trabajaron las variables de subsector, unidades económicas, personal ocupado total³ y producción bruta⁴ (miles de pesos). Posteriormente se procesaron estos datos para obtener la producción bruta promedio por unidad económica, estimado a pesos del 2012, tomando en consideración la deflactación que se ha tenido del año 2009 al 2012 la cual ha sido del 14.98%, esta se calculó dividiendo el salario mínimo en pesos

³ Personal ocupado total. Comprende tanto al personal contratado directamente por la razón social como al personal ajeno suministrado por otra razón social, que trabajó para la unidad económica, sujeto a su dirección y control, y que cubrió como mínimo una tercera parte de la jornada laboral de la misma. Puede ser personal de planta o eventual, sean o no remunerados. (INEGI, 2009)

⁴ Producción bruta total. Es el valor de todos los bienes y servicios producidos o comercializados por la unidad económica como resultado del ejercicio de sus actividades, comprendiendo el valor de los productos elaborados; el margen bruto de comercialización; las obras ejecutadas; los ingresos por la prestación de servicios, así como el alquiler de maquinaria y equipo, y otros bienes muebles e inmuebles; el valor de los activos fijos producidos para uso propio, entre otros. Incluye: la variación de existencias de productos en proceso. Es decir, los bienes y servicios se valoran a precio productor. (INEGI, 2009)

corrientes (CNSM) entre el índice de precios al consumidor este multiplicándolo por cien, posteriormente el resultado obtenido se multiplica por cien con lo cual se dio el anterior resultado.

Fórmula

$$Xr = \frac{Xn}{INPCb} \times 100$$

Indicadores

X= Precio real deflactado

Xn=Precio nomina

INPC= Índice de precio base año de referencia igual a 100

A su vez se obtuvo el promedio de personal ocupado por unidad económica. También se extrajeron los valores máximos y mínimos de los promedios calculados de la producción bruta a nivel estatal. Posteriormente esos valores se convirtieron a salarios mínimos mensuales.

En esta fase se partió del principio en el que el valor de los bienes que posee un determinado tipo de establecimiento va a ser igual a la producción bruta promedio cantidad que permitió la construcción de las curvas de daños.

Etapa 4. Curvas de daños/altura de la lámina de agua

Para la realización de la estimación y cálculo de los daños tangibles directos (pérdidas de bienes muebles generados por el contacto físico con el agua) se implementó las curvas de daños potenciales, las cuales relacionan dos variables primordiales para la generación de las mismas. La primera es la altura de la lámina de agua y la segunda los daños causados por la inundación.

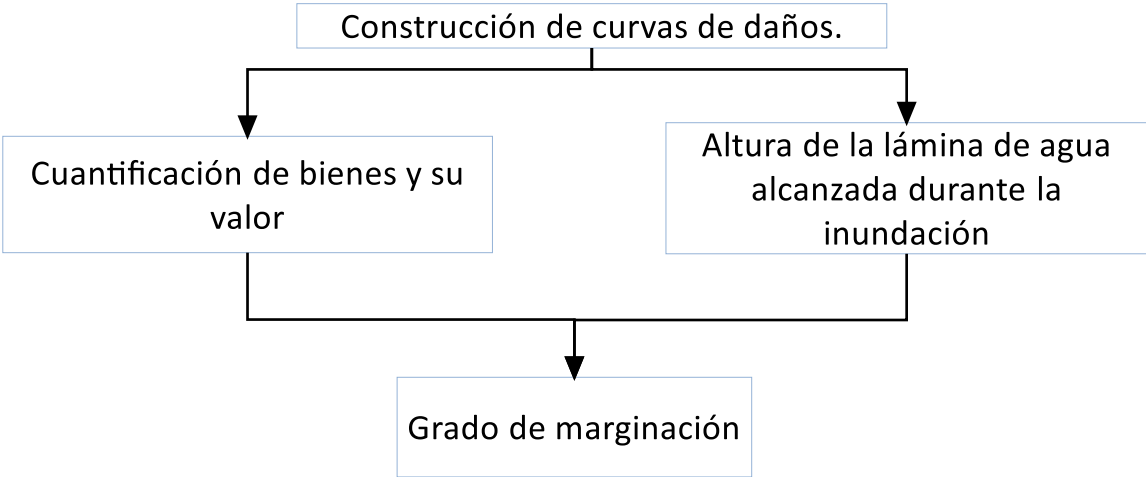
La clasificación de las curvas fue mediante el grado de marginación urbana (muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo) del AGEB donde se ubica cada

establecimiento comercial, utilizando la información de los cuestionarios obtenida o de las estimaciones hechas.

Por cada tipo de establecimiento comercial ubicado en un AGEB con un IM dado, se analizaron las características del mismo, con lo cual se pudo conocer al grado de afectación sobre los bienes que posee, en relación a la altura de la lámina de agua, con lo cual se obtuvo como resultado la estimación de los bienes afectados.

Las características de la altura de la lámina de agua y extensión de la misma serán obtenidas mediante la información recopilada en eventos históricos de inundación, la cual fue proporcionada por las diversas organizaciones e institutos en este caso la CAEM.

Figura 2.3. Curvas de daños/altura de la lámina de agua



Fuente: elaboración propia

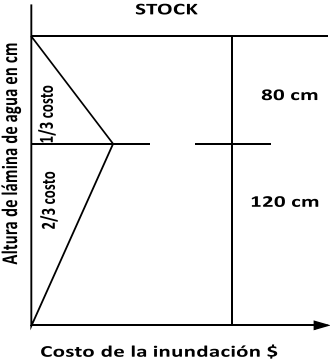
En esta parte se definió por cada grupo de actividad económica las unidades económicas existentes en la cuenca, a las cuales se les agregó una familia de

curvas para la estimación de las afectaciones económicas, de acuerdo con el grado de marginación al que correspondan.

Posteriormente, de cada una de estas curvas se obtuvo una ecuación mediante la implementación de un modelo de regresión, el cual permitió utilizar los parámetros para calcular los daños ocasionados por una inundación en un establecimiento comercial respecto de la altura de la lámina de agua alcanzada durante el proceso de la inundación y el Índice de Marginación de la AGEB donde se ubica el establecimiento comercial (unidad económica).

Con la metodología seguida en este trabajo, y tomando como base el Censo Económico del 2009, se llegó a estimar los posibles costos directos probables generados por una inundación para una determinado grupo de unidad económica, en relación a su índice de marginación donde se encuentre. El patrón de comportamiento de las curvas de valor/altura de la lámina de agua fue el siguiente:

Figura 2.4. Comportamiento de las curvas de daños/altura de la lámina de agua



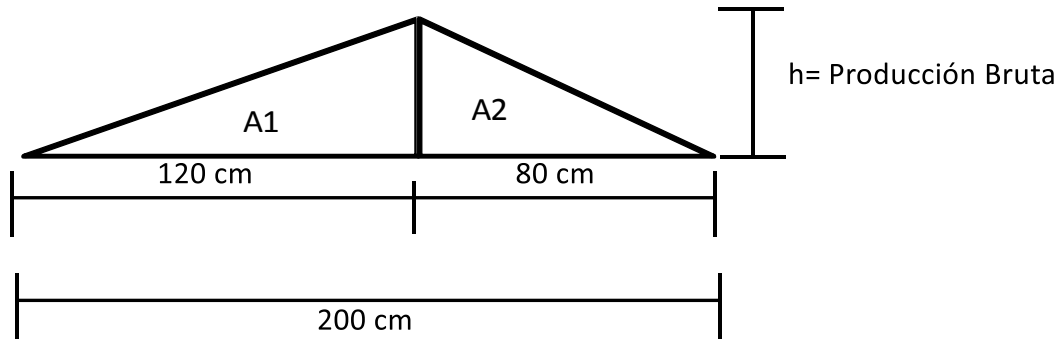
Fuente: elaboración propia

En las curvas se observaron dos picos de comportamiento en relación a la altura que se encuentran ordenados los productos. Este patrón se fijó en relación a las medidas antropométricas, en donde se tomó como base la medida mínima de los hombros que es una altura de 1.2m. Esta altura facilita el alcance hacia delante de los productos que se deseen adquirir. (Fonseca, 1995)

Posteriormente se diseñaron dos fórmulas que permiten estimar las afectaciones económicas que se tienen en este proceso, a partir de la fórmula para calcular el área de un triángulo-rectángulo. Esto permitió establecer una fórmula para hacer la cuantificación de daños tomando como base la producción bruta que genera un tipo de subsector de unidad económica.

Esta fórmula considero la altura de la lámina de agua de 0m a 1.20m, dicha altura representa la cantidad de afectación que represento el 66.6% de la Producción Bruta, este valor es igual a la cantidad total de productos afectados por una inundación; y la segunda que considera una altura mayor a 1.20m y una altura máxima de 2.0m, la cual representa el 33.3% de la Producción Bruta. Estos porcentajes se definieron en relación a dos variables, la primera es a la altura mínima de los hombros en relación a las medidas antropométricas y la segunda por el patrón de distribución de los productos que existen en los establecimientos comerciales, ya que a mayor altura en la que se encuentre el producto es igual a mayor esfuerzo ejercido para adquirir el mismo, por lo tanto existe mayor concentración de productos a menor altura por su accesibilidad.

Figura.2.5.Comportamiento de los daños/altura de la lámina de agua



Fuente: elaboración propia

Fórmula 1

A= Afectación total

$$A1 = \left(\frac{C1}{C2} (h) \right)$$

$$A1 = 66.6\% PB$$

C1= constante de afectación es igual a 66.6

C2= constante de altura 120

h= altura de la lámina de agua en cm

Fórmula 2

$$A2 = \left(\frac{C1}{C2} (h) \right)$$

$$A2 = 33.3\% PB$$

C1= constante de afectación 33.3

C_2 = constante de altura 80

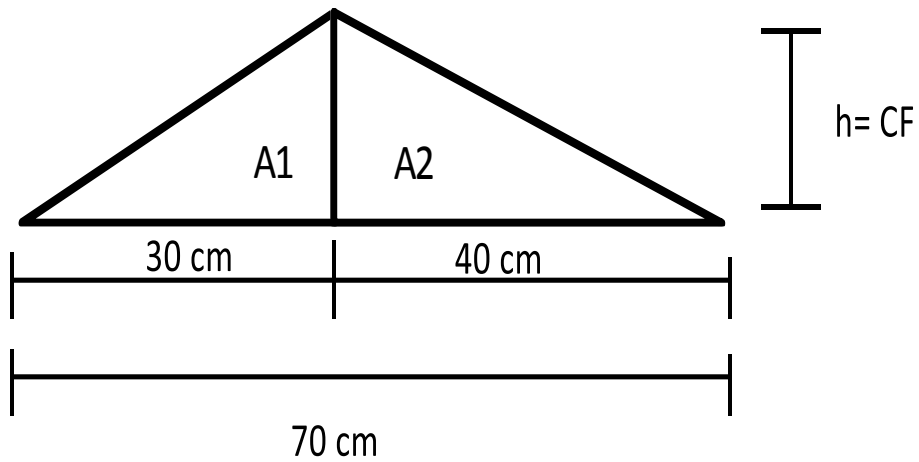
h = altura de la lámina de agua en cm

A su vez, ya obtenido el porcentaje de la producción bruta en relación a la altura de la lámina de agua, se aplicó la fórmula A1, la cual considera el primer pico máximo de altura el cual con máximo de 1.20m de altura de lámina de agua. Posteriormente, si la inundación supera esta altura, se aplicó la segunda fórmula A1 y se sumará con A2 para estimar las afectaciones económicas de este proceso.

Para estimar los daños totales que son provocados por una inundación, se sumó otra variable, la cual es el capital fijo (bienes muebles) que posee un determinado tipo de establecimiento comercial. Ello permitió hacer una cuantificación de mayor precisión de los bienes que son afectados por este proceso, para obtener esta variable se hizo el siguiente proceso.

Para la estimación de las afectaciones que sufre el capital fijo durante el proceso de inundación, se consideró una altura máxima de 0.70m. Esta altura fue fijada en relación a la altura de máxima de mesa, en la cual se encuentran algunos bienes. Se dividieron dos comportamientos uno de 0 a 0.30m esta altura se fijó en relación a la altura mínima del motor de un refrigerador y el otro de 0.30m a 0.70m en relación a la altura de mesa, con lo cual se tiene dos picos de comportamiento de las afectaciones al capital fijo. El primer comportamiento, es dado a una altura máxima de 0.30m esta representará una afectación del 30% del total del capital fijo y en el segundo caso de 0.30m a 0.70m lo cual representa el 70% restante del valor del capital fijo.

Figura.2.6.Comportamiento de los daños al capital fijo/altura de la lámina de agua



Fuente: elaboración propia

Las fórmulas que se desarrollaron para estimar las afectaciones al capital fijo (CF) son las siguientes:

Fórmula 1

$$A1 = \left(\frac{C1}{C2} (h) \right)$$

$$A1 = 30\% CF$$

C1= 30 constante de afectación

C2= 30 constante de altura

h= altura de la lámina de agua en cm

Fórmula 2

$$A2 = \left(\frac{C1}{C2} (h) \right)$$

$$A2 = 70\% CF$$

C1= 70 constante de afectación

C2= 40 constante de altura

h= altura de la lámina de agua en cm

Se sumaron ambos resultados en relación a la altura de lámina del agua que se presente, a fin de obtener las afectaciones totales que son provocadas por el proceso de inundación. El comportamiento de las curvas también estará dado en relación al Índice de Marginación en donde se encuentre el establecimiento, esta variable se incorporó para establecer los valores máximos de estimación de daños que puede sufrir un determinado establecimiento comercial.

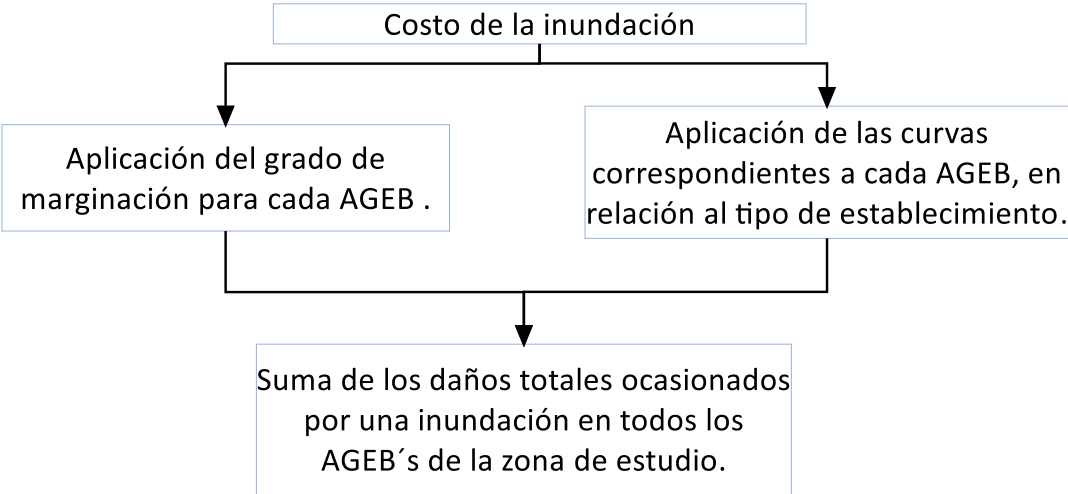
Etapa 5. Costo de la inundación promedio

Para cada tipo de AGEB se definió una familia de curvas de daños por inundación (costo probable), en relación al grado de marginación que presente y el tipo de establecimiento que se encuentre afectado. Para las curvas se utilizó la función del GM (Grado de Marginación) del AGEB, en relación al tirante de agua alcanzado, lo cual proporcionó la estimación de daños económicos ocasionados.

Lo anteriormente mencionado permitió la proposición de un modelo matemático de carácter probabilístico, la cual se generará el valor del costo de la inundación para cada tipo de AGEB. Por último se sumaron los daños

totales ocasionados por una inundación en la zona de estudio, considerando todos los tipos de establecimientos comerciales afectados.

Figura 2.7. Costo de la inundación



Fuente: elaboración propia

Con esta metodología se pudo desarrollar un modelo que permite cuantificar las afectaciones a establecimientos comerciales de comercio al por menor, que son afectados por el proceso de inundación. Con este instrumento se reducirá el tiempo de cuantificación de afectaciones y hacer eficiente la asignación de recursos para la recuperación de los mismos, así como generar instrumentos de política ambiental, los cuales disminuyen las afectaciones negativas que son generadas por este proceso.

Capítulo III Caracterización de la zona de estudio

Este capítulo tiene como finalidad describir de manera general algunos aspectos demográficos y económicos de la zona de estudio, en la cual se encuentran ubicados los establecimientos comerciales clasificados como comercio al por menor de cualquier producto. Dicha caracterización ayudará a la elaboración del modelo, así como comprenderá una parte de la construcción de la base de datos del modelo.

Aspectos físicos

Localización

La porción de la cuenca Lerma-Chapala, en la cual se encuentra nuestra zona de estudio corresponde a la cuenca alta del río Lerma, la cual se ubicada en el estado de México, en la parte centro, con una dirección noroeste, comprende los municipios de: Acambay, Almoloya de Juárez, Almoloya del Río, Atizapán, Atlacomulco, Calimaya, Capulhuac, Chapa de Mota, Chapultepec, El Oro, Ixtlahuaca, Jiquipilco, Jocotitlán, Joquicingo, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Morelos, Ocoyoacac, Otzolotepec, Rayón, San Antonio la Isla, San Felipe del Progreso, San José del Rincón, San Mateo Atenco, Temascalcingo, Temoaya, Tenango del Valle, Texcalyacac, Tianguistenco, Timilpan, Toluca, Villa del Carbón, Villa Victoria, Xalatlaco, Xonacatlán y Zinacantepec. Además algunas porciones de los municipios de: Ocuilán, Nicolás Romero, Isidro Fabela, Jilotzingo, Naucalpan de Juárez y Huixquilucan.

El límite de la cuenca fue obtenido mediante la implementación de imágenes de satélite RTM del año 2000, las imágenes son de 90 m de altitud, el cual fue proporcionado por el CIRA (Centro Interamericano de Recursos del Agua), la cual tiene un área de 5 mil 278.33 km². El cual se representa en el siguiente mapa.

Mapa. 1. Localización de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México







MAPA DE ZONA DE ESTUDIO.
 Fuente: INEGI,2005
 CIRA,2000
 Elaboró: Israel Vázquez Moran
 Parámetros Cartográficos
 Proyección Cartográfica: Cónica
 Conforme de Lambert
 Datum: ITRF 1992
 Esferoide: GRS 1980
 Cuadrícula cada 30,000 m.


**Universidad Autónoma
 del
 Estado de México**


**Facultad de Geografía
 Centro Interamericano
 de
 Recursos del Agua**

Simbología

-  Límite de la cuenca
-  Límite municipal
-  Límite estatal

Escala:
 1:600,000

 8 4 0 8 kilómetros

Fuente: elaboración propia a partir de INEGI,2005 y CIRA,2000

Geología

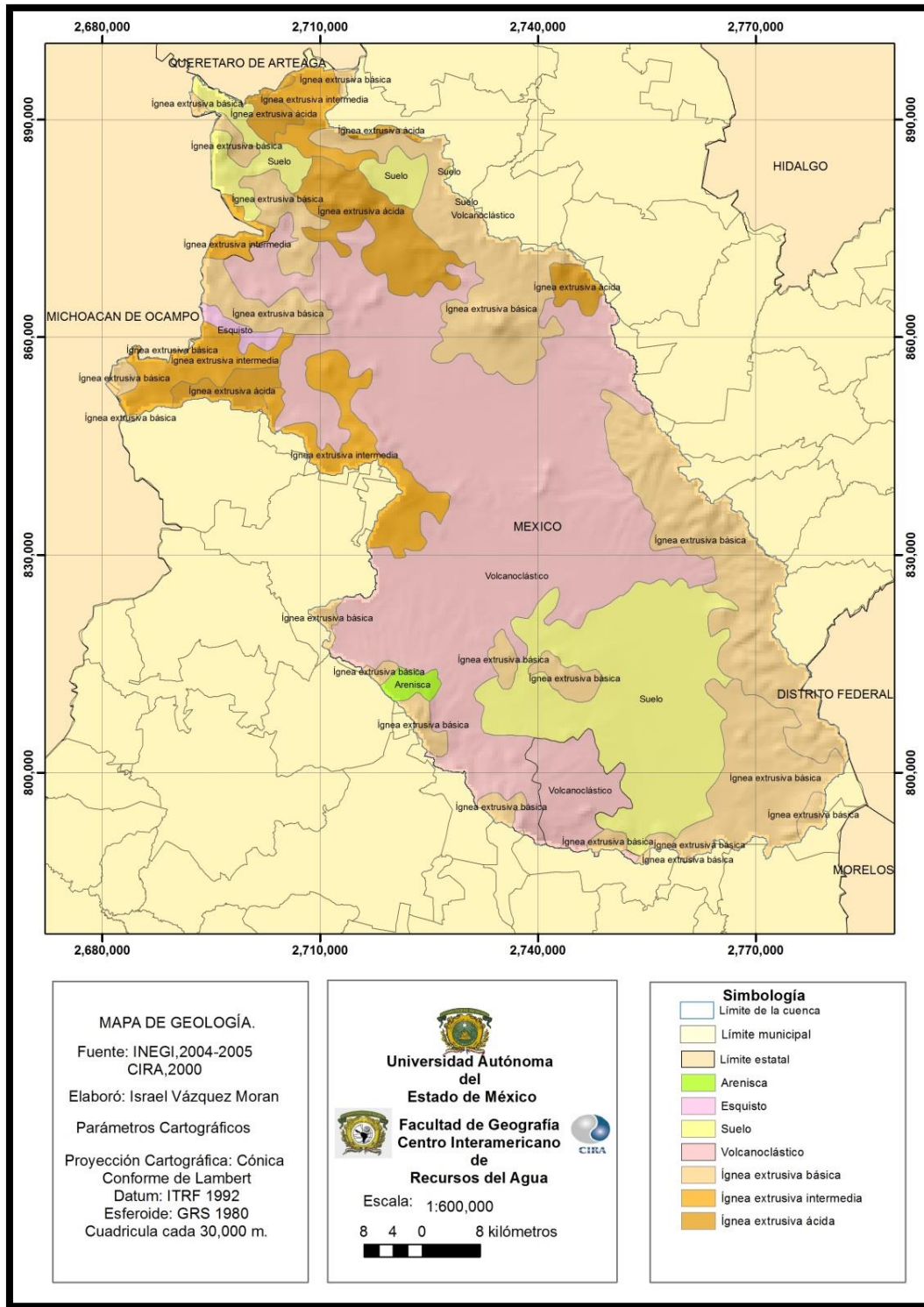
El área se encuentra localizada dentro de una zona de actividad volcánica, constituida por una secuencia de rocas formadas por derrames, piroclásticas y en menor proporción por derrames continentales. Las rocas aflorantes están representadas por las andesitas, basaltos, piroclásticos, lahares y pequeños lentes de materiales aluviales, tanto del terciario como del cuaternario.

Los esfuerzos de comprensión que se suscitaron durante el terciario superior generaron la extravasación del material volcánico, dando origen a una serie de volcanes y planicies piroclásticas, y fue durante el cuaternario donde las etapas de tensión dieron lugar a pequeños aparatos volcánicos y coladas recientes. (GEM, 1993)

Se observa que las rocas predominantes son las rocas ígneas extrusivas, de tipo volcanoclásticas, las cuales se formaron en el periodo cenozoico, este tipo de rocas se extienden desde la parte sur, centro y hasta el noreste de la cuenca, en rangos de extensión representa el 50% del área total de la cuenca.

A su vez, el segundo grupo de rocas predominantes son las de tipo ígnea extrusiva básica, la cual se formó en el periodo cenozoico, se ubica en la parte centro, sur, sureste, este, noreste, norte y noroeste de la cuenca, este tipo de roca representa el 25% del área total de la cuenca.

Mapa. 1.1. Geología de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México

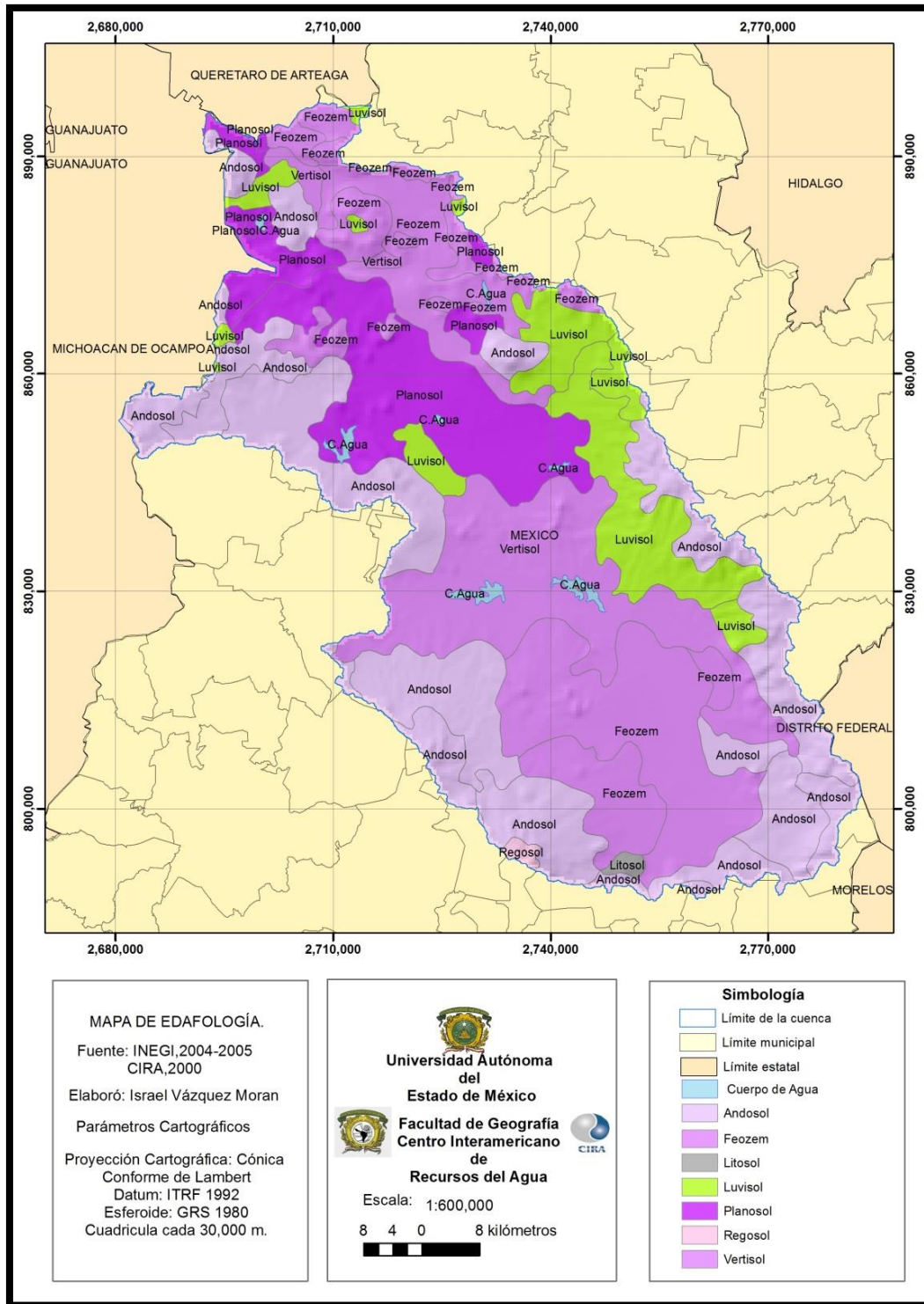


Fuente: elaboración propia a partir de INEGI, 2004-2005 y CAEM, 2000

Edafología

En relación a la edafología de la cuenca alta del río Lerma, se observa que el tipo de suelo predominante el de clasificación Feozem de textura de grano media, el cual se ubica en la parte centro-sur y en el norte- noreste de la cuenca. Este tipo de suelo representa el 55% del total del área de la cuenca. A su vez el segundo grupo de suelos de mayor importancia en términos de predominancia es el tipo de suelo Andosol de textura de grano media, el cual se ubica en el Sur-Sureste-Este y Suroeste-Oeste-Noreste de la cuenca, este tipo de suelo representa 30% del área total de la cuenca.

Mapa 1.2. Edafología de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México



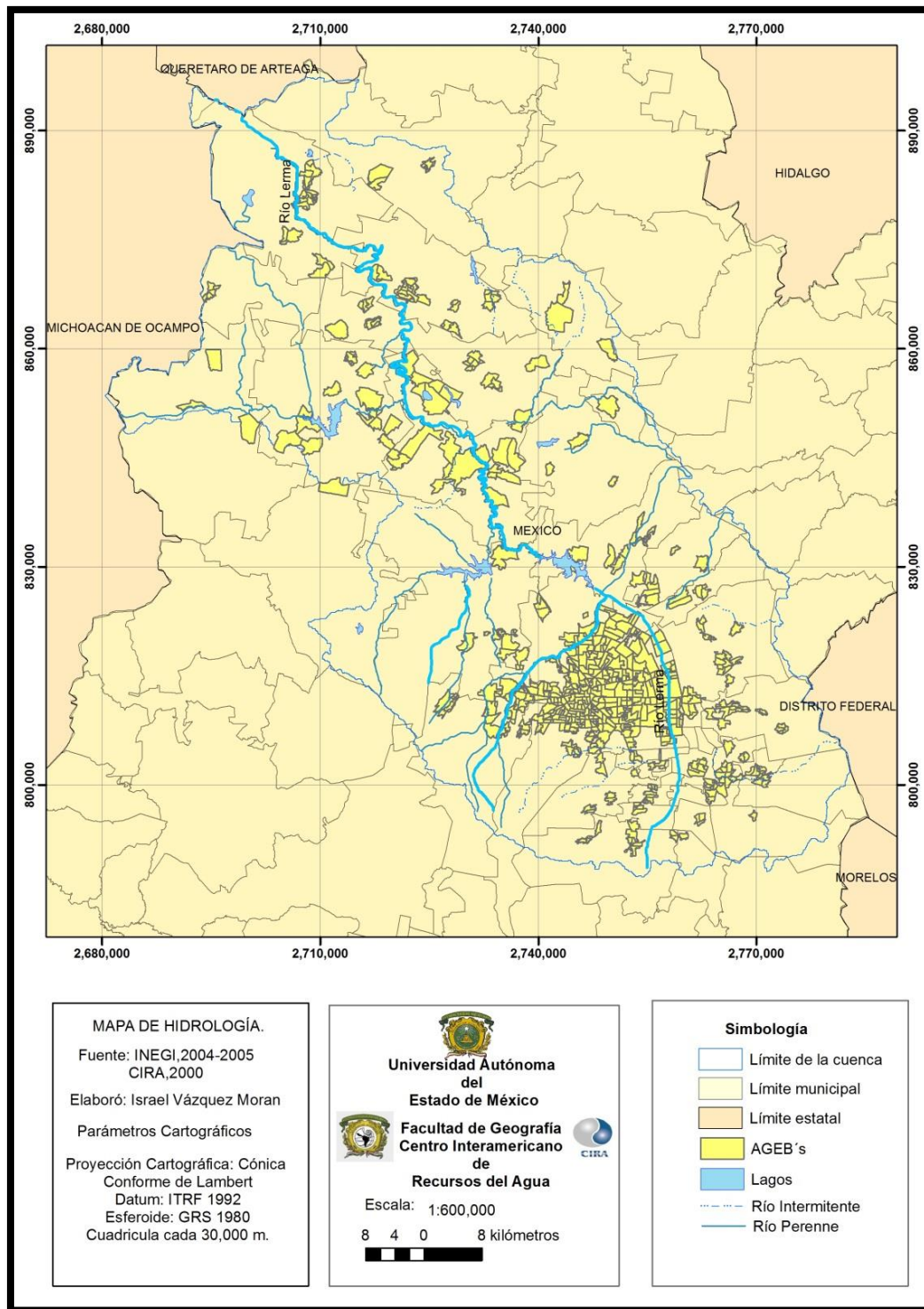
Fuente: elaboración propia a partir de INEGI,2004-2005 y CAEM,2000

Hidrología

En relación a la hidrología se observa que la cuenca Lerma-Alta, es atravesada por el río Lerma, la cual se extiende en la parte Sureste hasta la parte noroeste de la misma, a su vez se observa la cercanía de zonas urbanas con el cauce del río, como de afluentes y cuerpos de agua. Lo cual indica la mala planeación del uso de suelo, ya que no se supervisa la construcción de zonas urbanas, y se termina construyendo en las llanuras de inundación de los ríos y cuerpos de agua.

Así como la existencia de varios ríos perennes y muy pocos intermitentes dentro de la cuenca, los cuales recuperan su caudal en la temporada de lluvias y tienen diferentes usos dentro de la misma, ya sea para satisfacer las necesidades de los sectores de producción agrícola e industrial, así como para el abasto y consumo del recurso agua.

Mapa.1.3. Hidrología de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México



Fuente: elaboración propia a partir de INEGI,2004-2005 y CAEM,2000

Clima

En relación al siguiente mapa, se observa que el clima predominante en el interior de la cuenca corresponde al clima Templado subhúmedo con lluvias en verano ($C (w2) (w)$), de mayor cantidad de humedad relativa, el cual se concentra en la mayoría de la extensión de la cuenca. El segundo clima de importancia es el clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano ($C (, E) (w2) (w)$), el cual se localiza en la parte Sureste-Este-Noreste- Norte, así como en el Suroeste-Oeste de la cuenca. Y con una mínima presencia se encuentra el clima frío ($E (T) H$).

Las características de los climas existentes en la cuenca según la clasificación climática de Köeppen modificado por Enriqueta García son las siguientes:

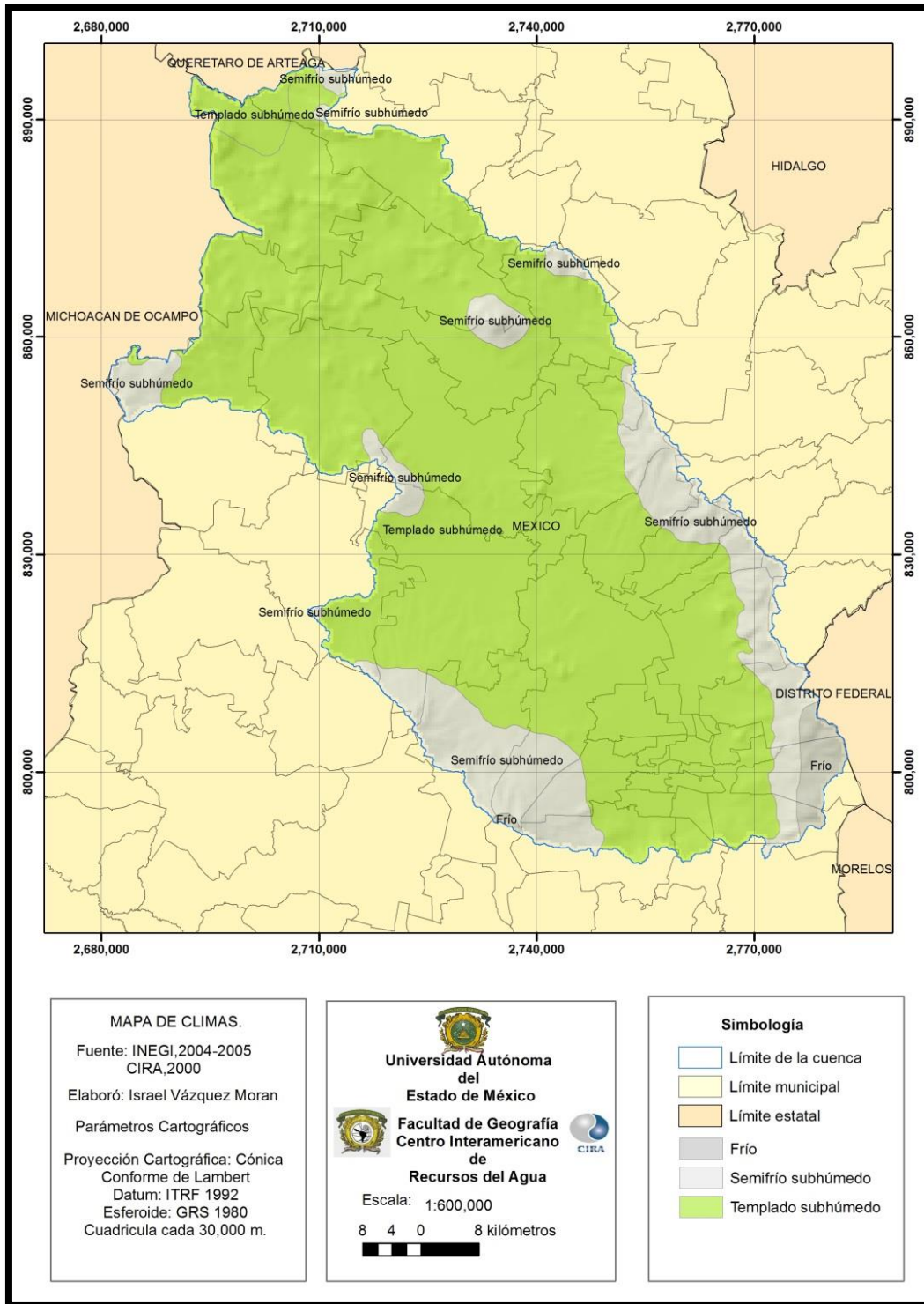
$C (w2) (w)$. Se define como un clima templado subhúmedo (el más húmedo de esta categoría) con lluvias en verano y porcentaje de lluvia invernal inferior a 5. La precipitación total anual supera ligeramente los 800 mm de lluvia y la temperatura media anual se encuentra en el rango de 12 a 16 °C, la máxima incidencia de lluvia se presenta en el mes de julio con valores que oscilan entre los 150 y 160 mm; el mes más cálido es mayo con una temperatura entre 14 y 15 °C y el más frío es enero, entre 11 y 12 °C; debido a esta oscilación entre el mes más cálido y el más frío se considera un clima mesotérmico es decir, sin gran variación en cuanto a temperatura.

$C (, E) (w2) (w)$. Este clima está definido como semifrío subhúmedo (el más húmedo de esta categoría) con lluvias en verano. Se encuentra distribuido en las partes altas de la cuenca. Presenta una precipitación total anual superior

a 800 mm, de los cuales 210 caen durante el mes más lluvioso que es julio, mientras que en el mes de febrero, considerado el mes más seco, la precipitación es regularmente inferior a 10 mm. Con respecto a la temperatura media anual; ésta oscila entre los 4 y 12 °C, de ahí su denominación de clima semifrío. Se relaciona con vegetación de matorral submontano así como de bosque en su variedad de pino, encino y mixto.

E (T) H. Se define como un clima frío de altura y marcado invierno, donde la temperatura media anual se encuentra entre -2 y 5 °C, la mayor parte de la precipitación en forma de heladas frecuentes. Ante estas condiciones térmicas la vegetación es muy limitada, desarrollándose tan sólo musgos, líquenes y algunas herbáceas. (GEM, 1993)

Mapa.1.4.Clima de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México



Fuente: elaboración propia a partir de INEGI,2004-2005 y CAEM,2000

Uso de suelo y vegetación

En relación al mapa de uso de suelo y vegetación de la cuenca Lerma-Alta, se observa que el uso de suelo predominante en el interior de la cuenca corresponde a uso de suelo Agrícola, el cual representa 55% del total del área que comprende la cuenca, lo cual nos indica la importancia de esta actividad dentro de la cuenca. En este tipo de uso de suelo, se producen diversos cultivos, ya sea de temporada o de riego.

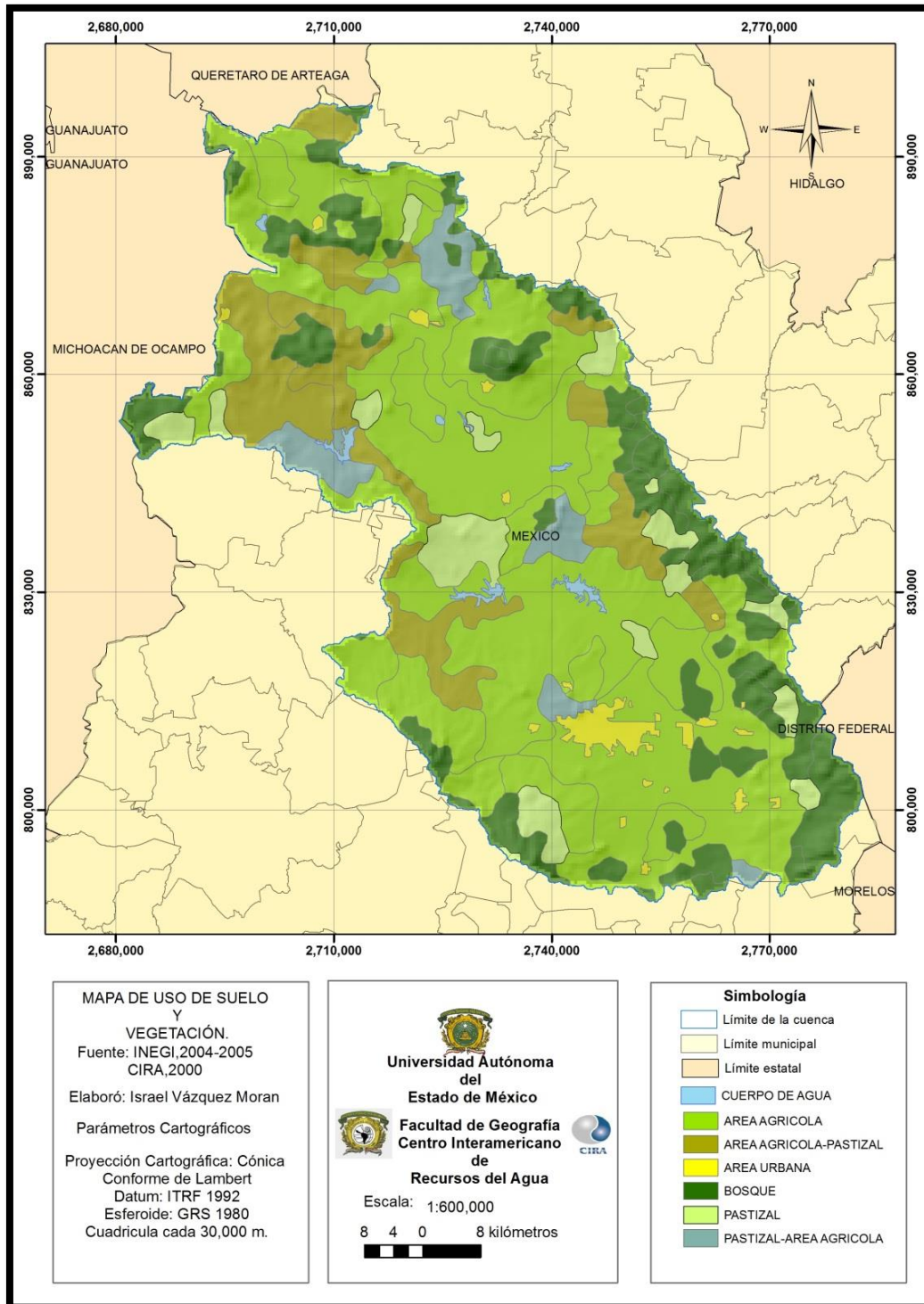
El segundo uso de suelo de importancia corresponde a zonas con cobertura Forestal, la cual representa 19% del área total de la cuenca.

Tabla 1.1.1 Uso de suelo en la cuenca alta del río Lerma , Estado de México, 2004

Entidad	Área en kilómetros cuadrados	Porcentaje
Área agrícola	2,899	55
Bosque	985	19
Área agrícola-pastizal	692	13
Pastizal	343	6
Pastizal-área agrícola	232	4
Área urbana	95	2
Cuerpo de agua	33	1
Total	5,278	100

Fuente: elaboración propia a partir de INEGI,2004

Mapa.1.5. Uso de suelo de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México



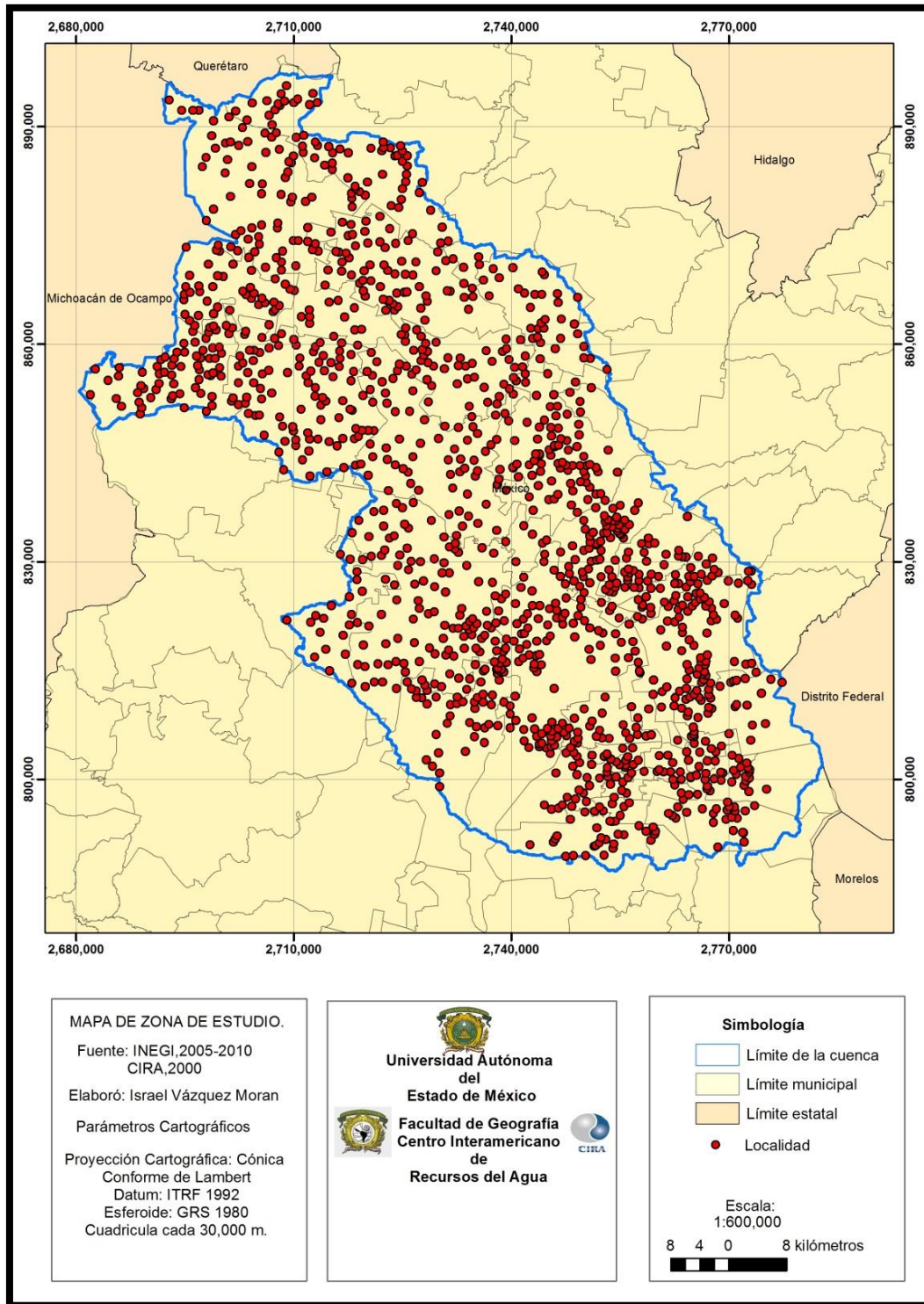
Fuente: elaboración propia a partir de INEGI, 2004-2005 y CAEM, 2000

Aspectos socioeconómicos

Al interior de la cuenca alta del río Lerma, se encuentran ubicados 43 municipios. Con una población de 2 millones 864 mil 990 habitantes en el año 2010.

A su vez, al interior de la cuenca se encuentran distribuidas 1 mil 343 localidades. La densidad bruta de población en el interior de la cuenca, es de 543 de habitantes por cada kilómetro cuadrado, tomando como referencia los datos del conteo general de población y vivienda del año 2010 proporcionado por INEGI.

Mapa 1.6. Localidades de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México

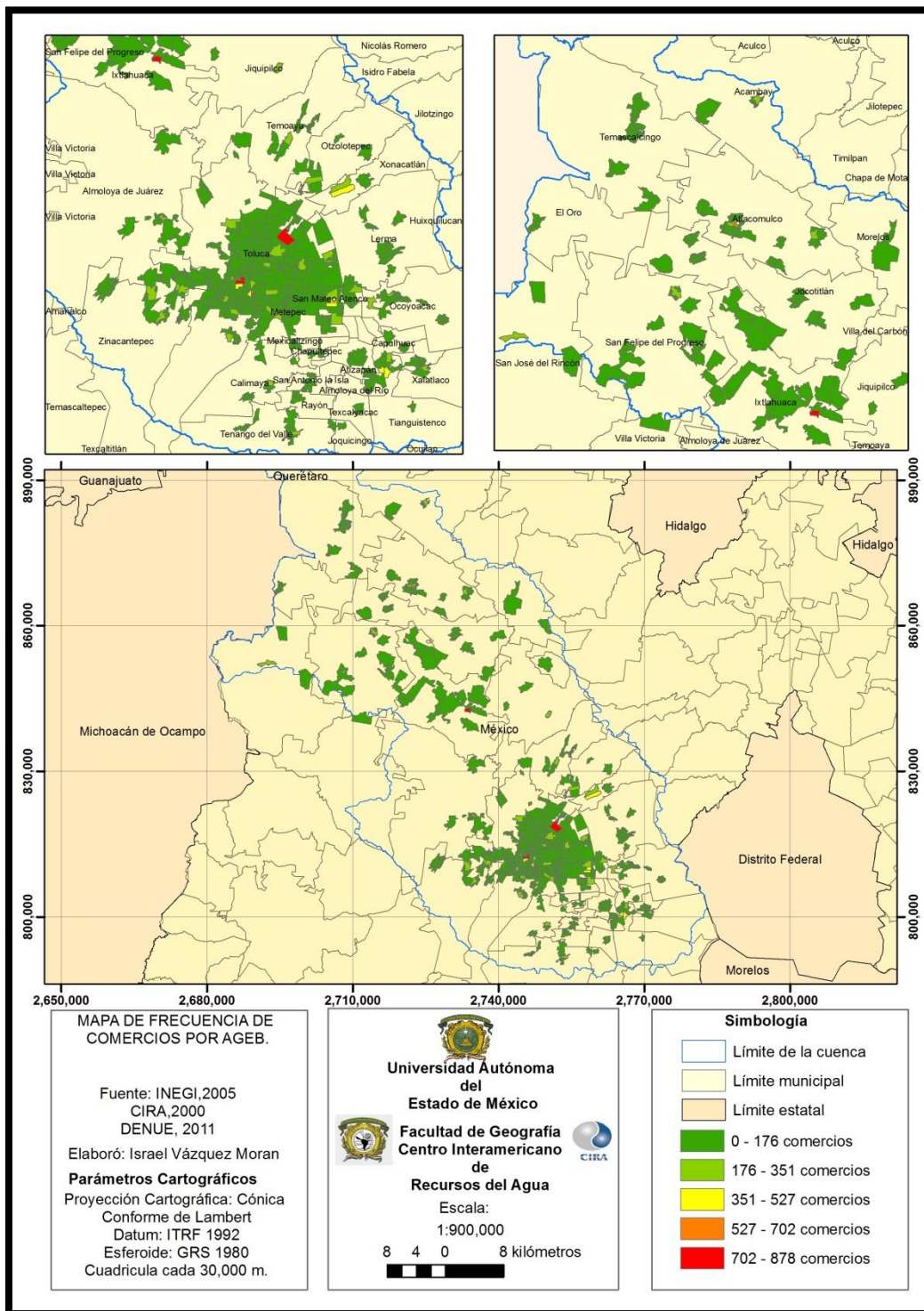


Fuente: elaboración propia a partir de INEGI, 2005-2010 y CAEM, 2000

Distribución de comercios por AGEB

En relación a la cantidad de establecimientos comerciales que se encuentran ubicados en el interior de la cuenca Alta-Lerma, se registraron 49 mil 728, de los cuales se encuentran clasificados como comercio al por menor, se observan en la figura 2.6., la cantidad de comercios distribuidos en un determinado AGEB, a su vez se observa una mayor concentración de unidades económicas en lo que corresponde a la Zona Metropolitana de Toluca, posteriormente se observa una segregación espacial de los mismos, en la parte noreste de la cuenca.

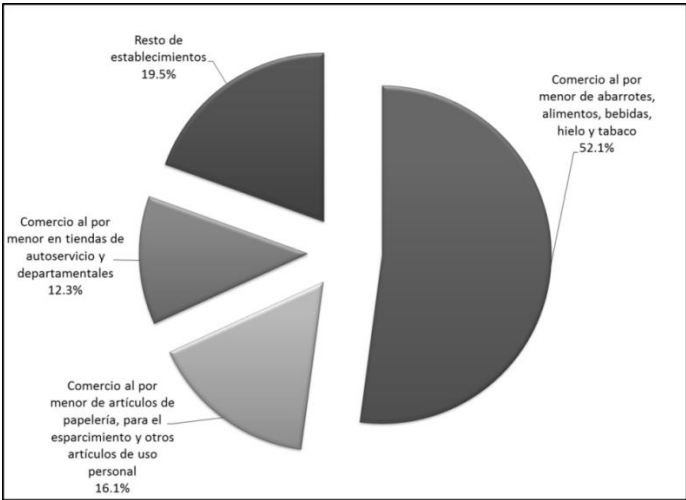
Mapa 1.7. Concentración de establecimientos por AGEB en la cuenca alta del río Lerma, estado de México



Fuente: elaboración propia a partir de INEGI, 2005-2011 y CAEM, 2000

Del total de las unidades económicas que se encuentran en el interior de la cuenca, 52.1% corresponde al *comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco*, las cuales poseen 25 mil 911 unidades económicas, lo cual indica la importancia de este tipo de establecimientos en el desarrollo de las actividades comerciales dentro de la cuenca. En otros términos 5 de cada 10 unidades económicas pertenecen a esta clasificación de comercio al por menor.

Gráfico 1. Unidades económicas en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México



Fuente: elaboración propia a partir de DENU,2011

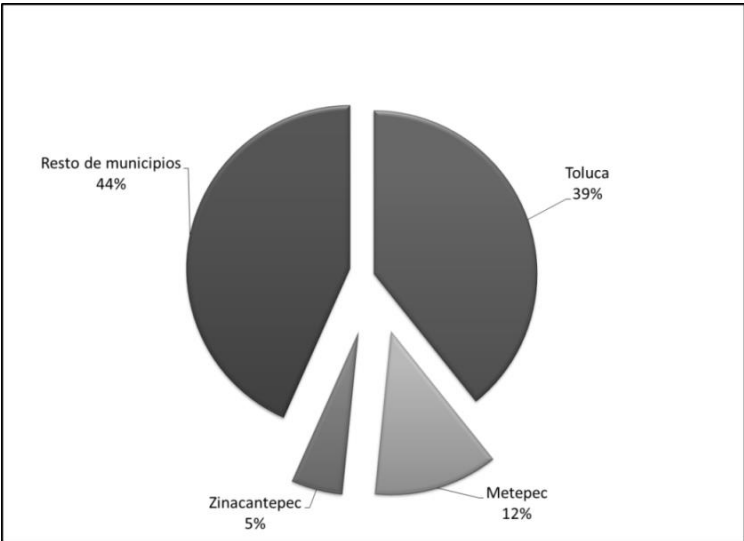
Como segundo grupo más importantes se encuentran los de *comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal*, los cuales representan el 16.1% del total, con 7 mil 995 unidades. En tercer lugar de importancia está el *comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales*, con una proporción de 12.3%, con un total de 6 mil 131 unidades económicas respectivamente.

La suma total de esta clasificación de unidades económicas representa 80.5% del total de las unidades económicas existentes dentro de la cuenca. El 19.5% lo representan el resto de las unidades económicas, las cuales son 6 clases de actividad diferentes.

Personal ocupado

En relación con la cantidad de personas ocupadas en el sector las actividades terciarias, pertenecientes al subsector de comercio al por menor, el municipio de mayor cantidad de personas es el municipio de Toluca con una representación porcentual de 39.3%, ello, indica que casi 4 de cada 10 personas que se encuentran empleadas en el interior de la cuenca pertenecientes al sub sector de comercio al por menor. A su vez de que este municipio es el más importante por su concentración de personal ocupado.

Gráfico 1.1. Personal ocupado por municipio en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México



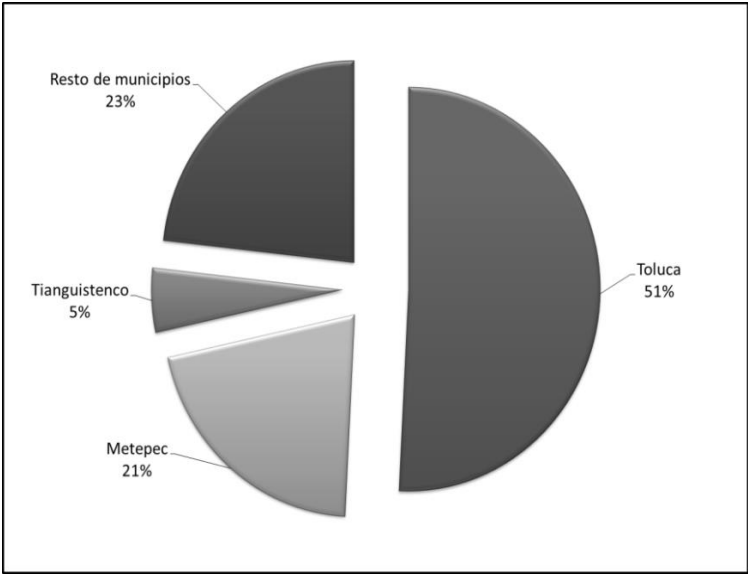
Fuente: elaboración propia a partir de INEGI,2009

El segundo municipio con una alta concentración de personal ocupado es Metepec, el cual tiene una representación porcentual de 12.3% del total, lo que significa que 1 de cada 10 personas ocupadas en este sector se encuentran laborando en este municipio. Posteriormente es Zinacantepec, con una representación porcentual del 5.1% del total del personal ocupado. La suma del total de personal ocupado es de 56.7% del total en el interior de la cuenca. (INEGI, 2009)

Producción bruta

De acuerdo con la producción bruta generada por la actividad económica terciaria, perteneciente al subsector de comercio al por menor, en la cuenca alta del río Lerma, el municipio de mayor importancia es Toluca 50.8% del total.

Gráfico 1.1.2. Producción bruta por municipio en la cuenca alta del río Lerma



Fuente: elaboración propia a partir de INEGI,2009

En segundo grado de importancia, corresponde al municipio de Metepec, con una representación porcentual del 20.8% del total. A su vez el tercer municipio de importancia dentro de la cuenca en relación a la producción bruta es Tianguistenco, con una representación porcentual del 5.2%.

Sumando la producción de estos tres municipios, resulta que 76.8% del total generado en la cuenca generando la cantidad de \$10 mil 970 millones 251 mil pesos, el resto de los municipios sólo representan 23.2%. Así como el promedio de producción bruta por unidad es \$313 mil 874.04 pesos.

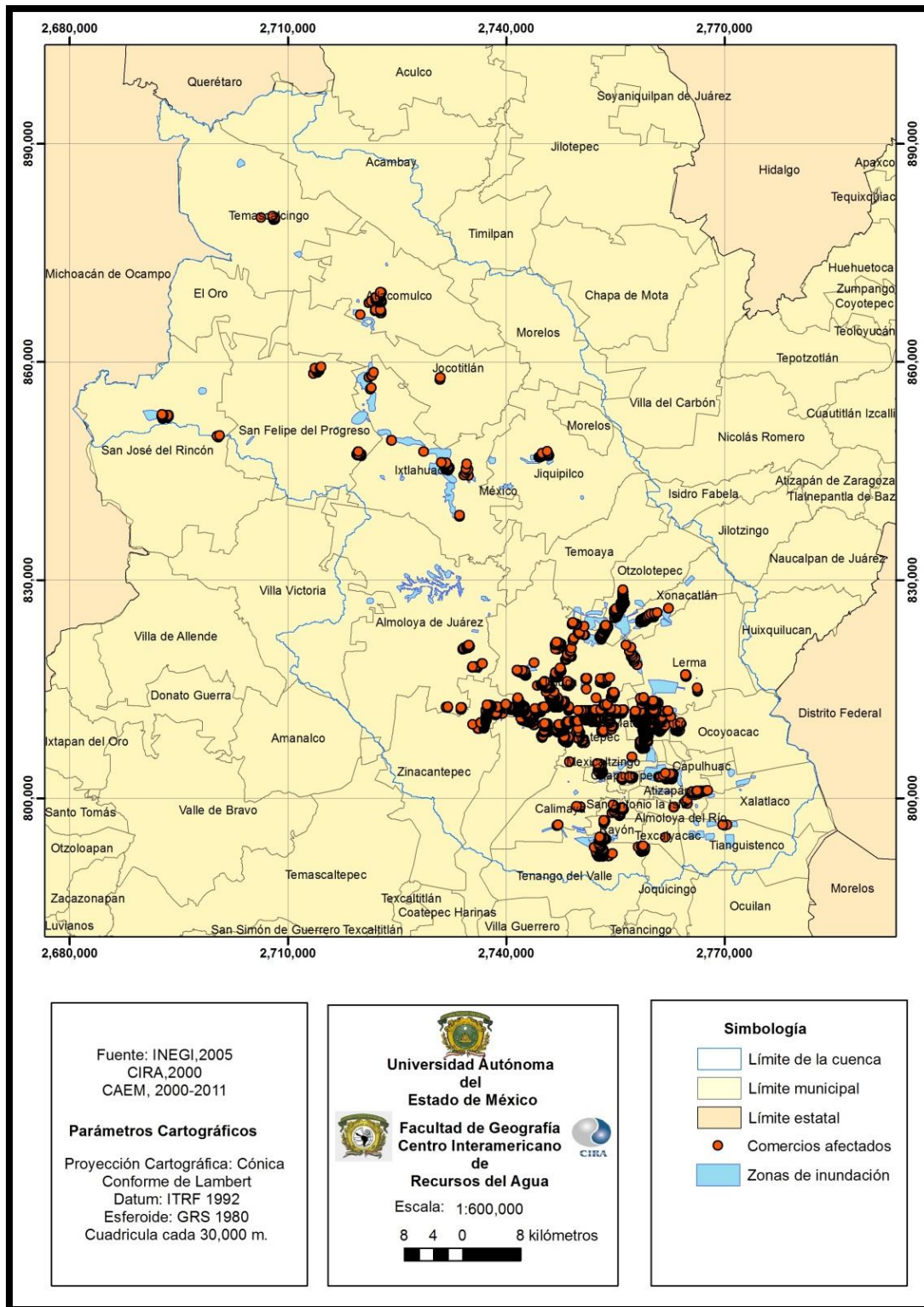
Capítulo IV Resultados

En este apartado se describen y analizan los resultados de la metodología propuesta para estimar las afectaciones económicas de los establecimientos comerciales provocados por el proceso hidrometeorológico denominado inundación.

Comercios afectados por inundación

En primer lugar se identificaron los comercios afectados por el proceso de inundación, en relación a las zonas inundadas de 2000 a 2011, tomando como base los atlas de inundación proporcionados por la CAEM. Se determinó que existen 7 mil 072 unidades económicas que se encuentran ubicados en las zonas donde se han registrado el proceso de inundación de las cuales están clasificadas en 80 tipos de unidades económicas y en 9 grupos de comercio al por menor. Como se muestra en el Mapa 2 de zonas de inundación, se observa la distribución de las unidades económicas que se encuentran dentro de las zonas de inundación de la cuenca alta del río Lerma.

Mapa 2. Zonas inundadas de 2000 a 2011 de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México



Fuente: elaboración propia a partir de INEGI, 2005-2011 y CAEM, 2000-2011

Posteriormente se calculó el promedio de producción bruta por clase de unidad económica, en relación a la generada a nivel municipal y nivel cuenca, lo cual permitió estimar la producción bruta de los comercios que se encuentran distribuidos en las zonas de inundación dentro de la cuenca. A su vez se convirtió el resultado dado a pesos del 2012, ya que como se tomó de base el Censo Económico del 2009 incremento fue de *14.98%* en relación al valor monetario del 2009, con lo cual se estimaron las afectaciones a valores monetarios actuales.

Sin embargo, en algunos casos no se pudo determinar el promedio municipal de la producción bruta, así como también el de a nivel cuenca, ya que en la zona de estudio existen algunos tipos de unidades económicas donde no existía el dato de la cantidad de unidades económicas existentes en un determinado municipio; así como la cantidad de producción bruta generada por el mismo. Este caso se presentó en las siguientes clases de unidades económicas:

- Comercio al por menor de gas L. P. en cilindros y para tanques estacionarios.
- Comercio al por menor de materiales para la construcción en tiendas de autoservicio especializadas.
- Comercio al por menor de motocicletas.
- Comercio al por menor exclusivamente a través de internet, y catálogos impresos, televisión y similares.
- Comercio al por menor de artículos para albercas y otros artículos.
- Comercio al por menor de gas L. P. en estaciones de carburación.

- Comercio al por menor de otros vehículos de motor.

Se determinó el tipo de unidades económicas más importantes, concentradas en las zonas de inundación de la cuenca. Esta importancia se determinó en relación al tamaño de unidad económica. El resultado se encuentra en la siguiente tabla.

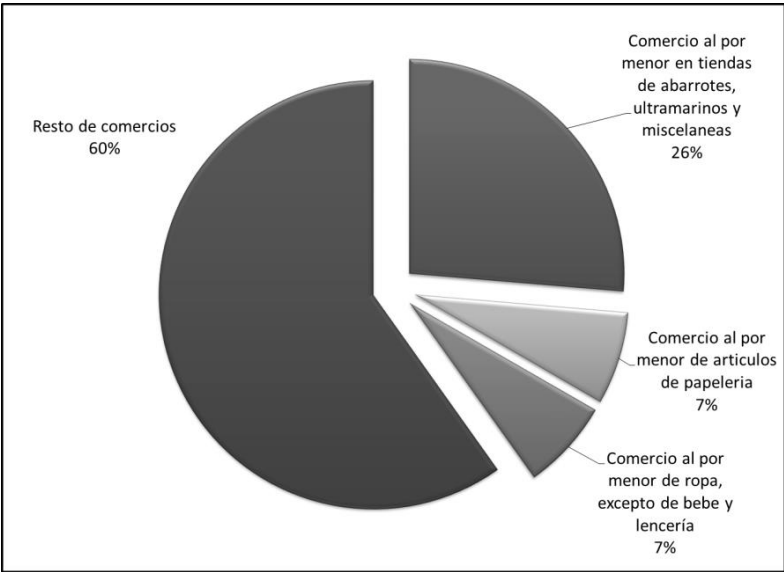
Tabla 2. Clasificación de comercios al por menor en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México

Tipo de comercio	Unidades económicas	Producción bruta promedio por unidad económica	Producción bruta total
Comercio al por menor en supermercados	18	27,372,356.23	492,702,412.14
Comercio al por menor en tiendas departamentales	6	21,905,069.76	131,430,418.56
Comercio al por menor de automóviles y camionetas nuevos	8	21,480,435.84	171,843,486.76
Comercio al por menor de gasolina y diésel	36	5,658,297.21	203,698,699.41
Comercio al por menor en minisúper	54	1,697,190.18	91,648,269.84
Comercio al por menor de electrodomésticos menores y aparatos	18	1,439,349.53	25,908,291.46
Farmacias con minisúper	16	1,071,997.56	17,151,961.02
Comercio al por menor de ropa de cuero y piel y de otros artículos	52	1,013,261.88	52,689,617.69
Comercio al por menor de llantas y cámaras para automóviles, ca	14	872,057.43	12,208,803.96
Comercio al por menor de partes y refacciones nuevas para autor	120	759,089.25	91,090,709.98
Comercio al por menor de telas	24	615,100.84	14,762,420.08
Comercio al por menor de automóviles y camionetas usados	28	607,519.83	17,010,555.13
Comercio al por menor de lámparas ornamentales y candelios	1	567,713.75	567,713.75
Comercio al por menor de artículos y aparatos deportivos	36	462,662.44	16,655,847.88
Comercio al por menor de equipo y material fotográfico	3	384,895.55	1,154,686.65
Comercio al por menor de pintura	96	336,509.69	32,304,930.65
Comercio al por menor de libros	10	301,158.94	3,011,589.38
Comercio al por menor de mobiliario, equipo y accesorios de com	16	297,226.13	4,755,618.04
Comercio al por menor de artículos de joyería y relojes	17	290,876.38	4,944,898.41
Comercio al por menor de blancos	16	282,777.20	4,524,435.27
Comercio al por menor de alfombras, cortinas, tapices y similares	18	266,208.02	4,791,744.34
Comercio al por menor de vinos y licores	22	255,880.46	5,629,370.15
Comercio al por menor de aceites y grasas lubricantes, aditivos y	66	250,910.27	16,560,077.76
Comercio al por menor de antigüedades y obras de arte	3	249,161.66	747,484.98
Comercio al por menor en ferreterías y llapalerías	232	237,247.67	55,041,458.73
Comercio al por menor de muebles para el hogar	170	235,603.44	40,052,585.43
Comercio al por menor de leche, otros productos lácteos y embuti	62	234,316.14	14,527,600.89
Comercio al por menor de discos y casetes	69	232,714.31	16,057,287.64
Farmacias sin minisúper	143	210,155.94	30,052,298.87
Comercio al por menor de teléfonos y otros aparatos de comunica	117	192,891.75	22,568,334.48
Comercio al por menor de instrumentos musicales	4	192,262.99	769,051.94
Comercio al por menor de bicicletas	6	173,044.90	1,038,269.40
Comercio al por menor de calzado	246	171,794.22	42,261,378.76
Comercio al por menor de pisos y recubrimientos cerámicos	29	169,755.19	4,922,900.64
Comercio al por menor de disfraces, vestimenta regional y vestido	6	155,860.24	935,161.43
Comercio al por menor de lentes	23	151,960.73	3,495,096.82
Comercio al por menor de artículos de perfumería y cosméticos	39	149,465.43	5,829,151.60
Comercio al por menor de ropa, excepto de bebe y lencería	483	148,045.79	71,506,116.28
Comercio al por menor de carnes rojas	260	141,374.06	36,757,255.34
Comercio al por menor de cerveza	39	138,449.29	5,399,522.42
Comercio al por menor de cristalería, loza y utensilios de cocina	43	128,257.12	5,515,056.07
Comercio al por menor de mascotas	28	127,338.31	3,565,472.56
Comercio al por menor de ropa de bebe	27	125,391.42	3,385,568.42
Comercio al por menor de artículos ortopédicos	4	121,131.43	484,525.72
Comercio al por menor de otros alimentos	120	116,730.87	14,007,704.59
Comercio al por menor de lencería	25	108,245.95	2,706,148.64
Comercio al por menor de productos naturistas, medicamentos hor	44	104,178.13	4,583,837.94
Comercio al por menor de semillas y granos alimenticios, especias	26	98,228.89	2,553,951.12
Comercio al por menor de pañales desechables	21	96,780.54	2,032,391.27
Comercio al por menor de revistas y periódicos	41	96,409.30	3,952,781.25
Comercio al por menor de otros artículos de uso personal	28	94,011.48	2,632,321.43
Comercio al por menor de vidrios y espejos	64	92,359.47	5,911,006.08
Comercio al por menor de otros artículos para la decoración de in	17	90,835.03	1,544,195.56
Comercio al por menor de frutas y verduras frescas	325	90,758.53	29,496,522.62
Comercio al por menor de carne de aves	214	84,218.82	18,022,826.85
Comercio al por menor de pescados y mariscos	11	83,800.26	921,802.90
Comercio al por menor de regalos	227	81,481.73	18,496,351.61
Comercio al por menor de partes y refacciones usadas para autor	17	81,077.72	1,378,321.22
Comercio al por menor de juguetes	25	73,387.81	1,834,695.16
Comercio al por menor de paletas de hielo y helados	72	71,022.43	5,113,615.14
Comercio al por menor de artículos para la limpieza	61	69,484.50	4,238,554.57
Comercio al por menor de dulces y materias primas para reposter	168	62,786.00	10,548,047.88
Comercio al por menor de artículos desechables	48	62,067.18	2,979,224.69
Comercio al por menor de artículos de papelería	495	58,387.51	28,901,817.72
Comercio al por menor en tiendas de abarrotes, ultramarinos y mi	1862	58,235.89	108,435,221.62
Comercio al por menor de plantas y flores naturales	110	55,670.25	6,123,727.53
Comercio al por menor de bebidas no alcohólicas y hielo	30	51,197.71	1,535,931.37
Comercio al por menor de otros combustibles	17	42,389.29	720,617.99
Comercio al por menor de sombreros	35	38,521.04	1,348,236.32
Comercio al por menor de artículos religiosos	23	38,468.11	884,766.54
Comercio al por menor de bisutería y accesorios de vestir	91	35,331.33	3,215,150.77
Comercio al por menor de artículos de mercería y bonetería	70	34,614.41	2,423,008.84
Comercio al por menor de artículos usados	39	32,970.08	1,285,833.14
Comercio al por menor de gas l. p. en cilindros y para tanques es	4		0
Comercio al por menor de materiales para la construcción en tienc	4		0
Comercio al por menor de motocicletas	4		0
Comercio al por menor exclusivamente a través de internet, y caté	3		0
Comercio al por menor de artículos para albercas y otros artículos	1		0
Comercio al por menor de gas l. p. en estaciones de carburación	1		0
Comercio al por menor de otros vehículos de motor	1		0
Total	7072		

Fuente: elaboración propia a partir del censo económico de 2009 INEGI y DENUE,2011

Como se observa en el siguiente gráfico la clase de unidad económica de mayor importancia, es la clase de *Comercio al por menor en tiendas de abarrotes, ultramarinos y misceláneas*, con una representación porcentual del 26.3%, lo cual nos indica que 26 de cada 100 unidades económicas que se encuentran distribuidas en las zonas de inundación pertenece a esta clase. Este tipo de clase de unidad económica tiene una producción bruta dentro de la cuenca de \$ 108 millones 435 mil 221.62 pesos para el año 2012.

Gráfico 2. Frecuencia de unidades económicas que se encuentran ubicadas en las zonas de inundación de la cuenca alta del río Lerma 2011



Fuente: elaboración propia a partir de DENU, 2011 y Atlas de inundación 2000 a 2011

El segundo grupo de importancia de clase de unidad económica, pertenece al *comercio al por menor de artículos de papelería*, el cual tiene una representación porcentual del 7.0%. Este tipo de clase de unidad económica tiene una producción bruta dentro de la cuenca de \$ 28 millones 901 mil 817.72 pesos para el año 2012. Posteriormente el tercer grupo de gran

importancia es la clase de actividad de *comercio al por menor de ropa, excepto de bebe y lencería*. Este tipo de clase de unidad económica tiene una Producción Bruta promedio dentro de la cuenca de \$ 71 millones 506mil 116.28 pesos.

A su vez estas tres clases de unidades económicas juntas representan el 40.2% del total de unidades económicas que se encuentran distribuidas en las zonas de inundación dentro de la cuenca.

Aplicación de la encuesta

En relación al número total de encuestas que se planeó aplicar fueron 363. Sin embargo se decidió redondear el número, y el resultado fue de 400 encuestas. Posteriormente se decidió distribuir estas 400 encuestas en relación a los comercios de mayor importancia en términos de cantidad de unidades económicas e importancia económica.

Para la asignación de la importancia de la clase de unidad económica con lo cual se determinó a que clases de comercios se les aplicó la encuesta, se tomaron dos criterios. El primero es la frecuencia de unidades económicas en una determinada clase, y el segundo es su importancia económica dentro de la cuenca en relación a la producción bruta que genera una determinada clase de unidad económica.

El resultado que se obtuvo fue que 16 clases de unidades económicas concentran 74.8% de unidades económicas con un total de 5mil 292 unidades, y representan el 30.1% del total de la producción bruta generada dentro de la cuenca, las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.1. Comercios seleccionados para la aplicación de encuestas.

Clave	Tipo de comercio	Frecuencia de unidades económicas	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Producción Bruta Promedio	Producción Bruta Acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
461110	Comercio al por menor en tiendas de abarrotes, ultramarinos y misceláneas	1862	26.3		58,236	108,435,222	5.2	
465311	Comercio al por menor de artículos de papelería	495	7.0	33.3	58,388	28,901,818	1.4	6.6
463211	Comercio al por menor de ropa, excepto de bebe y lencería	483	6.8	40.2	148,046	71,506,116	3.5	10.1
461130	Comercio al por menor de frutas y verduras frescas	325	4.6	44.8	90,759	29,496,523	1.4	11.5
461121	Comercio al por menor de carne de aves	260	3.7	48.4	141,374	36,757,255	1.8	13.3
463310	Comercio al por menor de calzado	246	3.5	51.9	171,794	42,261,379	2.0	15.3
467111	Comercio al por menor en ferreterías y tlapalerías	232	3.3	55.2	237,248	55,041,459	2.7	18.0
465912	Comercio al por menor de regalos	227	3.2	58.4	81,482	18,496,352	0.9	18.9
461122	Comercio al por menor de carne de aves	214	3.0	61.4	84,219	18,022,827	0.9	19.8
466111	Comercio al por menor de muebles para el hogar	170	2.4	63.8	235,603	40,052,585	1.9	21.7
461160	Comercio al por menor de dulces y materias primas para repostería	168	2.4	66.2	62,786	10,548,048	0.5	22.2
464111	Farmacias sin minisúper	143	2.0	68.2	210,156	30,052,299	1.5	23.7
461190	Comercio al por menor de otros alimentos	120	1.7	71.6	116,731	14,007,705	0.7	24.3
468211	Comercio al por menor de partes y refacciones nuevas para automóviles, camionetas y camiones	120	1.7	69.9	759,089	91,090,710	4.4	28.7
466212	Comercio al por menor de teléfonos y otros aparatos de comunicación	117	1.7	73.3	192,892	22,568,334	1.1	29.8
466312	Comercio al por menor de plantas y flores naturales	110	1.6	74.8	55,670	6,123,728	0.3	30.1

Fuente: elaboración propia a partir de DENEJ;2009

Posteriormente se decidió a calcular la muestra de cada tipo de clase de unidad económica en relación a la cantidad de unidades económicas con las que cuenta. Para realizar este proceso se tuvo que estratificar la cantidad de unidades económicas, para ello se utilizó una ponderación porcentual. Ello dio como resultado, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2.1.2. Número de encuestas en relación a la cantidad de unidades económicas de una determinada clase de actividad

Clave	Tipo de comercio	Frecuencia	Numero de encuestas
461110	Comercio al por menor en tiendas de abarrotes, ultramarinos y	1862	141
465311	Comercio al por menor de artículos de papelería	495	37
463211	Comercio al por menor de ropa, excepto de bebe y lencería	483	37
461130	Comercio al por menor de frutas y verduras frescas	325	25
461121	Comercio al por menor de carnes rojas	260	20
463310	Comercio al por menor de calzado	246	19
467111	Comercio al por menor en ferreterías y tlapalerías	232	18
465912	Comercio al por menor de regalos	227	17
461122	Comercio al por menor de carne de aves	214	16
466111	Comercio al por menor de muebles para el hogar	170	13
461160	Comercio al por menor de dulces y materias primas para repos	168	13
464111	Farmacias sin mini súper	143	11
461190	Comercio al por menor de partes y refacciones nuevas para au	120	9
468211	Comercio al por menor de otros alimentos	120	9
466212	Comercio al por menor de teléfonos y otros aparatos de comuni	117	9
466312	Comercio al por menor de plantas y flores naturales	110	8
Total			400

Fuente: elaboración propia a partir de DENEJ;2011

Posterior a calcular el peso a por clase de actividad, se tuvo que determinar a los municipios que se aplicarían. Para este proceso se consideró la concentración de unidades económicas, que se ubican en las zonas de inundación correspondientes a un determinado municipio.

Las unidades económicas que se encuentran ubicadas en las diferentes zonas de inundación de la cuenca se concentran en 25 distintos municipios, para lo cual se tiene que determinar qué municipios se utilizarían para la aplicación de la muestra.

Para ello se calculó el porcentaje total de unidades económicas que se concentran en un determinado municipio. Para obtener dicho dato se dividió el número de unidades que se concentran en las zonas de inundación pertenecientes a un determinado municipio entre el total de las unidades económicas que se encuentran en las zonas de inundación dentro de la cuenca. El resultado que se obtuvo es el siguiente:

Tabla 2.1.3. Asignación de municipios para la aplicación de encuestas

No	Municipio	Frecuencia de unidades económicas	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	Toluca	1604	22.7	
2	San Mateo Atenco	1002	14.2	36.8
3	Metepec	614	8.7	45.5
4	Atacomulco	502	7.1	52.6
5	Tlanguistenco	487	6.9	59.5
6	Lerma	449	6.3	65.9
7	Zinacantepec	435	6.2	72
8	Tenango del valle	384	5.4	77.4
9	Otzolotepec	299	4.2	81.7
10	Ocoyoacac	185	2.6	84.3
11	San José del Rincón	173	2.4	86.7
12	Almoloya de Juárez	167	2.4	89.1
13	San Felipe del Progreso	165	2.3	91.4
14	Mexicaltzingo	155	2.2	93.6
15	San Antonio la Isla	136	1.9	95.5
16	Xonacatlán	105	1.5	97
17	Jiquipilco	68	1	98
18	Ixtlahuaca	64	0.9	98.9
19	Chapultepec	41	0.6	99.5
20	Rayón	14	0.2	99.7
21	Calimaya	9	0.1	99.8
22	Temascalcingo	8	0.1	99.9
23	Jocotitlán	3	0	100
24	Almoloya del río	2	0	100
25	Texcalyacac	1	0	100
Total		7072	100	

Fuente: elaboración propia a partir de DENU, 2011

Como se observa en la anterior tabla, existe una concentración de unidades económicas de 81.7%, en tan sólo 9 municipios, los cuales son los siguientes:

Tabla 2.1.4. Concentración de unidades económicas a nivel municipal

Municipio	Porcentaje de unidades económicas
Toluca	22.7
San Mateo Atenco	14.2
Metepéc	8.7
Atlacomulco	7.1
Tianguistenco	6.9
Lerma	6.3
Zinacantepec	6.2
Tenango del valle	5.4
Otzolotepec	4.24

Fuente: elaboración propia a partir de DENU,2011

Posteriormente se determinó el peso de la muestra relacionando dos variables, la cantidad total de encuestas por clase de unidad económica, en relación a la cantidad de unidades económicas existentes en los municipios donde se aplicaran las encuestas. Para este proceso se implementó de nuevo el muestreo estratificado. El resultado que se obtuvo para calcular el número de encuestas que se aplicaran a una clase de actividad económica en un determinado municipio.

Así como se determinó el número total de encuestas que se aplicaron a un determinado municipio. Con lo cual se procedió a la aplicación de las encuestas en los municipios asignados, para la obtención de datos, con los cuales se generó parte del modelo, dicho resultado se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2.1.5. Distribución de encuestas

Municipios	No Encuestas
Toluca	108
San Mateo Atenco	70
Metepec	44
Lerma	35
Tianguistenco	34
Tenango del valle	30
Zinacantepec	29
Atacomulco	28
Otzolotepec	22
Total	400

Fuente: elaboración propia

Trabajo de campo

El trabajo de campo consistió, en aplicar las encuestas en los municipios seleccionados dentro de la cuenca, los cuales tienen mayor concentración de unidades económicas y producción bruta tomando como base el Censo Económico del 2009.

Sin embargo, al aplicar las encuestas en los municipios seleccionados, en las clases de unidades económicas con las que se pretendía trabajar, no se obtuvo tanto éxito en la realización de esta tarea, ya que no hubo la disposición adecuada de los encuestados, así como otras problemáticas en el transcurso de la aplicación de las encuestas y en los resultados de la misma, ya que los encuestados no contestaban adecuadamente y dejaban incompleta la encuesta.

Estas dificultades se asocian al clima de inseguridad nacional que, desde 2006, azota al país y que genera en los dueños y empleados negativas a

contestar bajo el supuesto de que la información pueda utilizarse para la extorsión y secuestro.

Resultado de las encuestas

En la aplicación de los cuestionarios, no se obtuvo los resultados esperados, ya que la problemática que se presentó, fue la siguiente: poca disponibilidad de los encuestados al responder las encuestas, los encuestados no concretaban el llenado de la encuesta, el desconocimiento del encuestado sobre su inventario y el valor de los bienes que poseen, entre otros.

De las 400 encuestas que se pretendía aplicar sólo se levantaron 158 por las razones anteriormente mencionadas, de las cuales no se podrían obtener datos confiables que validen al modelo, en relación a la cantidad y valor de los productos que son ofertados por un determinado establecimiento comercial.

Los comercios en relación a los subsectores que se les aplicó la encuesta, para estimar el capital fijo son los siguientes.

461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco, establecimientos encuestados:

- Comercio al por menor en tiendas de abarrotes, ultramarinos y misceláneas
- Comercio al por menor de carnes rojas
- Comercio al por menor de carne de aves
- Comercio al por menor de frutas y verduras frescas

- Comercio al por menor de dulces y materias primas para repostería

463 Comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado:

- Comercio al por menor de ropa, excepto de bebe y lencería
- Comercio al por menor de calzado

464 Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud:

- Farmacias sin minisúper

465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal:

- Comercio al por menor de artículos de papelería
- Comercio al por menor de regalos

466 Comercio al por menor de enseres domésticos, computadoras, artículos para la decoración de interiores y artículos usados:

- Comercio al por menor de muebles para el hogar
- Comercio al por menor de teléfonos y otros aparatos de comunicación
- Comercio al por menor de plantas y flores naturales

467 Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios:

- Comercio al por menor en ferreterías y tlapalerías

468 Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes:

- Comercio al por menor de partes y refacciones nuevas para automóviles, camionetas y camiones

Sin embargo se pudieron obtener algunos datos para generar el valor del capital fijo de los subsectores económicos, el cual está dado por la inversión de bienes muebles que hacen los dueños de los establecimientos comerciales para poder ejercer esta actividad económica.

Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

En relación a la *cantidad de dueños* que tiene los establecimientos comerciales a los cuales se les aplicó el cuestionario, se observó que el 82.3% del total de los establecimientos cuentan con un sólo dueño. Ello indica que es el mismo propietario quien atiende su establecimiento. A su vez que el 15.2% cuentan con dos dueños, lo cual podría indicar que el establecimiento fue formado por la inversión de un socio para establecer el mismo y dedicarse a esta actividad. Sólo una mínima cantidad de establecimientos cuenta con más de dos dueños, los cuales tienen de 3 y 5 dueños con una representación porcentual del 1.3% respectivamente cada uno.

Otra variable que se analizó fue la cantidad de inversión mensual que hacen los dueños en mercancía. La cantidad mínima de inversión que se tuvo registrada es la cantidad de \$ 800.00 pesos m/n, y la cantidad máxima

registrada fue \$140mil pesos. La cantidad de inversión depende del tipo de giro a que se dedique el establecimiento comercial.

En relación al personal ocupado, se observó que 38% del total de establecimientos comerciales encuestados sólo cuenta con una persona para atender su establecimiento. A su vez 37.3% del total de establecimientos, tienen 2 personas para su operación, y tan solo 15.8% del total, disponen 3 personas.

En relación a la inversión, en bienes para el funcionamiento de un establecimiento comercial, el resultado se muestra en la siguiente tabla por subsector:

Tabla 2.1.6. Inversión promedio que realizan los dueños en capital fijo, por tipo de subsector económico de comercio al por menor en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México

Subgrupo de actividad económica	Inversión promedio en pesos \$ (Capital fijo)
461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	30,951
463 Comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado	1,476
464 Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud	11,500
465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	20,159
466 Comercio al por menor de enseres domésticos, computadoras, artículos para la decoración de interiores y artículos usados	3,964
467 Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios	20,717
468 Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes	5,888

Fuente: elaboración propia

Mediante los resultados obtenidos se pudo inferir el capital fijo necesario para la operación de un determinado tipo de comercio, esta variable se agregó para la construcción de modelo.

En dos tipos de subsector económico de comercio al por menor no se pudo obtener el dato de inversión de capital fijo promedio mediante la utilización de la encuesta debido a la problemática que se expuso con anterioridad al realizar la misma, los cuales son el *comercio al por menor en tiendas de*

autoservicio y departamentales y el comercio al por menor exclusivamente a través de internet, y catálogos impresos, televisión y similares.

Aplicación de la técnica alternativa de obtención de valoración de productos

Dados los resultados obtenidos por encuesta, se decidió utilizar la técnica alternativa de obtención de valoración de productos, a fin de obtener datos de mayor confiabilidad para la construcción del modelo.

Para la aplicación de dicha técnica se tuvo que homogenizar las unidades económicas a subsector económico, lo cual permitió la generación de nuevos resultados, así como el cálculo de personal ocupado y producción bruta a nivel municipal de todo el Estado de México. De ello se obtuvieron los valores máximos, mínimos y promedio de la producción bruta generada a nivel estatal. Dichos valores obtenidos, antes de su obtención, se tuvieron que convertir en pesos, y posteriormente a pesos del 2012.

Posteriormente, se decidió trabajar con los valores máximos y mínimos de los subsectores económicos, a estos mismos se convirtieron a salarios mínimos mensuales. Ya obtenido esta conversión, se decidió calcular la diferencia que existe entre estos valores para generar los rangos en una cantidad monetaria; así como en cantidad de salarios mínimos mensuales que representaban. La diferencia de los valores máximos y mínimos se dividió entre cinco para generar los rangos entre los diferentes índices de marginación. Este procedimiento, generó el siguiente resultado, el cual se observa en la siguiente tabla:

Tabla 2.1.7. Valores máximos y mínimos de la producción bruta total por cada subsector de comercio al por menor, calculados en pesos y en salarios mínimos mensuales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México

Clave/variable	Producción Bruta Total (Promedio en el Estado)						
	Valor máximo en pesos	Valor máximo en salarios mínimos mensuales	Valor mínimo en pesos	Valor mínimo en salarios mínimos mensuales	Diferencia	Rangos en pesos	Rangos en salarios mínimos
461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	286,919.30	153	18,864.90	10	268,054.40	53,611	29
462 Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales	80,148,780.10	42,863	110,380.80	59	80,038,399.30	16,007,680	8,561
463 Comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado	795,570.20	425	5,786.10	3	789,784.10	157,957	84
464 Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud	1,166,955.40	624	18,780.10	10	1,148,175.40	229,635	123
465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	854,508.70	457	10,590.30	6	843,918.50	168,784	90
466 Comercio al por menor de enseres domésticos, computadoras, artículos para la decoración de interiores y artículos usados	2,089,723.20	1,118	18,927.50	10	2,070,795.70	414,159	221
467 Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios	1,649,275.10	882	11,066.80	6	1,638,208.30	327,642	175
468 Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes	11,765,715.30	6,292	13,414.30	7	11,752,300.90	2,350,460	1,257
469 Comercio al por menor exclusivamente a través de internet, y catálogos impresos, televisión y similares	741,477.30	397	27,595.20	15	713,882.10	142,776	76

Fuente: elaboración propia en base al Censo Económico de INEGI, 2009

Posteriormente después de la obtención de estos datos, se prosiguió a obtener los valores en relación al índice de marginación de cada tipo de subsector de comercio al por menor. A partir de ellos se calcularon los daños provocados por una inundación en productos ofertados por estos mismos, así como el valor máximo de afectación. Estos valores se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.1.8. Valores de afectación por subsector económico de comercio al por menor, en relación al grado de marginación en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México

Subsector/grado de marginación	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto	
	Costos en		Costos en		Costos en		Costos en		Costos en	
	Costos en pesos mensuales	salarios mínimos	Costos en pesos mensuales	salarios mínimos	Costos en pesos mensuales	salarios mínimos	Costos en pesos mensuales	salarios mínimos	Costos en pesos mensuales	salarios mínimos
461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	260,114	139	206,503	110	152,892	82	99,281	53	45,670	24
462 Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales	72,144,940	38,582	56,137,260	30,022	40,129,580	21,461	24,121,901	12,900	8,114,221	4,339
463 Comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado	716,592	383	558,635	299	400,678	214	242,721	130	84,765	45
464 Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud	1,052,138	563	822,503	440	592,868	317	363,233	194	133,598	71
465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	770,117	412	601,333	322	432,550	231	263,766	141	94,982	51
466 Comercio al por menor de enseres domésticos, computadoras, artículos para la decoración de interiores y artículos usados	1,882,644	1,007	1,468,484	785	1,054,325	564	640,166	342	226,007	121
467 Comercio al por menor de artículos de ferretería, llapalería y vidrios	1,485,454	794	1,157,813	619	830,171	444	502,529	269	174,888	94
468 Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes	10,590,485	5,664	8,240,025	4,407	5,889,565	3,150	3,539,105	1,893	1,188,644	636
469 Comercio al por menor exclusivamente a través de internet, y catálogos impresos, televisión y similares	670,089	358	527,313	282	384,536	206	241,760	129	98,983	53

Fuente: elaboración propia a partir del Censo Económico INEGI, 2009

Sin embargo se tuvieron que ajustar las curvas de daños a 11 doceavos del valor máximo de daños, lo cual es una disminución del 8.3% del mismo, ya que el grado de afectación es representativo a un mes del PB que es generado por el establecimiento comercial afectado, esta disminución se argumenta al ya realizar un previo ejercicio de cuantificación de los daños durante la temporalidad de estudio, lo cual nos arrojó una cuantificación de daños un tanto elevadas al valor de daños estimado ideal. Este ajuste se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2.1.9. Valores de afectación ajustado por subsector económico de comercio al por menor, en relación al grado de marginación en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México

Subsector/grado de marginación	Muy bajo		Bajo		Medio		Alto		Muy alto	
	Costos en pesos	Costos en pesos ajustado a 11/12	Costos en pesos	Costos en pesos ajustado a 11/12	Costos en pesos	Costos en pesos ajustado a 11/12	Costos en pesos	Costos en pesos ajustado a 11/12	Costos en pesos	Costos en pesos ajustado a 11/12
461 Comercio al p	260,114	238,438	206,503	189,294	152,892	140,151	99,281	91,008	45,670	41,864
462 Comercio al p	72,144,940	66,132,862	56,137,260	51,459,155	40,129,580	36,785,448	24,121,901	22,111,743	8,114,221	7,438,036
463 Comercio al p	716,592	656,876	558,635	512,082	400,678	367,288	242,721	222,494	84,765	77,701
464 Comercio al p	1,052,138	964,460	822,503	753,961	592,868	543,462	363,233	332,964	133,598	122,465
465 Comercio al p	770,117	705,941	601,333	551,222	432,550	396,504	263,766	241,786	94,982	87,067
466 Comercio al p	1,882,644	1,725,757	1,468,484	1,346,110	1,054,325	966,465	640,166	586,819	226,007	207,173
467 Comercio al p	1,485,454	1,361,666	1,157,813	1,061,329	830,171	760,990	502,529	460,652	174,888	160,314
468 Comercio al p	10,590,485	9,707,945	8,240,025	7,553,356	5,889,565	5,398,768	3,539,105	3,244,180	1,188,644	1,089,590
469 Comercio al p	670,089	614,248	527,313	483,370	384,536	352,491	241,760	221,613	98,983	90,734

Fuente: elaboración propia a partir del Censo Económico INEGI, 2009

Construcción de curvas de daños potenciales por inundación en establecimientos comerciales de comercio al por menor.

Al haber obtenido la variable de capital fijo y cantidad de productos afectados, se tuvieron que relacionar ambas con la altura de la lámina de agua para permitir la construcción de las curvas de daños potenciales provocados por una inundación.

Este análisis se realizó, con el objeto cuantificar las afectaciones, en relación al valor de daño producido por el contacto directo con el agua, en una cantidad monetaria fija o en cantidad de salarios mínimos mensuales.

A su vez el valor obtenido de daños para una altura de la lámina de agua y para una subclase de comercio al por menor, ubicado en un AGEB con un Índice de Marginación dado, permitió estimar las afectaciones totales identificando los valores más altos que se pueden alcanzar durante este proceso.

Posteriormente, al ya obtener estos valores, se graficaron los costos versus la altura de la lámina de agua, lo cual permitió obtener cinco curvas de costos en relación al Índice de Marginación que presente el establecimiento comercial.

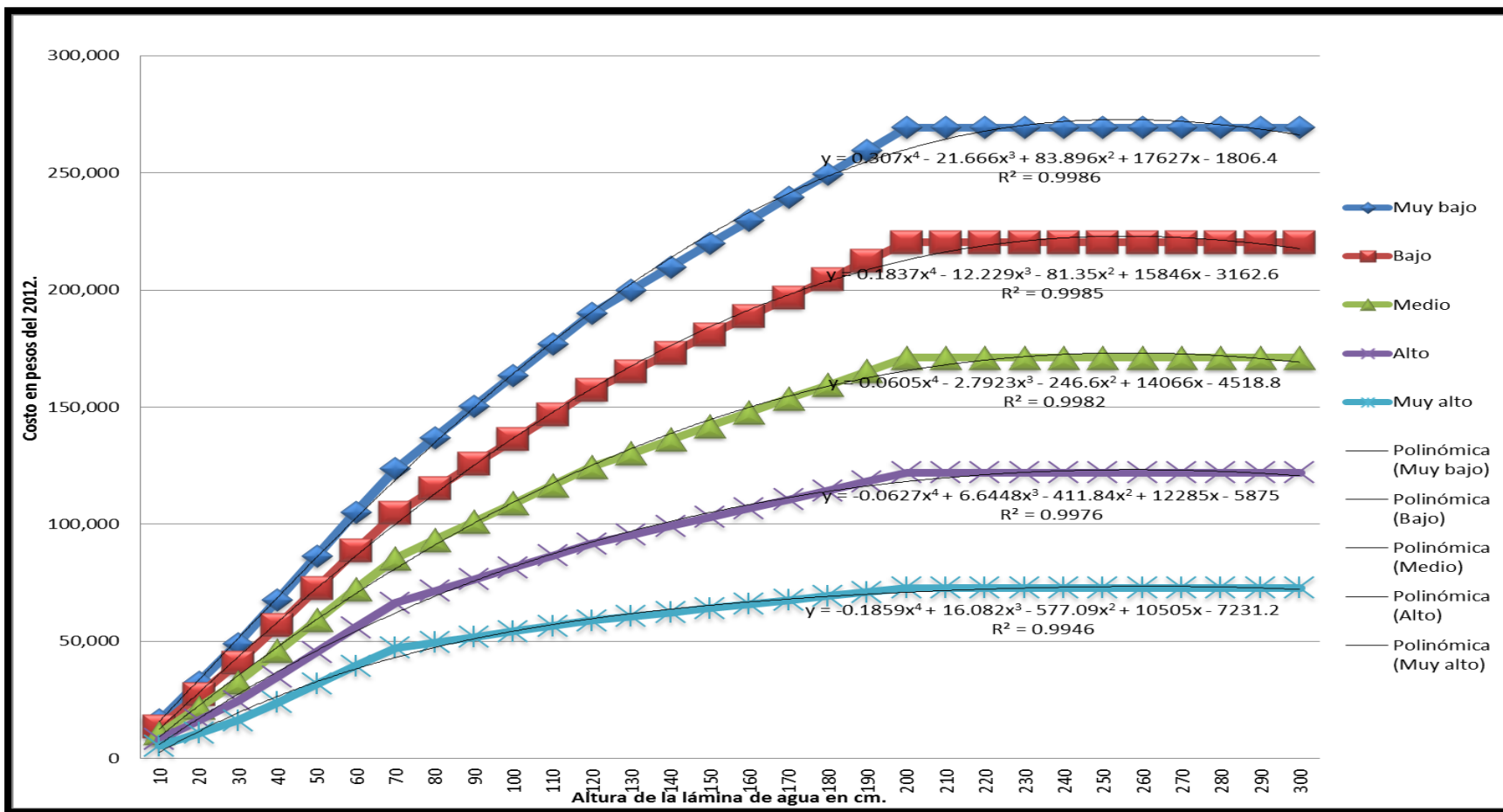
A continuación se presentan los diferentes tipos de curvas, para cada tipo de Índice de Marginación presente, en un determinado AGEB.

Curvas de daños y modelos para la cuantificación de las afectaciones ocasionadas por una inundación para establecimientos comerciales

Para obtener las curvas de daños para este tipo de subsector económico se implementó la técnica alternativa para cuantificar el valor de productos ofertados por este tipo de comercio. A su vez la estimación del capital fijo se obtuvo mediante la aplicación de encuestas. Posteriormente estas dos variables se relacionaron con la altura de la lámina de agua, lo cual permitió establecer la cuantificación total de los daños provocados por una inundación.

Las diferentes modelos que se obtuvieron se aplicaron con relación a la altura de la lámina alcanzada durante la inundación. Las alturas de lámina de agua fueron definidas en intervalos de 10cm hasta considerar una altura máxima de 200 cm. No se definió una altura superior a esta última, ya que los daños totales alcanzarían un valor del 100 por ciento.

Gráfico 2.1. Curvas de daños grupo 1 en comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco por grado de marginación



Fuente: elaboración propia

Tabla 2.1.10. Ecuaciones resultantes para la estimación de daños en *comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco* por grado de marginación

Altura de la lámina de agua en cm f (y)	Daño de productos	Grado de marginación Muy bajo Daño del capital fijo	Modelo final
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(238438) \right) / 100$	$DCF = \left(\frac{(30)}{30} (h)(30951) \right) / 100$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(238438) \right) / 100 + \left(\frac{(30)}{30} (h)(30951) \right) / 100$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(238438) \right) / 100$	$DCF = (9285.3) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(30951) \right) / 100$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(238438) \right) / 100 + (9285.3) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(30951) \right) / 100$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(238438) \right) / 100$	$DCF = (30951)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(238438) \right) / 100 + (30951)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(238438) \right) / 100 + (159038.146)$	$DCF = (30951)$	$Ct4 = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(238438) \right) / 100 + (159038.146) + (30951)$
Grado de marginación Bajo			
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(189294) \right) / 100$	$DCF = \left(\frac{(30)}{30} (h)(30951) \right) / 100$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(189294) \right) / 100 + \left(\frac{(30)}{30} (h)(30951) \right) / 100$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(189294) \right) / 100$	$DCF = (9285.3) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(30951) \right) / 100$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(189294) \right) / 100 + (9285.3) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(30951) \right) / 100$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(189294) \right) / 100$	$DCF = (30951)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(189294) \right) / 100 + (30951)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(189294) \right) / 100 + (126259.098)$	$DCF = (30951)$	$Ct4 = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(206503) \right) / 100 + (126259.098) + (30951)$
Grado de marginación Medio			
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(140151) \right) / 100$	$DCF = \left(\frac{(30)}{30} (h)(30951) \right) / 100$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(140151) \right) / 100 + \left(\frac{(30)}{30} (h)(30951) \right) / 100$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(140151) \right) / 100$	$DCF = (9285.3) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(30951) \right) / 100$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(140151) \right) / 100 + (9285.3) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(30951) \right) / 100$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(140151) \right) / 100$	$DCF = (30951)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(140151) \right) / 100 + (30951)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(140151) \right) / 100 + (93480.717)$	D $CF = (30951)$	$Ct4 = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(140151) \right) / 100 + (93480.717) + (30951)$

Grado de marginación Alto

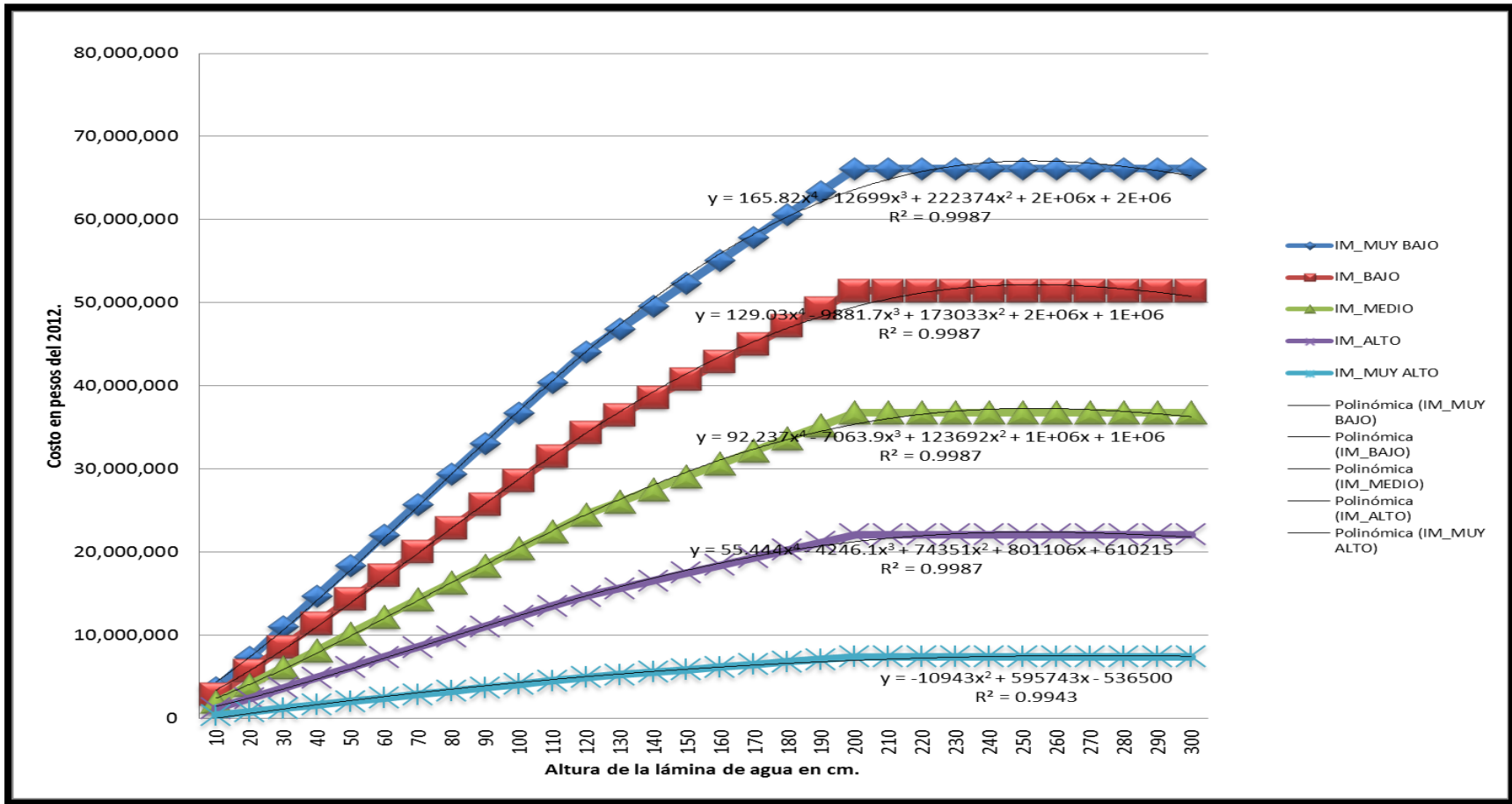
$0 \text{ cm} \leq y \leq 30 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(91008)}{100} \right)$	$DCF = \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(30951)}{100} \right)$	$Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(91008)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(30951)}{100} \right)$
$30 \text{ cm} \leq y \leq 70 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(91008)}{100} \right)$	$DCF = (9285.3) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(30951)}{100} \right)$	$Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(91008)}{100} \right) + (9285.2) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(30951)}{100} \right)$
$70 \text{ cm} \leq y \leq 120 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(91008)}{100} \right)$	$DCF = (30951)$	$Ct3 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(91008)}{100} \right) + (30951)$
$120 \text{ cm} \leq y \leq 200 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(91008)}{100} \right) + (60702.336)$	$DCF = (30951)$	$Ct4 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(91008)}{100} \right) + (60702.336) + (30951)$

Grado de marginación Muy alto

$0 \text{ cm} \leq y \leq 30 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(41864)}{100} \right)$	$DCF = \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(30951)}{100} \right)$	$Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(41864)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(30951)}{100} \right)$
$30 \text{ cm} \leq y \leq 70 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(41864)}{100} \right)$	$DCF = (9285.3) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(30951)}{100} \right)$	$Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(41864)}{100} \right) + (9285.2) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(30951)}{100} \right)$
$70 \text{ cm} \leq y \leq 120 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(41864)}{100} \right)$	$DCF = (30951)$	$Ct3 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(41864)}{100} \right) + (30951)$
$120 \text{ cm} \leq y \leq 200 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(41864)}{100} \right) + (27923.288)$	$DCF = (30951)$	$Ct4 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(41864)}{100} \right) + (27923.288) + (30951)$

Fuente: elaboración propia

Gráfico 2.1.2. Curvas de daños grupo 2 en comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales por grado de marginación



Fuente: elaboración propia

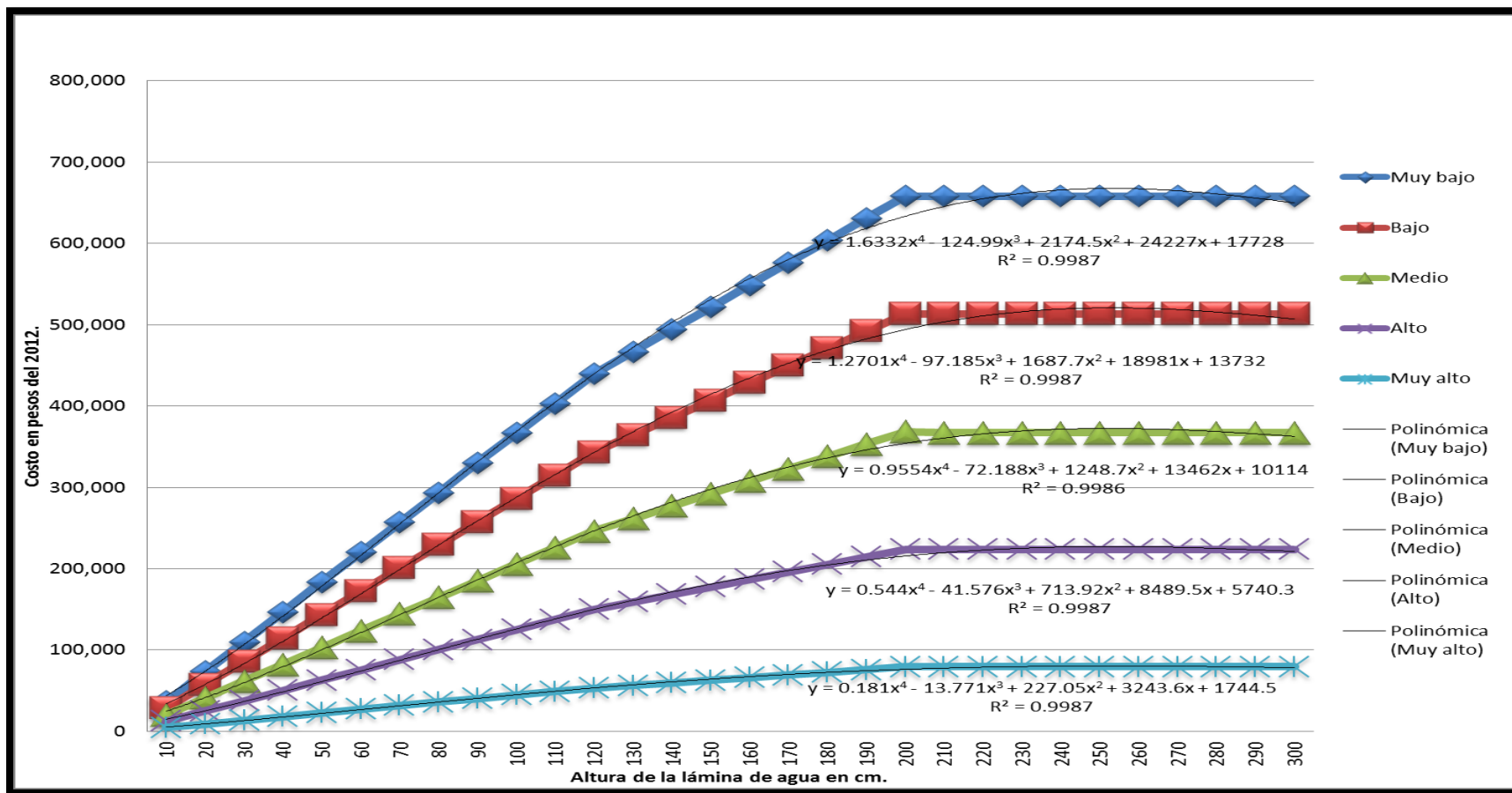
Tabla 2.1.11. Ecuaciones resultantes para la estimación de daños en *comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales por grado de marginación*

Grado de marginación Muy bajo	
Altura de la lámina de agua en cm f (y)	Modelo final
0 cm ≤ y ≤ 120 cm	$Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(66132862)}{100} \right)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(66132862)}{100} \right) + (44110618.954)$
Grado de marginación Bajo	
0 cm ≤ y ≤ 120 cm	$Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(51459155)}{100} \right)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(51459155)}{100} \right) + (34323256.385)$
Grado de marginación Medio	
0 cm ≤ y ≤ 120 cm	$Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(36785448)}{100} \right)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(36785448)}{100} \right) + (24535893.816)$
Grado de marginación Alto	
0 cm ≤ y ≤ 120 cm	$Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(22111743)}{100} \right)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(22111743)}{100} \right) + (14748532.581)$
Grado de marginación Muy alto	
0 cm ≤ y ≤ 120 cm	$Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(7438036)}{100} \right)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(7438036)}{100} \right) + (4961170.012)$

Fuente: elaboración propia

Nota: en estas ecuaciones se omitió el capital fijo, ya que no se pudo estimar mediante la implementación de la encuesta, por las problemáticas que se exponen anteriormente.

Gráfico 2.1.3. Curvas de daños grupo 3 en comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado por grado de marginación



Fuente: elaboración propia

Tabla 2.1.12. Ecuaciones resultantes para la estimación de daños *en comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado* por grado de marginación

Altura de la lámina de agua en cm f (y)	Daño de productos	Grado de marginación Muy bajo Daño del capital fijo	Modelo final
Grado de marginación Muy bajo			
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(656876) \right)$	$DCF = \left(\frac{(30)}{100} (h)(1476) \right)$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{100} (h)(656876) \right) + \left(\frac{(30)}{100} (h)(1476) \right)$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(656876) \right)$	$DCF = (442.8) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(1476) \right)$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(656876) \right) + (442.8) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(1476) \right)$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(656876) \right)$	$DCF = (1476)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(656876) \right) + (1476)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(656876) \right) + (438136.292)$	$DCF = (1476)$	$Ct4 = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(656876) \right) + (438136.292) + (1476)$
Grado de marginación Bajo			
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(512082) \right)$	$DCF = \left(\frac{(30)}{100} (h)(1476) \right)$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(558635) \right) + \left(\frac{(30)}{100} (h)(1476) \right)$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(512082) \right)$	$DCF = (442.8) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(1476) \right)$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(558635) \right) + (442.8) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(1476) \right)$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(512082) \right)$	$DCF = (1476)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(558635) \right) + (1476)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(512082) \right) + (341558.694)$	$DCF = (1476)$	$Ct4 = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(558635) \right) + (341558.694) + (1476)$
Grado de marginación Medio			
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(367288) \right)$	$DCF = \left(\frac{(30)}{100} (h)(1476) \right)$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(367288) \right) + \left(\frac{(30)}{100} (h)(1476) \right)$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(367288) \right)$	$DCF = (442.8) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(1476) \right)$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(367288) \right) + (442.8) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(1476) \right)$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(367288) \right)$	$DCF = (1476)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(367288) \right) + (1476)$

$$120 \text{ cm} \leq y \leq 200 \text{ cm} \quad DP = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(367288) \right) + (244981.096) \quad DCF = (1476) \quad Ct4 = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(367288) \right) + (244981.096) + (1476)$$

Grado de marginación Alto

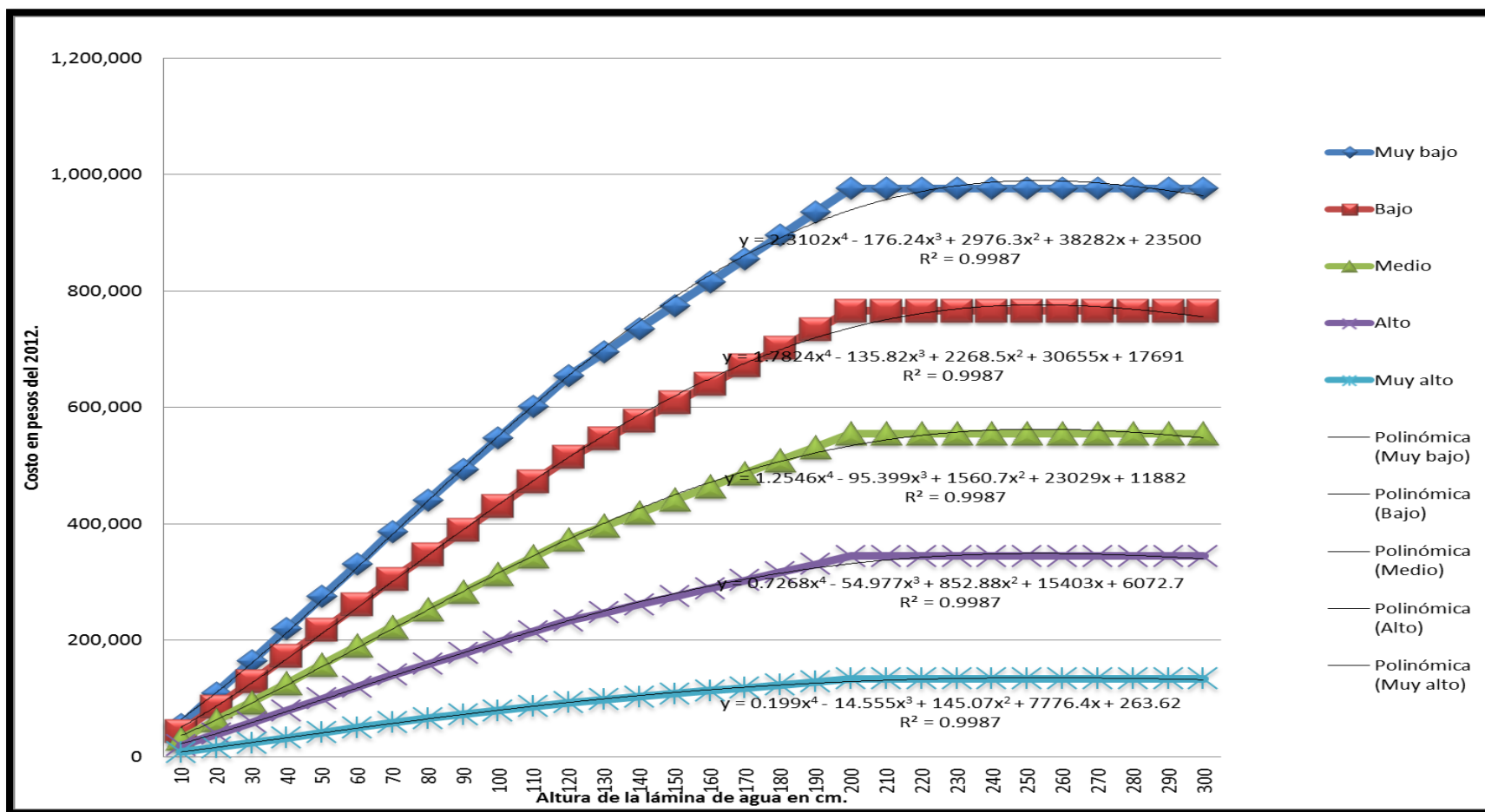
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(222494) \right)$	$DCF = \left(\frac{(30)}{30} (h)(1476) \right)$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(222494) \right) + \left(\frac{(30)}{30} (h)(1476) \right)$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(222494) \right)$	$DCF = (442.8) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(1476) \right)$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(222494) \right) + (442.8) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(1476) \right)$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(222494) \right)$	$DCF = (1476)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(222494) \right) + (1476)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(222494) \right) + (148403.498)$	$DCF = (1476)$	$Ct4 = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(222494) \right) + (148403.498) + (1476)$

Grado de marginación Muy alto

0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(77701) \right)$	$DCF = \left(\frac{(30)}{30} (h)(1476) \right)$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(77701) \right) + \left(\frac{(30)}{30} (h)(1476) \right)$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(77701) \right)$	$DCF = (442.8) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(1476) \right)$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(77701) \right) + (442.8) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(1476) \right)$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(77701) \right)$	$DCF = (1476)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(77701) \right) + (1476)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(77701) \right) + (51826.567)$	$DCF = (1476)$	$Ct4 = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(77701) \right) + (51826.567) + (1476)$

Fuente: elaboración propia

Gráfico 2.1.4. Curvas de daños grupo 4 en comercio subsector de comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud por grado de marginación



Fuente: elaboración propia

Tabla 2.1.13. Ecuaciones resultantes para la estimación de daños en *comercio subsector de comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud* por grado de marginación

Altura de la lámina de agua en cm f (y)	Daño de productos	Grado de marginación Muy bajo Daño del capital fijo	Modelo final
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(964460) \right)$	$DCF = \left(\frac{(30)}{30} (h)(11500) \right)$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(964460) \right) + \left(\frac{(30)}{30} (h)(11500) \right)$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(964460) \right)$	$DCF = (3450) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(11500) \right)$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(964460) \right) + (3450) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(11500) \right)$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(964460) \right)$	$DCF = (11500)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(964460) \right) + (11500)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(964460) \right) + (643294.820)$	$DCF = (11500)$	$Ct4 = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(964460) \right) + (643294.820) + (11500)$
Grado de marginación Bajo			
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(753961) \right)$	$DCF = \left(\frac{(30)}{30} (h)(11500) \right)$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(753961) \right) + \left(\frac{(30)}{30} (h)(11500) \right)$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(753961) \right)$	$DCF = (3450) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(11500) \right)$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(753961) \right) + (3450) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(11500) \right)$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(753961) \right)$	$DCF = (11500)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(753961) \right) + (11500)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(753961) \right) + (502891.987)$	$DCF = (11500)$	$Ct4 = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(753961) \right) + (502891.987) + (11500)$
Grado de marginación Medio			
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(543462) \right)$	$DCF = \left(\frac{(30)}{30} (h)(11500) \right)$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(543462) \right) + \left(\frac{(30)}{30} (h)(11500) \right)$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(543462) \right)$	$DCF = (3450) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(11500) \right)$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(543462) \right) + (3450) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(11500) \right)$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(543462) \right)$	$DCF = (11500)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(543462) \right) + (11500)$

$$120 \text{ cm} \leq y \leq 200 \text{ cm} \quad DP = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(543462)}{100} \right) + (362489.154) \quad DCF = (11500) \quad Ct4 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(543462)}{100} \right) + (362489.154) + (11500)$$

Grado de marginación Alto

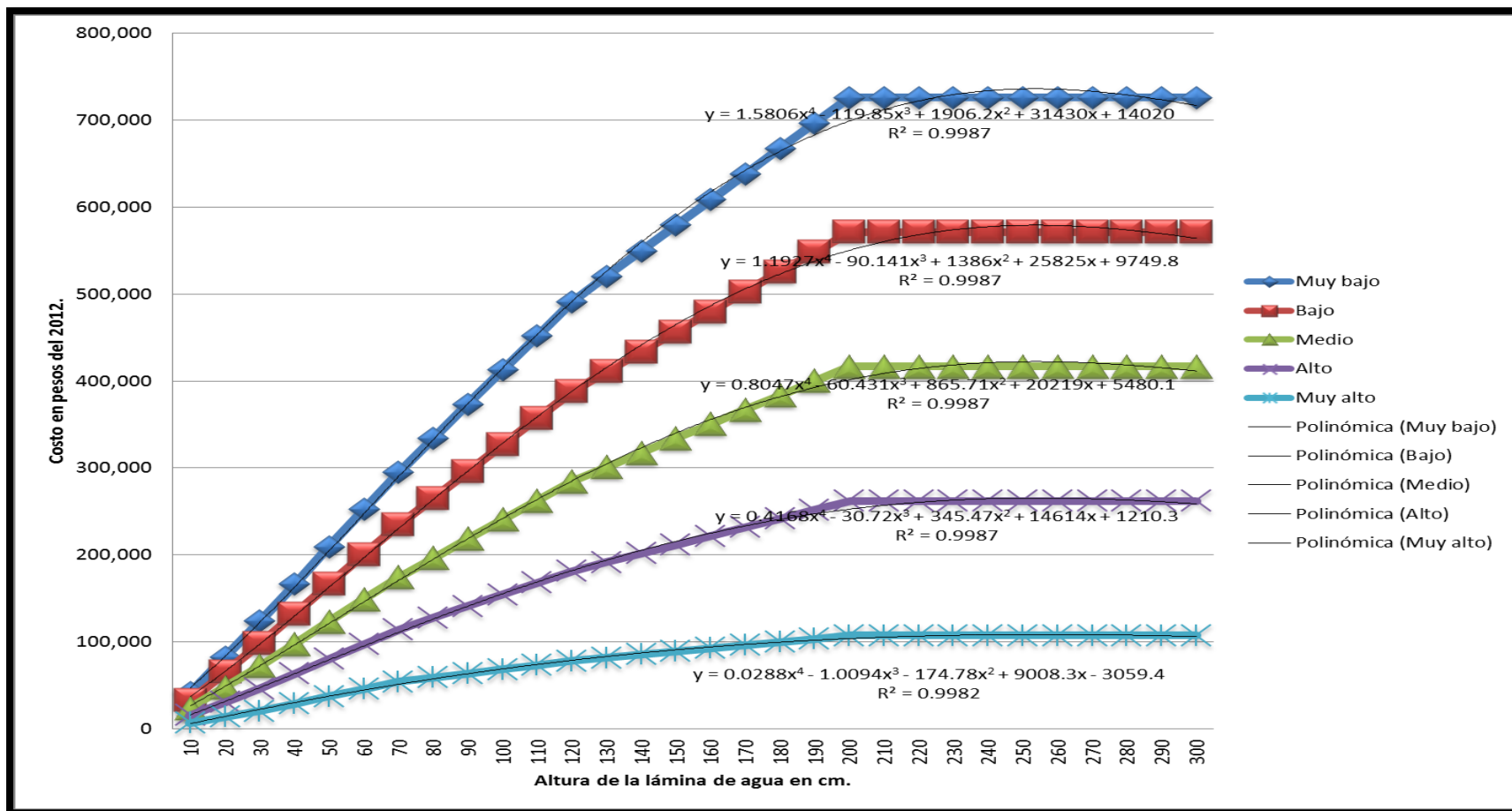
$0 \text{ cm} \leq y \leq 30 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(332964)}{100} \right)$	$DCF = \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(11500)}{100} \right)$	$Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(332964)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(11500)}{100} \right)$
$30 \text{ cm} \leq y \leq 70 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(332964)}{100} \right)$	$DCF = (3450) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(11500)}{100} \right)$	$Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(332964)}{100} \right) + (3450) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(11500)}{100} \right)$
$70 \text{ cm} \leq y \leq 120 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(332964)}{100} \right)$	$DCF = (11500)$	$Ct3 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(332964)}{100} \right) + (11500)$
$120 \text{ cm} \leq y \leq 200 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(332964)}{100} \right) + (222086.988)$	$DCF = (11500)$	$Ct4 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(332964)}{100} \right) + (222086.988) + (11500)$

Grado de marginación Muy alto

$0 \text{ cm} \leq y \leq 30 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(122465)}{100} \right)$	$DCF = \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(11500)}{100} \right)$	$Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(122465)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(11500)}{100} \right)$
$30 \text{ cm} \leq y \leq 70 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(122465)}{100} \right)$	$DCF = (3450) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(11500)}{100} \right)$	$Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(122465)}{100} \right) + (3450) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(11500)}{100} \right)$
$70 \text{ cm} \leq y \leq 120 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(122465)}{100} \right)$	$DCF = (11500)$	$Ct3 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(122465)}{100} \right) + (11500)$
$120 \text{ cm} \leq y \leq 200 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(122465)}{100} \right) + (81684.155)$	$DCF = (11500)$	$Ct4 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(122465)}{100} \right) + (81684.155) + (11500)$

Fuente: elaboración propia

Gráfico 2.1.5. Curvas de daños grupo 5 en *comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos* por grado de marginación



Fuente: elaboración propia

Tabla 2.1.14. Ecuaciones resultantes para la estimación de daños *en comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos* por grado de marginación

Altura de la lámina de agua en cm f (y)	Daño de productos	Grado de marginación Muy bajo Daño del capital fijo	Modelo final
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(705941) \right)$	$DCF = \left(\frac{(30)}{100} (h)(20159) \right)$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{100} (h)(705941) \right) + \left(\frac{(30)}{100} (h)(20159) \right)$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(705941) \right)$	$DCF = (6047.7) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(20159) \right)$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{100} (h)(705941) \right) + (6047.7) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(20159) \right)$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(705941) \right)$	$DCF = (20159)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{100} (h)(705941) \right) + (20159)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(705941) \right) + (470862.647)$	$DCF = (20159)$	$Ct4 = \left(\frac{(33.3)}{100} (h - 120)(705941) \right) + (470862.647) + (20159)$
Grado de marginación Bajo			
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(551222) \right)$	$DCF = \left(\frac{(30)}{100} (h)(20159) \right)$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{100} (h)(551222) \right) + \left(\frac{(30)}{100} (h)(20159) \right)$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(551222) \right)$	$DCF = (6047.7) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(20159) \right)$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{100} (h)(551222) \right) + (6047.7) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(20159) \right)$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(551222) \right)$	$DCF = (20159)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{100} (h)(551222) \right) + (20159)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(551222) \right) + (367665.074)$	$DCF = (20159)$	$Ct4 = \left(\frac{(33.3)}{100} (h - 120)(551222) \right) + (367665.074) + (20159)$
Grado de marginación Medio			
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(396504) \right)$	$DCF = \left(\frac{(30)}{100} (h)(20159) \right)$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{100} (h)(396504) \right) + \left(\frac{(30)}{100} (h)(20159) \right)$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(396504) \right)$	$DCF = (6047.7) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(20159) \right)$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{100} (h)(396504) \right) + (6047.7) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(20159) \right)$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(396504) \right)$	$DCF = (20159)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{100} (h)(396504) \right) + (20159)$

$$120 \text{ cm} \leq y \leq 200 \text{ cm} \quad DP = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(396504)}{100} \right) + (264468.168) \quad DCF = (20159) \quad Ct4 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(396504)}{100} \right) + (264468.168) + (20159)$$

Grado de marginación Alto

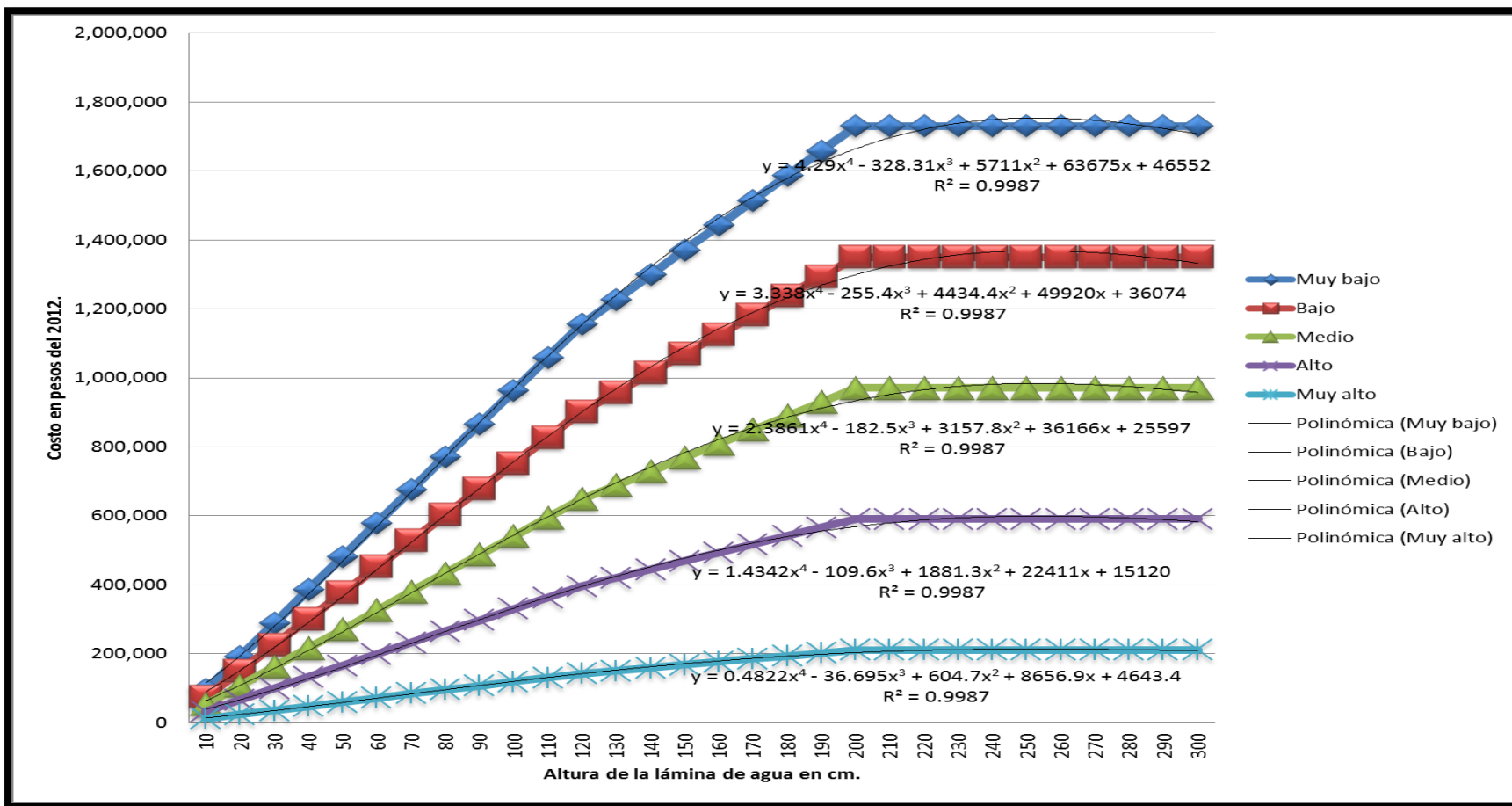
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(241786)}{100} \right)$	$DCF = \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(20159)}{100} \right)$	$Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(241786)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(20159)}{100} \right)$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(241786)}{100} \right)$	$DCF = (6047.7) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(20159)}{100} \right)$	$Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(241786)}{100} \right) + (6047.7) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(20159)}{100} \right)$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(241786)}{100} \right)$	$DCF = (20159)$	$Ct3 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(241786)}{100} \right) + (20159)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(241786)}{100} \right) + (161271.262)$	$DCF = (20159)$	$Ct4 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(241786)}{100} \right) + (161271.262) + (20159)$

Grado de marginación muy alto

0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(87067)}{100} \right)$	$DCF = \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(20159)}{100} \right)$	$Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(87067)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(20159)}{100} \right)$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(87067)}{100} \right)$	$DCF = (6047.7) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(20159)}{100} \right)$	$Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(87067)}{100} \right) + (6047.7) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(20159)}{100} \right)$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(87067)}{100} \right)$	$DCF = (20159)$	$Ct3 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(87067)}{100} \right) + (20159)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(87067)}{100} \right) + (58073.689)$	$DCF = (20159)$	$Ct4 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(87067)}{100} \right) + (58073.689) + (20159)$

Fuente: elaboración propia

Gráfico 2.1.6. Curvas de daños grupo 6 en comercio al por menor de enseres domésticos, computadoras, artículos para la decoración de interiores y artículos usados por grado de marginación



Fuente: elaboración propia

Tabla 2.1.15. Ecuaciones resultantes para la estimación de daños *en comercio al por menor de enseres domésticos, computadoras, artículos para la decoración de interiores y artículos usados por grado de marginación*

Altura de la lámina de agua en cm f (y)	Daño de productos	Grado de marginación Muy bajo Daño del capital fijo	Modelo final
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(1725757) \right) / 100$	$DCF = \left(\frac{(30)}{30} (h)(3964) \right) / 100$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(1725757) \right) / 100 + \left(\frac{(30)}{30} (h)(3964) \right) / 100$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(1725757) \right) / 100$	$DCF = (1189.2) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(3964) \right) / 100$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(1725757) \right) / 100 + (1189.2) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(3964) \right) / 100$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(1725757) \right) / 100$	$DCF = (3964)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(1725757) \right) / 100 + (3964)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(1725757) \right) / 100 + (1151079.919)$	$DCF = (3964)$	$Ct4 = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(1725757) \right) / 100 + (1151079.919) + (3964)$
Grado de marginación Bajo			
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(1346110) \right) / 100$	$DCF = \left(\frac{(30)}{30} (h)(3964) \right) / 100$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(1346110) \right) / 100 + \left(\frac{(30)}{30} (h)(3964) \right) / 100$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(1346110) \right) / 100$	$DCF = (1189.2) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(3964) \right) / 100$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(1346110) \right) / 100 + (1189.2) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(3964) \right) / 100$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(1346110) \right) / 100$	$DCF = (3964)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(1346110) \right) / 100 + (3964)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(1346110) \right) / 100 + (897855.370)$	$DCF = (3964)$	$Ct4 = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(1346110) \right) / 100 + (897855.370) + (3964)$
Grado de marginación Medio			
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(966465) \right) / 100$	$DCF = \left(\frac{(30)}{30} (h)(3964) \right) / 100$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(966465) \right) / 100 + \left(\frac{(30)}{30} (h)(3964) \right) / 100$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(966465) \right) / 100$	$DCF = (1189.2) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(3964) \right) / 100$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(966465) \right) / 100 + (1189.2) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(3964) \right) / 100$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(966465) \right) / 100$	$DCF = (3964)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(966465) \right) / 100 + (3964)$

$$120 \text{ cm} \leq y \leq 200 \text{ cm} \quad DP = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(966465)}{100} \right) + (644632.155) \quad DCF = (3964) \quad Ct4 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(966465)}{100} \right) + (644632.155) + (3964)$$

Grado de marginación Alto

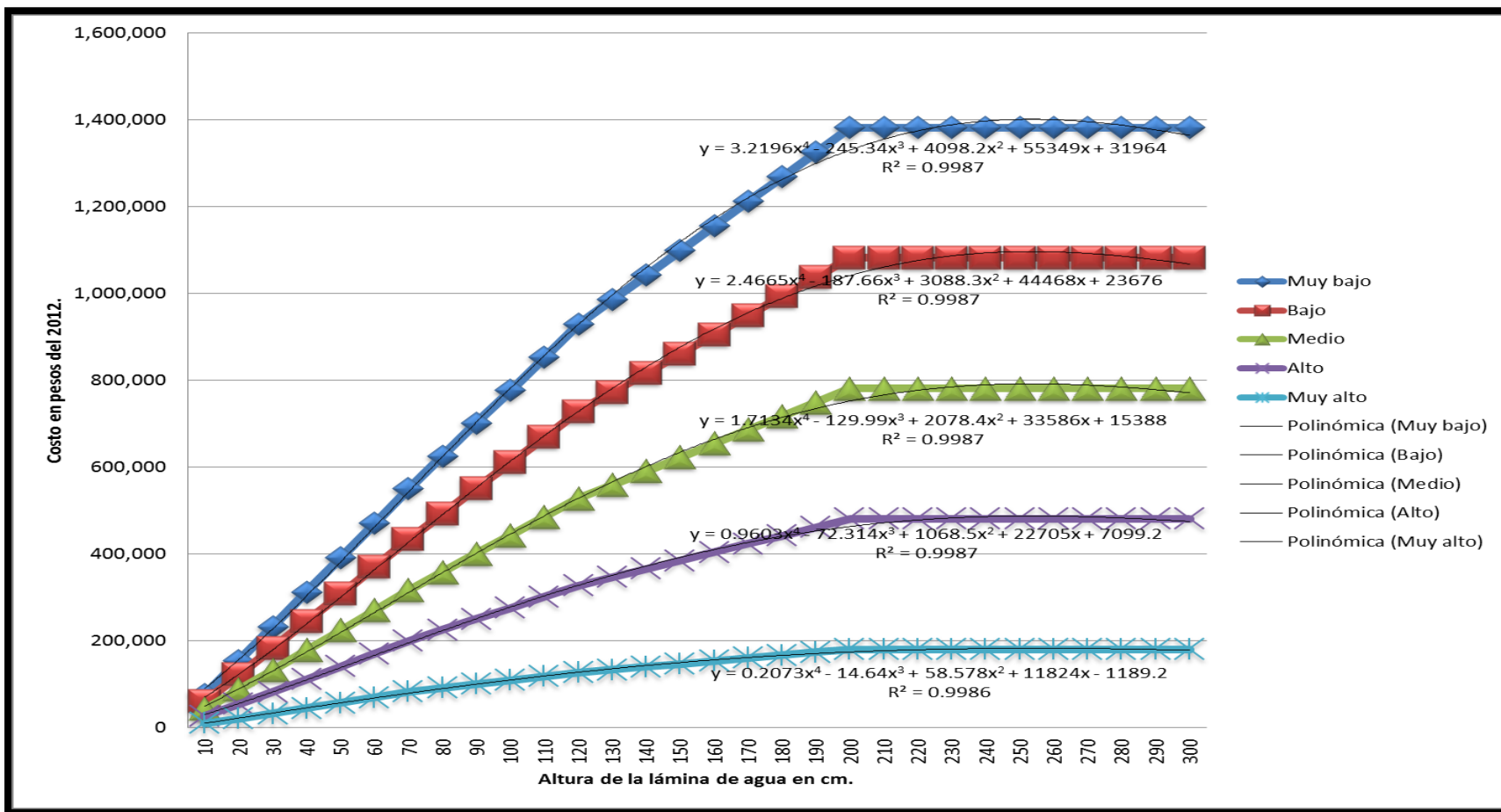
$0 \text{ cm} \leq y \leq 30 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(586819)}{100} \right)$	$DCF = \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(3964)}{100} \right)$	$Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(586819)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(3964)}{100} \right)$
$30 \text{ cm} \leq y \leq 70 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(586819)}{100} \right)$	$DCF = (1189.2) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(3964)}{100} \right)$	$Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(586819)}{100} \right) + (1189.2) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(3964)}{100} \right)$
$70 \text{ cm} \leq y \leq 120 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(586819)}{100} \right)$	$DCF = (3964)$	$Ct3 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(586819)}{100} \right) + (3964)$
$120 \text{ cm} \leq y \leq 200 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(586819)}{100} \right) + (391408.273)$	$DCF = (3964)$	$Ct4 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(586819)}{100} \right) + (391408.273) + (3964)$

Grado de marginación Muy alto

$0 \text{ cm} \leq y \leq 30 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(207173)}{100} \right)$	$DCF = \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(3964)}{100} \right)$	$Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(207173)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(3964)}{100} \right)$
$30 \text{ cm} \leq y \leq 70 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(207173)}{100} \right)$	$DCF = (1189.2) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(3964)}{100} \right)$	$Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(207173)}{100} \right) + (1189.2) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(3964)}{100} \right)$
$70 \text{ cm} \leq y \leq 120 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(207173)}{100} \right)$	$DCF = (3964)$	$Ct3 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(207173)}{100} \right) + (3964)$
$120 \text{ cm} \leq y \leq 200 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(207173)}{100} \right) + (138184.391)$	$DCF = (3964)$	$Ct4 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(207173)}{100} \right) + (138184.391) + (3964)$

Fuente: elaboración propia

Gráfico 2.1.7. Curvas de daños grupo 7 en comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios por grado de marginación



Fuente: elaboración propia

Tabla 2.1.16. Ecuaciones resultantes para la estimación de daños *en comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios* por grado de marginación

Altura de la lámina de agua en cm f (y)	Daño de productos	Grado de marginación Muy bajo Daño del capital fijo	Modelo final
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(1361666) \right)$	$DCF = \left(\frac{(30)}{100} (h)(20717) \right)$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{100} (h)(1361666) \right) + \left(\frac{(30)}{100} (h)(20717) \right)$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(1361666) \right)$	$DCF = (6215.1) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(20717) \right)$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{100} (h)(1361666) \right) + (6215.1) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(20717) \right)$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(1361666) \right)$	$DCF = (20717)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{100} (h)(1361666) \right) + (20717)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(1361666) \right) + (908231.222)$	$DCF = (20717)$	$Ct4 = \left(\frac{(33.3)}{100} (h - 120)(1361666) \right) + (908231.222) + (20717)$
Grado de marginación Bajo			
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(1061329) \right)$	$DCF = \left(\frac{(30)}{100} (h)(20717) \right)$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{100} (h)(1061329) \right) + \left(\frac{(30)}{100} (h)(20717) \right)$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(1061329) \right)$	$DCF = (6215.1) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(20717) \right)$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{100} (h)(1061329) \right) + (6215.1) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(20717) \right)$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(1061329) \right)$	$DCF = (20717)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{100} (h)(1061329) \right) + (20717)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(1061329) \right) + (707906.443)$	$DCF = (20717)$	$Ct4 = \left(\frac{(33.3)}{100} (h - 120)(1061329) \right) + (707906.443) + (20717)$
Grado de marginación Medio			
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(760990) \right)$	$DCF = \left(\frac{(30)}{100} (h)(20717) \right)$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{100} (h)(760990) \right) + \left(\frac{(30)}{100} (h)(20717) \right)$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(760990) \right)$	$DCF = (6215.1) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(20717) \right)$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{100} (h)(760990) \right) + (6215.1) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(20717) \right)$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(760990) \right)$	$DCF = (20717)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{100} (h)(760990) \right) + (20717)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(760990) \right) + (507580.330)$	$DCF = (20717)$	$Ct4 = \left(\frac{(33.3)}{100} (h - 120)(760990) \right) + (507580.330) + (20717)$

Grado de marginación Alto

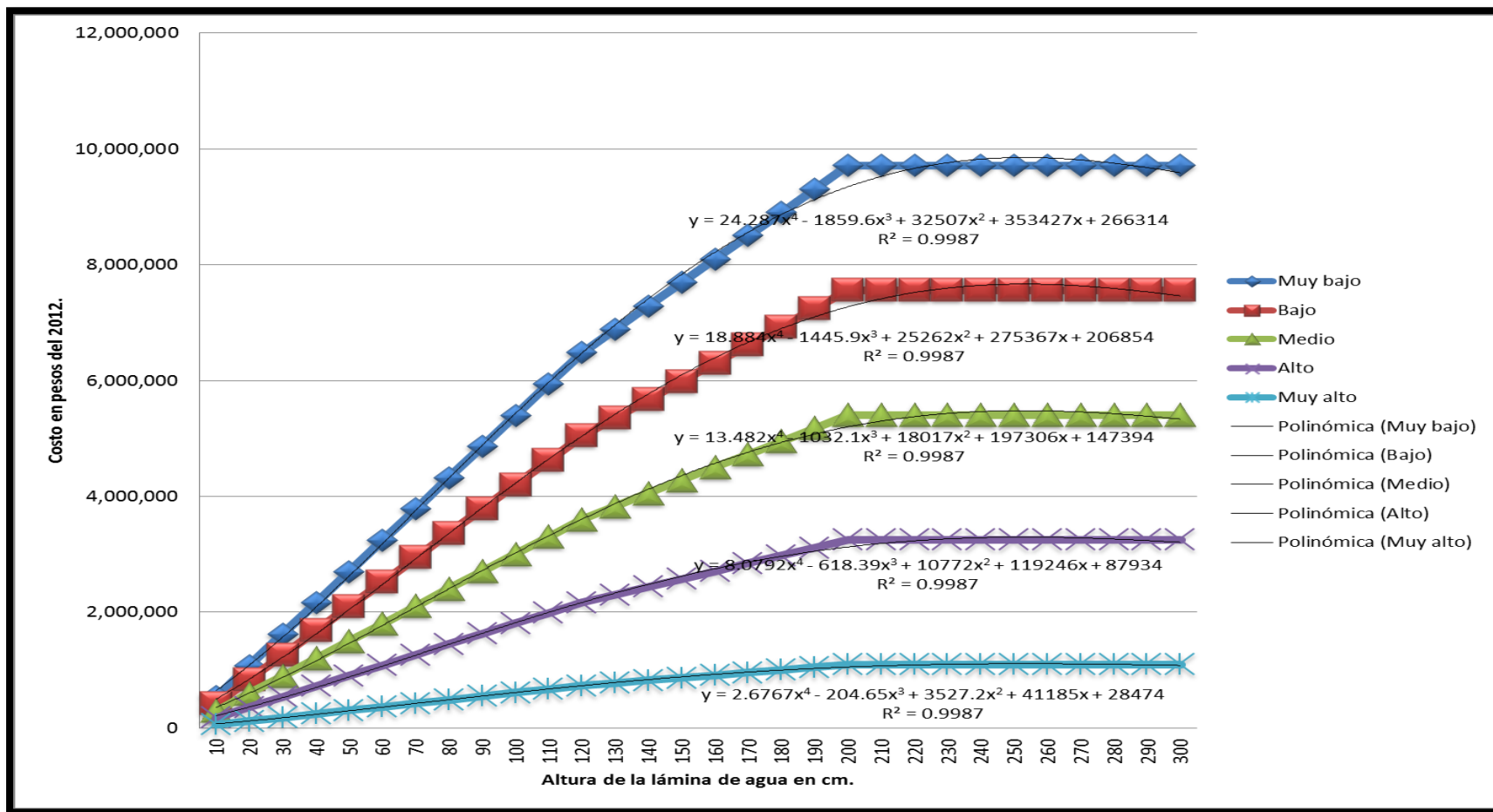
$0 \text{ cm} \leq y \leq 30 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(460652) \right) / 100$	$DCF = \left(\frac{(30)}{30} (h)(20717) \right) / 100$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(460652) \right) / 100 + \left(\frac{(30)}{30} (h)(20717) \right) / 100$
$30 \text{ cm} \leq y \leq 70 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(460652) \right) / 100$	$DCF = (6215.1) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(20717) \right) / 100$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(460652) \right) / 100 + (6215.1) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(20717) \right) / 100$
$70 \text{ cm} \leq y \leq 120 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(460652) \right) / 100$	$DCF = (20717)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(460652) \right) / 100 + (20717)$
$120 \text{ cm} \leq y \leq 200 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(460652) \right) / 100 + (307254.884)$	$DCF = (20717)$	$Ct4 = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(460652) \right) / 100 + (307254.884) + (20717)$

Grado de marginación Muy alto

$0 \text{ cm} \leq y \leq 30 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(160314) \right) / 100$	$DCF = \left(\frac{(30)}{30} (h)(20717) \right) / 100$	$Ct1 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(160314) \right) / 100 + \left(\frac{(30)}{30} (h)(20717) \right) / 100$
$30 \text{ cm} \leq y \leq 70 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(160314) \right) / 100$	$DCF = (6215.1) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(20717) \right) / 100$	$Ct2 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(160314) \right) / 100 + (6215.1) + \left(\frac{(70)}{40} (h - 30)(20717) \right) / 100$
$70 \text{ cm} \leq y \leq 120 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(160314) \right) / 100$	$DCF = (20717)$	$Ct3 = \left(\frac{(66.7)}{120} (h)(160314) \right) / 100 + (20717)$
$120 \text{ cm} \leq y \leq 200 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(160314) \right) / 100 + (106929.438)$	$DCF = (20717)$	$Ct4 = \left(\frac{(33.3)}{80} (h - 120)(160314) \right) / 100 + (106929.438) + (20717)$

Fuente: elaboración propia

Gráfico 2.1.8. Curvas de daños grupo 8 en *comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes* por grado de marginación



Fuente: elaboración propia

Tabla 2.1.17. Ecuaciones resultantes para la estimación de daños *comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes* por grado de marginación

Altura de la lámina de agua en cm f (y)	Daño de productos	Grado de marginación Muy bajo Daño del capital fijo	Modelo final
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(9707945)}{100} \right)$	$DCF = \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(5888)}{100} \right)$	$Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(9707945)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(5888)}{100} \right)$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(9707945)}{100} \right)$	$DCF = (1766.4) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(5888)}{100} \right)$	$Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(9707945)}{100} \right) + (1766.4) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(5888)}{100} \right)$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(9707945)}{100} \right)$	$DCF = (5888)$	$Ct3 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(9707945)}{100} \right) + (5888)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(9707945)}{100} \right) + (6475199.315)$	$DCF = (5888)$	$Ct4 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(9707945)}{100} \right) + (6475199.315) + (5888)$
Grado de marginación Bajo			
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(7553356)}{100} \right)$	$DCF = \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(5888)}{100} \right)$	$Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(7553356)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(5888)}{100} \right)$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(7553356)}{100} \right)$	$DCF = (1766.4) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(5888)}{100} \right)$	$Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(7553356)}{100} \right) + (1766.4) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(5888)}{100} \right)$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(7553356)}{100} \right)$	$DCF = (5888)$	$Ct3 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(7553356)}{100} \right) + (5888)$
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$DP = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(7553356)}{100} \right) + (5038088.452)$	$DCF = (5888)$	$Ct4 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(7553356)}{100} \right) + (5038088.452) + (5888)$
Grado de marginación Medio			
0 cm ≤ y ≤ 30 cm	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(5398768)}{100} \right)$	$DCF = \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(5888)}{100} \right)$	$Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(5398768)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(5888)}{100} \right)$
30 cm ≤ y ≤ 70 cm	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(5398768)}{100} \right)$	$DCF = (1766.4) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(5888)}{100} \right)$	$Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(5398768)}{100} \right) + (1766.4) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(5888)}{100} \right)$
70 cm ≤ y ≤ 120 cm	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(5398768)}{100} \right)$	$DCF = (5888)$	$Ct3 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(5398768)}{100} \right) + (5888)$

$$120 \text{ cm} \leq y \leq 200 \text{ cm} \quad DP = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(5398768)}{100} \right) + (3600978.256) \quad DCF = (5888) \quad Ct4 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(5398768)}{100} \right) + (3600978.256) + (5888)$$

Grado de marginación Alto

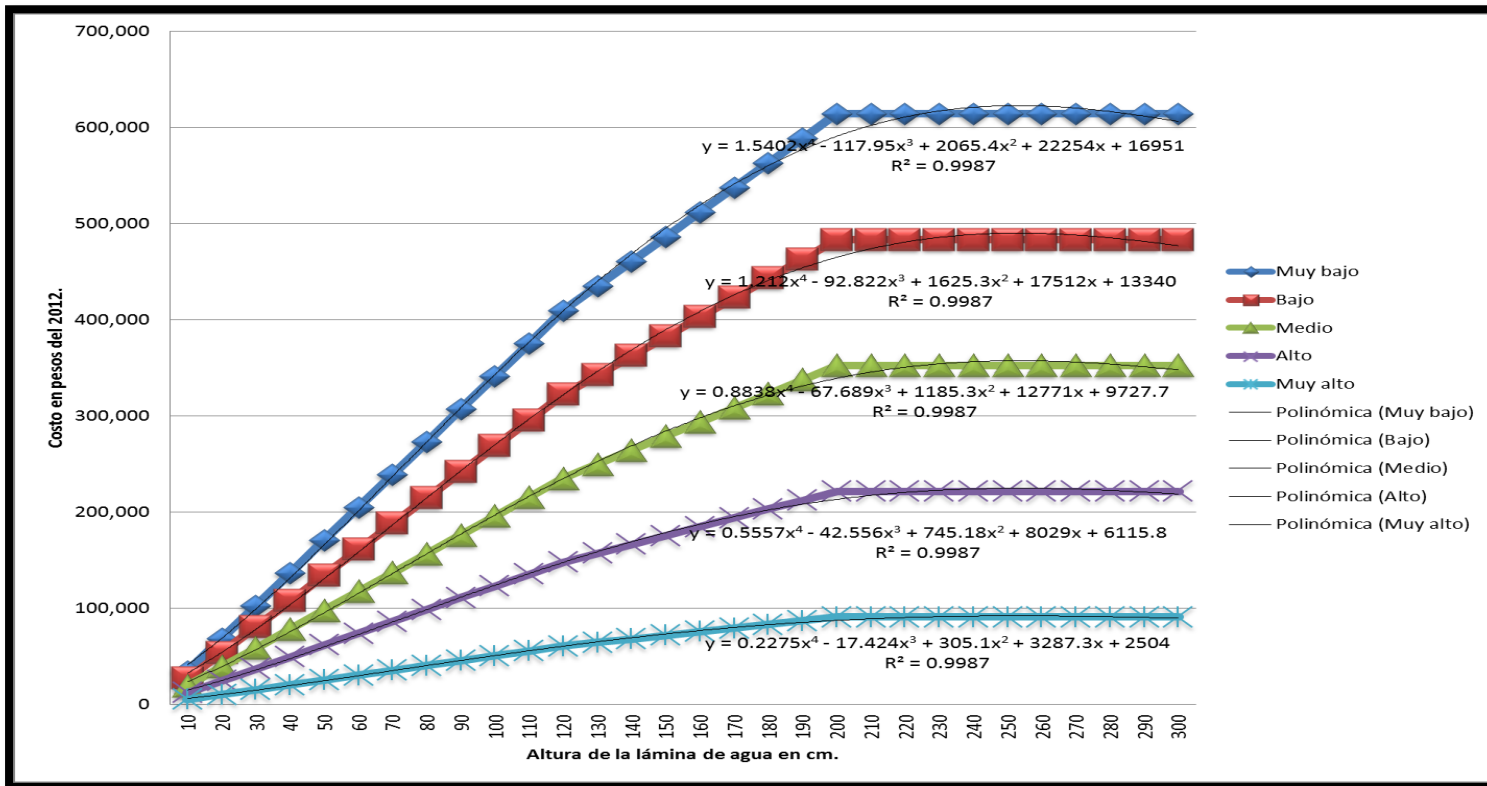
$0 \text{ cm} \leq y \leq 30 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(3244180)}{100} \right)$	$DCF = \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(5888)}{100} \right)$	$Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(3244180)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(5888)}{100} \right)$
$30 \text{ cm} \leq y \leq 70 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(3244180)}{100} \right)$	$DCF = (1766.4) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(5888)}{100} \right)$	$Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(3244180)}{100} \right) + (1766.4) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(5888)}{100} \right)$
$70 \text{ cm} \leq y \leq 120 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(3244180)}{100} \right)$	$DCF = (5888)$	$Ct3 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(3244180)}{100} \right) + (5888)$
$120 \text{ cm} \leq y \leq 200 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(3244180)}{100} \right) + (2163868.060)$	$DCF = (5888)$	$Ct4 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(3244180)}{100} \right) + (2163868.060) + (5888)$

Grado de marginación Muy alto

$0 \text{ cm} \leq y \leq 30 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(1089590)}{100} \right)$	$DCF = \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(5888)}{100} \right)$	$Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(1089590)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(5888)}{100} \right)$
$30 \text{ cm} \leq y \leq 70 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(1089590)}{100} \right)$	$DCF = (1766.4) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(5888)}{100} \right)$	$Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(1089590)}{100} \right) + (1766.4) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h - 30)(5888)}{100} \right)$
$70 \text{ cm} \leq y \leq 120 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(1089590)}{100} \right)$	$DCF = (5888)$	$Ct3 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(1089590)}{100} \right) + (5888)$
$120 \text{ cm} \leq y \leq 200 \text{ cm}$	$DP = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(1089590)}{100} \right) + (726756.530)$	$DCF = (5888)$	$Ct4 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(1089590)}{100} \right) + (726756.530) + (5888)$

Fuente: elaboración propia

Gráfico 2.1.9. Curvas de daños grupo 9 en *comercio al por menor exclusivamente a través de internet, y catálogos impresos, televisión y similares* por grado de marginación



Fuente: elaboración propia

Tabla 2.1.18. Ecuaciones resultantes para la estimación de daños en *comercio al por menor exclusivamente a través de internet, y catálogos impresos, televisión y similares* por grado de marginación

Altura de la lámina de agua en cm f (y)	Grado de marginación Muy bajo	Modelo final
0 cm ≤ y ≤ 120 cm	$ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(614248)}{100} \right)$	
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$ct2 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(614248)}{100} \right) + (409703.416)$	
Grado de marginación Bajo		
0 cm ≤ y ≤ 120 cm	$ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(483370)}{100} \right)$	
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$ct2 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(483370)}{100} \right) + (322407.790)$	
Grado de marginación Medio		
0 cm ≤ y ≤ 120 cm	$ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(352491)}{100} \right)$	
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$ct2 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(352491)}{100} \right) + (235111.497)$	
Grado de marginación Alto		
0 cm ≤ y ≤ 120 cm	$ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(221613)}{100} \right)$	
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$ct2 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(221613)}{100} \right) + (147815.871)$	
Grado de marginación Muy alto		
0 cm ≤ y ≤ 120 cm	$ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(90734)}{100} \right)$	
120 cm ≤ y ≤ 200 cm	$ct2 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h - 120)(90734)}{100} \right) + (60519.578)$	

Fuente: elaboración propia

Capítulo V Caso de estudio: cuenca alta del río Lerma, Estado de México, temporalidad 2009 a 2011.

Caso de estudio año 2009

En el año 2009, se identificaron 75 zonas de afectación, de las cuales el 37.3% del total son inundaciones urbanas, el 30.7% del total son encharcamientos, el 28% del total son inundaciones rurales. Con una mínima representación del 2.7% y 1.3 son deslizamientos y granizadas, estos resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2.2. Tipo de afectaciones que se presentaron en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México en el año 2009

Tipo de afectación	Frecuencia	Porcentaje
Inundación urbana	28	37.3
Encharcamiento	23	30.7
Inundación rural	21	28
Deslizamiento	2	2.7
Granizada	1	1.3
Total	75	100

Fuente: elaboración propia a partir del Atlas de inundación número 17 CAEM,2010

Las zonas de afectación, que se encuentran en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México durante este periodo, se observan en el siguiente mapa 2.1.

Mapa 2.1. Zonas afectadas de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2009



Fuente: elaboración propia a partir del Atlas de inundación número 16 CAEM, 2009

Las zonas de afectación durante este periodo se concentran en tan sólo 17 municipios en toda la cuenca. El municipio donde se presentó la mayoría de las afectaciones fue Toluca, con 34.7% del total. Posteriormente, en segundo grado de importancia y con una concentración de 17.3%, esta Metepec. A su vez, con 13.3% del total, se encuentra en el municipio de Ixtlahuaca y con una representación del 9.3% el municipio de Lerma. Estos cuatro municipios representan 74.7% del total de las zonas de afectación. El resto de los 13 municipios sólo tiene una representación porcentual del 25.3%, como se observa en la tabla 2.2.1.

Tabla 2.2.1. Zonas de afectación por municipio en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México en el año 2009

Municipio	Frecuencia	Porcentaje
Toluca	26	34.7
Metepec	13	17.3
Ixtlahuaca	10	13.3
Lerma	7	9.3
Zinacantepec	4	5.3
Tenango del valle	3	4
Ocoyacac	2	2.7
Atzacmulco	1	1.3
Jiquipilco	1	1.3
Mexicalzingo	1	1.3
Otzolotepec	1	1.3
San Antonio la Isla	1	1.3
San Mateo Atenco	1	1.3
Temoaya	1	1.3
Texcalyacac	1	1.3
Tianguistenco	1	1.3
Villa victoria	1	1.3
Total	75	100

Fuente: elaboración propia a partir del Atlas de inundación número 16 CAEM,2009

Las afectaciones que originaron son las siguientes:

- 13 mil 398 habitantes quedaron vulnerables
- 1 mil 526 viviendas afectadas
- 1 mil 715 comercios afectados

Afectaciones a establecimientos comerciales

El principal grupo de comercio con mayor afectación, con una representación de 100% del total de establecimientos afectados, es el *Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco* con el total de 1 mil 715 comercios.

El municipio con mayor presencia de establecimientos comercial afectados es el municipio de Toluca, ya que cuenta con una representación porcentual de 36.1% del total. El segundo municipio es Metepec con 20.6% del total de establecimientos, posteriormente está San Mateo Atenco con 17.6% del total. A su vez el cuarto municipio con una alta concentración de establecimientos afectados es Zinacantepec, con una representación porcentual del 10.7% de los mismos.

Entre estos cuatro municipios representan 85% del total de establecimientos comerciales afectados. El resto de los municipios sólo representan el 15%, estos resultados se observan en la tabla 2.2.2.

Tabla 2.2.2. Establecimientos comerciales afectados por municipio en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México en el año 2009

Municipio	Frecuencia	Porcentaje
Toluca	619	36.1
Metepec	354	20.6
San Mateo Atenco	301	17.6
Zinacantepec	184	10.7
Lerma	145	8.5
Ixtlahuaca	35	2
Ocoyoacac	30	1.7
Tenango del Valle	19	1.1
Tianguistenco	15	0.9
San Antonio la Isla	8	0.5
Mexicaltzingo	3	0.2
Otzolotepec	1	0.1
Texcalyacac	1	0.1
Total	1715	100

Fuente: elaboración propia a partir del DENUE, 2011

Se identificaron los grados de marginación que poseen los establecimientos comerciales en relación al AGEB, se obtuvieron los siguientes resultados. El grado de marginación predominante en los establecimientos afectados fue el *Alto*, con una representación porcentual del 35.2% del total.

A su vez se observó que 19.7% (338 establecimientos comerciales) del total de establecimientos afectados *no cuentan con dato de grado de marginación*, por lo cual no es posible realizar la cuantificación de las afectaciones que sufrieron estos durante este periodo de análisis. Por tanto, esta cantidad de establecimientos se eliminaron para realizar la cuantificación de sus afectaciones y, sólo se tomaron para realizar este proceso el 80.3% (1 mil 377 establecimientos comerciales).

Esta misma cantidad de establecimientos afectados, se observa que poseen un grado de marginación *Medio*. En tercer lugar de esta el grado de marginación *muy alto* con 10.2% del total de establecimientos afectados. En la tabla 2.2.3 se presentan los resultados anteriormente descritos.

Tabla 2.2.3. Grado de marginación de los establecimientos comerciales afectados en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México en el año 2009

Grado de marginación	Frecuencia	Porcentaje
Alto	603	35.2
Sin grado de marginación	338	19.7
Medio	337	19.7
Muy alto	175	10.2
Bajo	156	9.1
Muy bajo	106	6.2
Total	1715	100

Fuente: elaboración propia a partir del DENU,2011y CONAPO,2010

Otro punto a resaltar es que, para la cuantificación de daños en los establecimientos comerciales, sólo se tomó el tirante interior registrado durante el periodo de inundación. Se observó que 26.3% (362 establecimientos comerciales) del total cuentan con grado de marginación y, poseen un tirante de la lámina de agua igual a cero. Por tanto, esta cantidad de establecimientos se sumaron a los que no se les hará la estimación de daños provocados por una inundación, con lo cual sólo se estimara las afectaciones de 1 mil 15 establecimientos comerciales.

En la tabla 2.2.4 se presenta, el costo total de las afectaciones por grado de marginación, en los establecimientos comerciales afectados en la cuenca alta del río Lerma durante el año 2009. El total del estimado de las afectaciones económicas asciende a \$ 33 millones 296 mil 241 pesos.

Tabla 2.2.4. Resultado de la cuantificación las afectaciones a establecimientos comerciales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2009

Altura del tirante interno de la lámina de agua en cm	Grado de marginación urbana										Costo total	
	Alto		Bajo		Medio		Muy alto		Muy bajo			
	Unidades económicas	Costo (pesos)	Unidades económicas	Costo (pesos)	Unidades económicas	Costo (pesos)	Unidades económicas	Costo (pesos)	Unidades económicas	Costo (pesos)		
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	81,741	
10	10	81,536	13	177,017	6	65,311	0	0	0	23	376,010	
15	11	134,535	0	0	1	16,328	0	0	0	0	0	
20	0	0	109	2,968,439	45	979,664	84	910,903	58	1,896,400		
30	130	3,179,915	0	0	4	130,622	0	0	9	441,404		
40	105	3,668,252	0	0	38	1,742,751	46	1,104,432	5	338,572		
50	270	12,260,886	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
70	0	0	0	0	0	0	3	141,718	0	0	0	
100	3	244,609	0	0	9	979,664	10	542,204	0	0	0	
150	0	0	0	0	0	0	13	833,327	0	0	0	
Total	529	19,569,734	122	3,145,456	103	3,914,340	156	3,532,584	105	3,134,128	33,296,241	

Fuente: elaboración propia.

Afectaciones a zonas habitacionales

En relación a la cuantificación de los daños ocasionados por inundación en zonas habitacionales durante el año 2009, se identificaron 2 mil 513 viviendas afectadas, dejando a 13 mil 16 habitantes vulnerables. Estos datos fueron obtenidos mediante el análisis del Atlas de inundación N° 16 del Estado de México, por lo cual sólo se estimó las afectaciones a 37 zonas de inundación, las cuales cumplían con los criterios necesarios para realizar la estimación de daños a zonas habitacionales. Este criterio es contar con un tirante interior de la lámina de agua mayor a 5 cm, contar con viviendas afectadas y población vulnerable.

Una de las herramientas con las cuales se estimaron las afectaciones fue mediante la implementación del Sistema de Cálculo de Costos por Inundación, el cual fue proporcionado por el Centro Interamericano de Recursos Del Agua.

El costo máximo estimado durante este proceso de inundación fue de \$ 80 millones 530 mil 268 pesos. Posteriormente el costo mínimo fue de \$ 60 millones 381 mil 574 pesos. A su vez el costo más probable fue de \$ 68 millones 802 mil 212 pesos. Esta cuantificación de daños se sumó a la estimación de daños a establecimientos comerciales.

Los resultados que se obtuvieron se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.2.5. Resultado de la cuantificación las afectaciones a zonas habitacionales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2009

Numero de sitio de inundación	Tipo de inundación	Municipio	Población vulnerable	Área en hectáreas	Viviendas afectadas	Grado de marginación	Tirante interior de la lámina de inundación en metros	Costo máximo en SM por vivienda	Costo mínimo SM por vivienda	Costo más probable SM por vivienda	Costo máximo total	Costo mínimo total	Costo más probable total
IXH-01	Inundación rural	Ixtlahuaca	1,990	589.5	198	Muy alto	1.5	769	440	488	8,993,884	5,144,359	5,708,078
IXH-02	Inundación rural	Ixtlahuaca	710	562.2	142	Muy alto	1.0	668	382	424	5,607,784	3,208,511	3,559,857
IXH-03	Inundación rural	Ixtlahuaca	375	277.8	75	Muy alto	1.5	769	440	488	3,406,774	1,948,621	2,162,151
IXH-04	Inundación rural	Ixtlahuaca	400	120.9	80	Muy alto	0.5	497	284	316	2,348,076	1,344,519	1,491,463
IXH-05	Inundación rural	Ixtlahuaca	50	25.1	15	Muy alto	0.7	580	332	368	514,102	294,245	326,441
IXH-06	Inundación rural	Ixtlahuaca	250	56.0	50	Muy alto	1.0	668	382	424	1,974,572	1,129,757	1,253,471
LER-03	Inundación rural	Lerma	385	136.2	77	Alto	0.3	453	363	440	2,060,769	1,651,345	2,001,630
LER-12	Inundación rural	Lerma	120	42.6	24	Alto	0.4	506	404	491	717,468	572,840	696,199
MEX-02	Inundación rural	Mexicaltzingo	25	7.6	25	Alto	0.1	135	112	132	199,395	165,424	194,964
OTZ-04	Inundación rural	Otzolotepec	8	205.0	8	Muy alto	0.2	199	114	127	94,055	53,881	60,025
SAI-02	Inundación rural	San Antonio la Isla	300	26.9	60	Alto	0.1	135	112	132	478,548	397,018	467,914
TIA-10	Inundación rural	Tianguisienco	15	110.9	3	Muy alto	1.0	668	382	424	118,396	67,706	75,150
TMY-02	Inundación rural	Temoaya	125	63.7	25	Muy bajo una planta	0.1	548	535	537	809,396	790,195	793,149
IXH-09	Inundación urbana	Ixtlahuaca	80	6.3	16	Muy alto	0.2	270	155	172	255,122	146,462	162,380
JIQ-04	Inundación urbana	Jiquipilco	15	16.3	3	Medio una planta	0.1	342	292	335	60,616	51,754	59,375
LER-01	Inundación urbana	Lerma	1,685	28.9	337	Bajo una planta	0.2	1067	950	1050	21,243,927	18,914,462	20,905,458
LER-13	Inundación urbana	Lerma	15	7.9	15	Medio una planta	0.1	342	292	335	303,080	258,770	296,877
MET-03	Inundación urbana	Meteppec	320	14.7	60	Muy bajo dos plantas	0.1	17	57	23	60,262	202,054	81,530
MET-04	Inundación urbana	Meteppec	280	11.6	50	Muy bajo dos plantas	0.1	17	57	23	50,218	168,378	67,942
MET-05	Inundación urbana	Meteppec	133	18.1	25	Muy bajo dos plantas	0.1	17	57	23	25,109	84,189	33,971
MET-06	Inundación urbana	Meteppec	250	44.1	50	Muy bajo dos plantas	0.1	17	57	23	50,218	168,378	67,942
MET-16	Inundación urbana	Meteppec	260	22.3	50	Muy bajo dos plantas	0.1	17	57	23	50,218	168,378	67,942
SMA-01	Inundación urbana	San Mateo Atenco	125	119.7	200	Alto	0.5	601	479	583	7,101,416	5,659,864	6,888,728
TOL-01	Inundación urbana	Toluca	300	64.1	50	Muy bajo dos plantas	0.2	870	709	847	2,569,980	2,094,386	2,502,038
TOL-05	Inundación urbana	Toluca	150	24.6	50	Bajo dos plantas	0.1	99	38	47	292,446	112,252	138,838
TOL-07	Inundación urbana	Toluca	200	14.9	60	Alto	0.4	536	428	521	1,900,013	1,517,174	1,846,841
TOL-08	Inundación urbana	Toluca	200	2.3	15	Alto	0.2	252	204	245	223,322	180,785	217,119
TOL-12	Inundación urbana	Toluca	500	98.6	100	Muy alto	0.4	442	253	281	2,611,336	1,494,724	1,660,148
TOL-25	Inundación urbana	Toluca	270	5.6	50	Medio dos plantas	0.3	684	478	654	2,020,536	1,412,012	1,931,916
TOL-27	Inundación urbana	Toluca	475	43.1	95	Muy alto	0.4	442	253	281	2,480,769	1,419,988	1,577,141
TOL-28	Inundación urbana	Toluca	50	15.2	10	Medio dos plantas	0.4	842	594	806	497,454	350,935	476,185
TOL-31	Inundación urbana	Toluca	180	26.3	40	Muy bajo dos plantas	0.2	870	709	847	2,055,984	1,675,509	2,001,630
TOL-32	Inundación urbana	Toluca	625	3.9	25	Bajo dos plantas	0.1	99	38	47	146,223	56,126	69,419
TOL-33	Inundación urbana	Toluca	1,500	46.7	300	Alto	0.3	453	363	440	8,028,972	6,433,812	7,798,560
TOL-34	Inundación urbana	Toluca	50	8.2	10	Muy alto	0.2	461	313	439	272,359	184,920	259,361
TOL-35	Inundación urbana	Toluca	150	17.9	30	Muy alto	0.2	461	313	439	817,076	554,761	778,084
TOL-36	Inundación urbana	Toluca	450	3.7	90	Muy bajo dos plantas	0.1	17	57	23	90,392	303,080	122,296
Total			13,016		2,513						80,530,268	60,381,574	68,802,212

Fuente: elaboración propia.

Afectaciones a zonas agrícolas

En relación a los daños que se presentaron en zonas agrícolas durante este periodo, sólo se identificaron 4 zonas de cultivo afectadas por el proceso de inundación en toda la cuenca. Las estimaciones de las afectaciones provocadas se estimaron sólo a un tipo de cultivo, el cuál es grano de temporada. La estimación de las afectaciones se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2.2.6. Resultado de la cuantificación las afectaciones a zonas agrícolas en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2009

Numero de sifo de inundación	Tipo de inundación	Municipio	Área en hectáreas	Tipo de cultivo	Tirante interior de la lámina de inundación en metros	Duración de la inundación en número de días	Costo más probable SM por hectárea	Costo más probable total
IXH-10	Inundación rural	Ixtlahuaca	1	Grano de temporada	0.5	5	128	6,391
IXH-11	Inundación rural	Ixtlahuaca	6	Grano de temporada	1	10	209	73,328
LER-04	Inundación rural	Lerma	508	Grano de temporada	0.2	2	20	604,065
MET-01	Inundación rural	Metepac	16	Grano de temporada	0.2	2	20	18,580
		Total	531					702,364

Fuente: elaboración propia.

La estimación de las afectaciones a zonas agrícolas fue de \$ 702 mil 364 pesos durante este periodo. Una vez estimados los daños provocados por una inundación en establecimientos comerciales, zonas habitacionales y agrícolas, se sumaron las tres para tener una cuantificación total de daños provocados por este proceso.

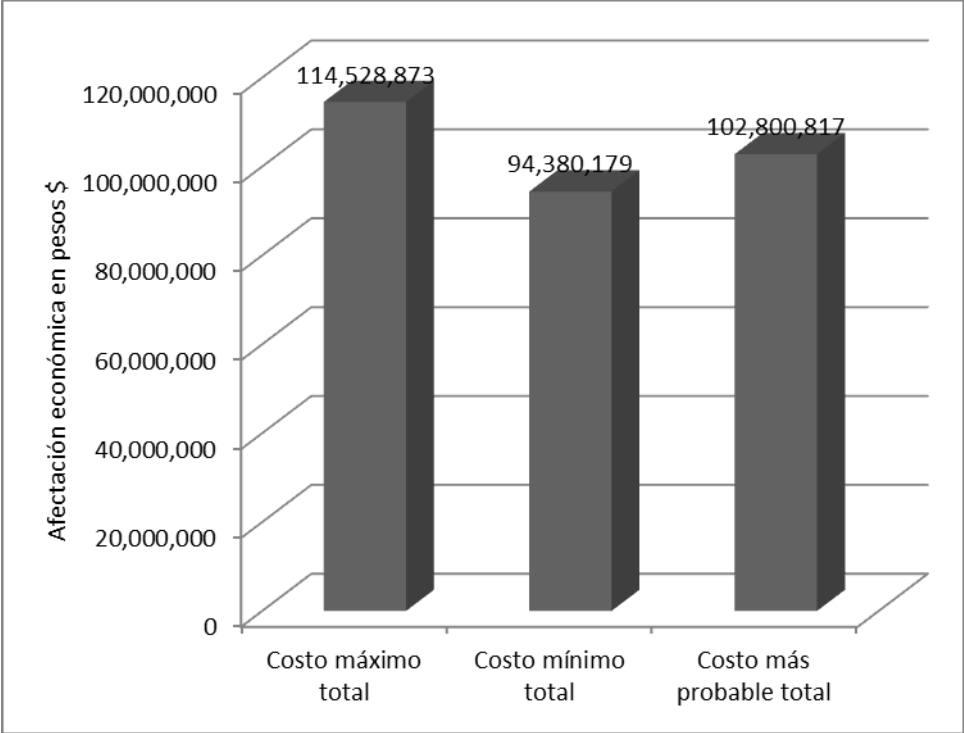
Cuantificación de daños totales

Para la estimación de afectaciones provocadas por el proceso de inundación en la cuenca alta del río Lerma, durante el año 2009, se utilizaron los tres tipos de afectaciones. Los cuales son daño máximo, mínimo y más probable. Cabe mencionar que las estimaciones en las afectaciones a establecimientos

comerciales y zonas agrícolas los valores son los mismos, ya que es una estimación fija y sólo en las afectaciones a zonas habitacionales cambian estos valores.

Los resultados que se obtuvieron al sumar estos tres tipos de afectaciones son, que el costo máximo total asciende a \$114 millones 528 mil 873 pesos, el costo mínimo total es de \$94 millones 380 mil 179 pesos y el costo más probable fue de \$102 millones 800 mil 817 pesos, como se muestran en el gráfico.

Gráfico 3. Costo total máximo, mínimo y más probable de afectaciones económicas en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2009



Fuente: elaboración propia

Estos resultados se muestran en la tabla: 2.2.7.

Tabla 2.2.7. Resultado de la cuantificación las afectaciones totales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2009

Sector afectado/estimacion de afectacion	Costo máximo total	Porcentaje	Costo mínimo total	Porcentaje	Costo más probable total	Porcentaje
Establecimientos comerciales	33,296,241	29.1	33,296,241	35.3	33,296,241	32.4
Zonas habitacionales	80,530,268	70.3	60,381,574	64.0	68,802,212	66.9
Zonas agrícolas	702,364	0.6	702,364	0.7	702,364	0.7
Total	114,528,873	100.0	94,380,179	100.0	102,800,817	100.0

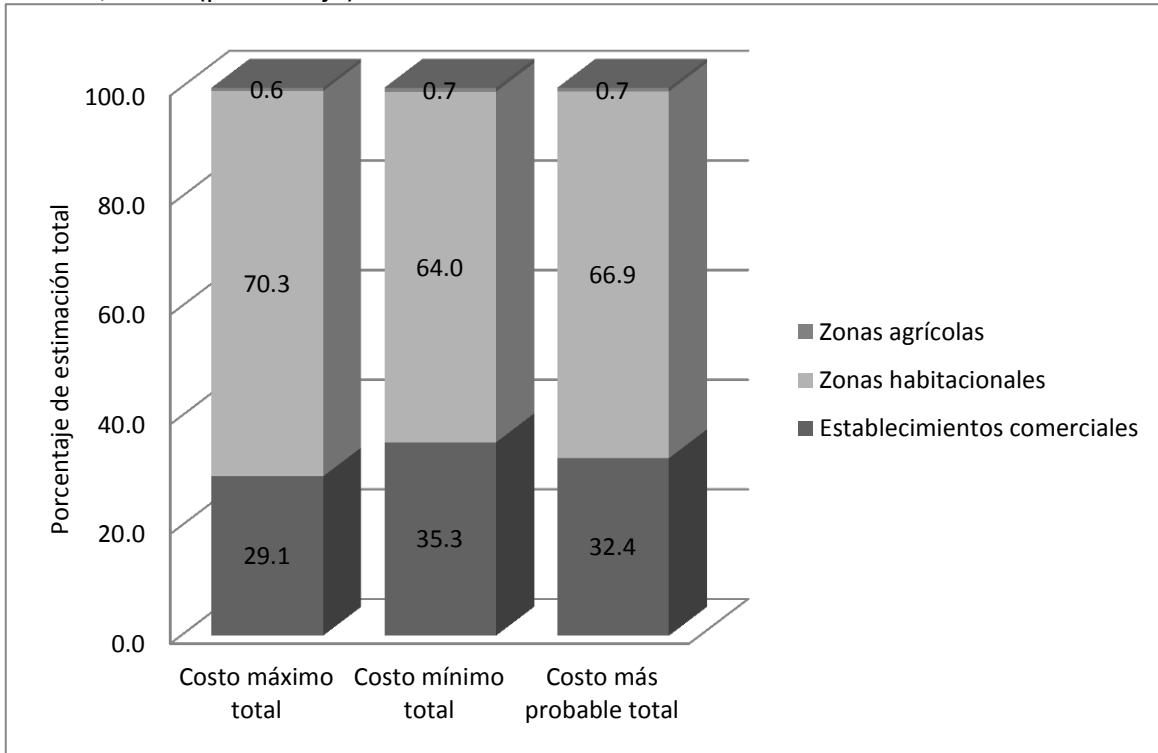
Fuente:elaboración propia

Con relación a la estimación de costos máximos totales durante este periodo, el sector con mayor afectación fue el de zonas habitacionales, con una estimación de 70.3% del daño total. El segundo sector con mayor afectación ha sido a establecimientos comerciales, con una representación de 29.1% de los daños totales; y con una mínima representación de daños fueron las zonas agrícolas, con tan sólo el 0.6% de los mismos.

A su vez en relación a la estimación de daños mínimos totales, el patrón de comportamiento es similar, ya que las zonas habitacionales siguen siendo el sector con mayor afectación, con una representación de 64% del daño total. El segundo sector con mayor afectación sigue siendo los establecimientos comerciales con una representación de 35.3% de los daños, y con una mínima representación las zonas agrícolas con tan sólo el 0.7% de los daños totales.

En relación a la estimación de daños más probables totales, el sector con mayor afectación es el de las zonas habitacionales, con una representación de 66.9% del daño total. El segundo sigue siendo los establecimientos comerciales, con una representación del 32.4% de los daños, y con una mínima representación las zonas agrícolas, con tan sólo el 0.7% de los daños totales. Estos resultados se muestran en la gráfica 3.1.

Gráfico 3.1. Afectaciones económicas por sector en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2009. (porcentaje)



Fuente: elaboración propia

Caso de estudio año 2010

Durante el año 2010, se identificaron 85 zonas de afectación, de las cuales el 44.7% del total son inundaciones urbanas, 37.6% del total son inundaciones rurales, así como el 15.3% del total son encharcamientos, y con una mínima representación del 2.4% son granizadas. Estos resultados se muestran en la tabla 2.3.

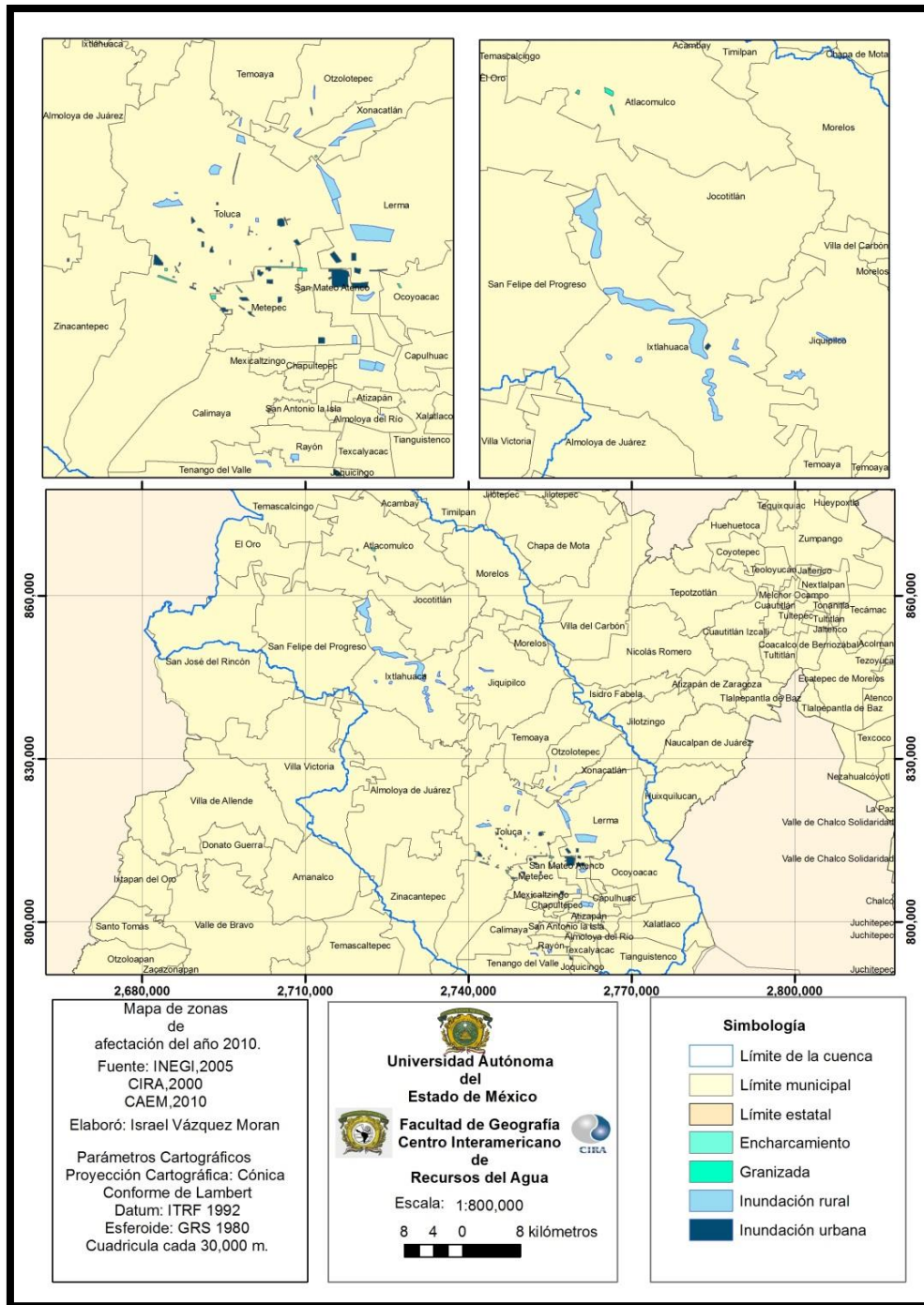
Tabla 2.3. Tipo de afectaciones que se presentaron en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010

Tipo de afectación	Frecuencia	Porcentaje
Inundación Urbana	38	44.7
Inundación Rural	32	37.6
Encharcamiento	13	15.3
Granizada	2	2.4
Total	85	100

Fuente: elaboración propia a partir del Atlas de inundación número 17 CAEM,2010

Las zonas de afectación, durante este periodo se observan en el siguiente mapa 2.2.

Mapa 2.2. Zonas afectadas de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010



Fuente: elaboración propia a partir del Atlas de inundación número 17 CAEM, 2010

Las zonas de afectación durante este periodo se concentran en tan sólo 16 municipios en toda la cuenca, un municipio menos que el periodo anterior. El municipio donde se presentó la mayoría de las afectaciones fue Toluca, 36.5% del total. Posteriormente en segundo grado de importancia, con una concentración de 15.3% está el municipio de Metepec. A su vez con 11.8% del total se encuentran el municipio de Ixtlahuaca y con una representación de 8.2% está el municipio de Lerma. Estos cuatro municipios representan 71.8% del total de las zonas de afectación. El resto de los 12 municipios sólo tiene una representación porcentual del 28.2%. Se observa que la concentración de las zonas de afectación conserva el mismo patrón de comportamiento que el periodo anterior. Estos resultados se observa en la tabla 2.3.1.

Tabla 2.3.1. Zonas de afectación por municipio en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010

Municipio	Frecuencia	Porcentaje
Toluca	31	36.5
Metepec	13	15.3
Ixtlahuaca	10	11.8
Lerma	7	8.2
Otzolotepec	5	5.9
Atacomulco	3	3.5
Tianguistenco	3	3.5
Xonacatlan	3	3.5
Jiquipilco	2	2.4
Tenango del Valle	2	2.4
Almoleya de Juárez	1	1.2
Almoleya del Río	1	1.2
Ocoyoacac	1	1.2
San José del Rincón	1	1.2
San Mateo Atenco	1	1.2
Santa María Rayón	1	1.2
Total	85	100

Fuente: elaboración propia a partir del Atlas de inundación número 17 CAEM,2010

Las afectaciones que se originaron durante este año son las siguientes:

- 36 mil 760 habitantes quedaron vulnerables
- 7 mil 80 viviendas afectadas
- 2 mil 354 comercios afectados

Afectaciones a establecimientos comerciales

El principal grupo de comercio con mayor afectación, con una representación de 100% del total de establecimientos, es el *Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco*, con el total de 2 mil 354 establecimientos.

El municipio con mayor presencia de establecimientos comerciales afectados es Toluca, ya que cuenta con una representación porcentual de 22% del total. El segundo municipio es Atlacomulco, con 19.6% del total de establecimientos. Posteriormente está San Mateo Atenco, con 18.6% del total. A su vez el cuarto municipio con una alta concentración de establecimientos afectados es Metepec, con una representación porcentual del 14.4%.

Entre estos cuatro municipios representan 74.6% del total de establecimientos comerciales afectados. El resto de los municipios sólo representan el 25.4%. Estos resultados se observan en la tabla 2.3.2.

Tabla 2.3.2. Establecimientos comerciales afectados por municipio en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010

Municipio	Frecuencia	Porcentaje
Toluca	517	22
Atlacomulco	462	19.6
San Mateo Atenco	439	18.6
Metepec	339	14.4
Lerma	293	12.4
Otzolotepec	136	5.8
Ixtlahuaca	44	1.9
Xonacatlan	40	1.7
Tianguistenco	38	1.6
Almoloya de Juárez	19	0.8
Tenango del valle	19	0.8
San José del Rincón	6	0.3
Almoloya del Río	2	0.1
Total	2354	100

Fuente: elaboración propia a partir del DENU, 2011

Se identificaron los grados de marginación que poseen los establecimientos comerciales, en relación a la ubicación del AGEB al cual corresponden. El grado de marginación predominante en los establecimientos afectados fue el *Alto*, con una representación porcentual del 29.2% del total.

A su vez se observó que el 13.3% (314 establecimientos comerciales) del total *no cuenta con dato de grado de marginación* por lo cual se excluyeron para el análisis. Por tanto, sólo se tomaron para realizar este procesos 86.7% de establecimientos (2 mil 40).

A su vez se observa que el segundo grado de marginación predominante en los establecimientos comerciales afectados son los que poseen un grado de marginación *Bajo*, con una representación porcentual del 28.3% del total. En tercer lugar está el grado de marginación *Medio* con 22.1% del total de establecimientos afectados.

En la tabla 2.3.3 se presentan los resultados del grado de marginación que poseen los establecimientos afectados.

Tabla 2.3.3 Grado de marginación de los establecimientos comerciales afectados en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010

Grado de marginación	Frecuencia	Porcentaje
Alto	687	29.2
Bajo	667	28.3
Medio	520	22.1
Sin grado de marginación	314	13.3
Muy alto	117	5
Muy bajo	49	2.1
Total	2354	100

Fuente: elaboración propia a partir del DENU,2011y CONAPO,2010

En relación al tirante interior de la lámina de inundación, se observó que el 9.5% (193 establecimientos comerciales) del total, poseen un tirante de la lámina de agua igual a cero. Por tanto, esta cantidad de establecimientos se sumaron a los que no se les hará la estimación de daños provocados por una inundación, con lo cual sólo se estimarán las afectaciones a sólo 1 mil 847 establecimientos comerciales.

En la siguiente tabla se presenta el costo total de las afectaciones por grado de marginación, en los establecimientos comerciales afectados en la cuenca alta del río Lerma durante el año 2010. El total del estimado de las afectaciones económicas asciende a la cantidad monetaria de \$ 37 millones 764 mil 146 pesos.

Tabla 2.3.4. Resultado de la cuantificación las afectaciones a establecimientos comerciales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010

Altura del tirante interno de la lámina de agua en cm	Grado de marginación urbana										Costo total
	Alto		Bajo		Medio		Muy alto		Muy bajo		
Unidades económicas	Costo (pesos)	Unidades económicas	Costo (pesos)	Unidades económicas	Costo (pesos)	Unidades económicas	Costo (pesos)	Unidades económicas	Costo (pesos)	Unidades económicas	Costo (pesos)
10	37	301,684	529	7,203,230	242	2,634,209	49	265,680	1	16,348	
15	0	0	8	163,400	16	261,244	0	0	0	0	
20	6	97,844	68	1,851,870	48	1,044,975	14	151,817	9	294,269	
22	55	986,589	0	0	0	0	0	0	0	0	
25	0	0	0	0	31	843,600	0	0	0	0	
26	1	21,199	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	515	12,597,355	18	735,301	67	2,187,917	0	0	29	1,422,300	
40	1	34,936	0	0	15	687,928	13	312,122	0	0	
50	40	1,816,428	0	0	0	0	0	0	0	0	
70	0	0	0	0	0	0	24	1,133,748	0	0	
130	0	0	0	0	0	0	2	121,234	0	0	
150	0	0	0	0	0	0	9	576,918	0	0	
Total	655	15,856,035	623	9,953,801	419	7,659,873	111	2,561,519	39	1,732,918	37,764,146

Fuente: elaboración propia.

Afectaciones a zonas habitacionales

En relación a la cuantificación de daños ocasionados por inundación en zonas habitacionales durante el año 2010, se identificaron 5 mil 636 viviendas resultaron afectadas, dejando 25 mil 20 habitantes vulnerables. Estos datos fueron obtenidos mediante el análisis del Atlas de inundación N° 17 del Estado de México, por lo cual sólo se estimó las afectaciones a 49 zonas de inundación, las cuales cumplían con los criterios necesarios para realizar la estimación de daños a zonas habitacionales.

El costo máximo estimado durante este proceso de inundación fue de \$ 132 millones 788 mil 976 pesos. Posteriormente el costo mínimo estimado fue de 95 millones 695 mil 303 pesos. A su vez el costo más probable estimado fue 114 millones 177 mil 417 pesos. Esta cuantificación de daños se sumó a la estimación de daños a establecimientos comerciales.

Los resultados que se obtuvieron se muestran en la tabla: 2.3.5.

Tabla 2.3.5. Resultado de la cuantificación las afectaciones a zonas habitacionales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010

Numero de sitio de inundación	Tipo de inundación	Municipio	Población vulnerable	Área en hectáreas	Viviendas afectadas	Grado de marginación	Tirante interior de la lámina de inundación en metros	Costo máximo en SM por vivienda	Costo mínimo SM por vivienda	Costo más probable SM por vivienda	Costo máximo total	Costo mínimo total	Costo más probable total
ALR-02	Inundación Rural	Almoleya del Río	89	0.03	86	Alto	0.10	135.00	112.00	132.00	685,919	569,059	670,676
IXH-01	Inundación Rural	Ixtlahuaca	216	4.81	48	Muy alto	1.50	769.00	440.00	488.00	2,180,761	1,247,770	1,383,890
IXH-02	Inundación Rural	Ixtlahuaca	639	6.53	142	Muy alto	0.70	580.00	332.00	368.00	4,865,829	2,785,268	3,087,284
IXH-03	Inundación Rural	Ixtlahuaca	693	3.98	154	Muy alto	1.30	733.00	420.00	466.00	6,669,069	3,821,294	4,239,817
IXH-04	Inundación Rural	Ixtlahuaca	360	1.44	80	Muy alto	0.20	270.00	155.00	172.00	1,276,128	732,592	812,941
IXH-05	Inundación Rural	Ixtlahuaca	50	0.29	15	Muy alto	0.40	442.00	253.00	281.00	391,700	224,209	249,022
IXH-06	Inundación Rural	Ixtlahuaca	250	0.59	50	Muy alto	0.70	580.00	332.00	368.00	1,713,320	980,728	1,087,072
JIQ-01	Inundación Rural	Jiquipilco	1,157	0.65	257	Muy alto	0.50	497.00	284.00	316.00	7,546,229	4,312,131	4,798,005
LER-12	Inundación Rural	Lerma	500	0.60	98	Alto	0.30	453.00	363.00	440.00	2,622,798	2,101,712	2,547,530
OTZ-03	Inundación Rural	Otzolotepec	60	0.14	14	Alto	0.10	135.00	112.00	132.00	111,661	92,637	109,180
OTZ-04	Inundación Rural	Otzolotepec	30	0.43	7	Muy alto	0.10	98.00	57.00	63.00	40,529	23,573	26,054
OTZ-05	Inundación Rural	Otzolotepec	50	0.12	10	Alto	0.10	135.00	112.00	132.00	79,758	66,170	77,986
TIA-09	Inundación Rural	Tiangustenco	68	0.55	15	Muy alto	0.30	453.00	363.00	440.00	401,449	321,691	389,928
TIA-10	Inundación Rural	Tiangustenco	50	1.11	10	Muy alto	0.30	370.00	212.00	235.00	218,596	125,250	138,838
TOL-06	Inundación Rural	Toluca	100	0.06	30	Bajo dos plantas	0.20	561.00	451.00	467.00	994,316	799,352	827,711
TOL-12	Inundación Rural	Toluca	1,500	2.18	333	Muy alto	0.40	442.00	253.00	281.00	8,695,749	4,977,431	5,528,293
TOL-39	Inundación Rural	Toluca	120	0.53	30	Alto	0.30	453.00	363.00	440.00	802,897	643,381	779,856
TOL-40	Inundación Rural	Toluca	300	0.08	60	Alto	0.10	135.00	112.00	132.00	478,548	397,018	467,914
TOL-43	Inundación Rural	Toluca	150	0.72	50	Muy alto	0.10	98.00	57.00	63.00	289,492	168,378	186,102
XON-03	Inundación Rural	Xonacatlan	1,395	1.48	310	Medio dos plantas	0.50	965.00	685.00	924.00	17,673,782	12,545,638	16,922,875
ALJ-05	Inundación Urbana	Almoleya de Juárez	32	0.05	2	Medio dos plantas	0.30	684.00	478.00	654.00	80,821	56,480	77,277
IXH-09	Inundación Urbana	Ixtlahuaca	675	0.18	150	Muy alto	0.70	580.00	332.00	368.00	5,139,960	2,942,184	3,261,216
LER-01	Inundación Urbana	Lerma	800	0.27	130	Bajo dos plantas	0.15	369.00	280.00	293.00	2,834,068	2,150,512	2,250,357
LER-02	Inundación Urbana	Lerma	3,000	0.50	600	Alto	0.26	411.00	330.00	400.00	14,569,128	11,697,840	14,179,200
LER-03	Inundación Urbana	Lerma	160	0.73	30	Alto	0.22	363.00	292.00	353.00	643,381	517,541	625,657
LER-07	Inundación Urbana	Lerma	40	0.24	7	Medio dos plantas	0.25	605.00	420.00	578.00	250,204	173,695	239,038
LER-13	Inundación Urbana	Lerma	15	0.19	3	Medio dos plantas	0.10	80.00	33.00	73.00	14,179	5,849	12,939
MET-03	Inundación Urbana	Metepiec	550	0.15	119	Muy bajo dos plantas	0.10	17.00	57.00	23.00	119,519	400,740	161,702
MET-09	Inundación Urbana	Metepiec	200	0.10	45	Bajo dos plantas	0.10	99.00	38.00	47.00	263,201	101,027	124,954
MET-17	Inundación Urbana	Metepiec	200	0.20	20	Medio dos plantas	0.10	80.00	33.00	73.00	94,528	38,993	86,257
OTZ-02	Inundación Urbana	Otzolotepec	45	0.07	10	Medio dos plantas	0.10	80.00	33.00	73.00	47,264	19,496	43,128
SMA-01	Inundación Urbana	San Mateo Atenco	6,000	2.53	1,334	Alto	0.30	135.00	112.00	132.00	10,639,717	8,827,025	10,403,279
TEV-05	Inundación Urbana	Tenango del Valle	300	0.26	100	Medio dos plantas	0.10	80.00	33.00	73.00	472,640	194,964	431,284
TOL-01	Inundación Urbana	Toluca	300	0.55	50	Medio una planta	0.20	335.00	270.00	326.00	989,590	797,580	963,004
TOL-03	Inundación Urbana	Toluca	700	0.11	100	Muy bajo dos plantas	0.20	870.00	709.00	847.00	5,139,960	4,188,772	5,004,076
TOL-04	Inundación Urbana	Toluca	113	0.05	25	Medio una planta	0.15	252.00	204.00	245.00	372,204	301,308	361,865
TOL-05	Inundación Urbana	Toluca	180	0.09	50	Muy bajo dos plantas	0.30	1369.00	1090.00	1328.00	4,044,026	3,219,860	3,922,912
TOL-07	Inundación Urbana	Toluca	200	0.17	60	Medio dos plantas	0.40	842.00	594.00	806.00	2,984,722	2,105,611	2,857,109
TOL-08	Inundación Urbana	Toluca	100	0.12	30	Medio una planta	0.10	135.00	112.00	132.00	239,274	198,509	233,957
TOL-17	Inundación Urbana	Toluca	500	0.02	105	Muy bajo dos plantas	0.20	870.00	709.00	847.00	5,396,958	4,398,211	5,254,280
TOL-25	Inundación Urbana	Toluca	225	0.11	50	Medio dos plantas	0.20	461.00	313.00	439.00	1,361,794	924,602	1,296,806
TOL-27	Inundación Urbana	Toluca	100	0.04	22	Muy alto	0.10	98.00	57.00	63.00	127,376	74,086	81,885
TOL-28	Inundación Urbana	Toluca	68	0.12	68	Medio dos plantas	0.30	684.00	478.00	654.00	2,747,929	1,920,336	2,627,406
TOL-31	Inundación Urbana	Toluca	270	0.04	40	Muy bajo una planta	0.20	1602.00	1374.00	1407.00	3,785,846	3,247,037	3,325,022
TOL-33	Inundación Urbana	Toluca	1,300	0.49	400	Alto	0.30	453.00	363.00	440.00	10,705,296	8,578,416	10,398,080
TOL-35	Inundación Urbana	Toluca	300	0.21	67	Muy alto	0.20	270.00	155.00	172.00	1,068,757	613,546	680,838
TOL-36	Inundación Urbana	Toluca	270	0.03	90	Muy bajo dos plantas	0.10	17.00	57.00	23.00	90,392	303,080	122,296
TOL-37	Inundación Urbana	Toluca	500	0.08	100	Alto	0.10	135.00	112.00	132.00	797,580	661,696	779,856
TOL-38	Inundación Urbana	Toluca	100	0.00	30	Muy bajo dos plantas	0.10	17.00	57.00	23.00	30,131	101,027	40,765
Total			25,020		5,636						132,788,976	95,695,303	114,177,417

Fuente: elaboración propia.

Afectaciones a zonas agrícolas

En relación a los daños que se presentaron en zonas agrícolas durante este periodo, sólo se identificaron 7 zonas de inundación en cultivos de las cuales sólo 5 resultaron afectadas por el proceso en toda la cuenca. Las estimaciones de las afectaciones provocadas se estimaron sólo a un tipo de cultivo, el cuál es grano de temporada. La estimación de las afectaciones se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2.3.6. Resultado de la cuantificación las afectaciones a zonas agrícolas en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010

Numero de sitio de inundación	Tipo de inundación	Municipio	Área en hectáreas	Tipo de cultivo	Tirante interior de la lámina de inundación en metros	Duración de la inundación en número de días	Costo más probable SM por hectárea	Costo más probable total
IXH-10	Inundación Rural	Ixtlahuaca	19	Grano de temporada	1.00	10	209	235,746
IXH-11	Inundacion Rural	Ixtlahuaca	22	Grano de temporada	1.00	10	209	265,368
JIQ-02	Inundacion Rural	Jiquipilco	81	Grano de temporada	0.50	5	128	608,376
LER-04	Inundacion Rural	Lerma	463	Grano de temporada	0.23	2.3	37	999,277
MET-01	Inundacion Rural	Metepiec	34	Grano de temporada	0.00	0	0	0
OTZ-08	Inundacion Rural	Otzolotepec	10	Grano de temporada	0.10	1	0	0
RAY-02	Inundacion Rural	Santa Maria Rayon	37	Grano de temporada	0.80	8	183	395,140
		Total	665					2,503,907

Fuente: elaboración propia.

La estimación de las afectaciones a zonas agrícolas fue de \$ 2 millones 503 mil 907 pesos durante este periodo.

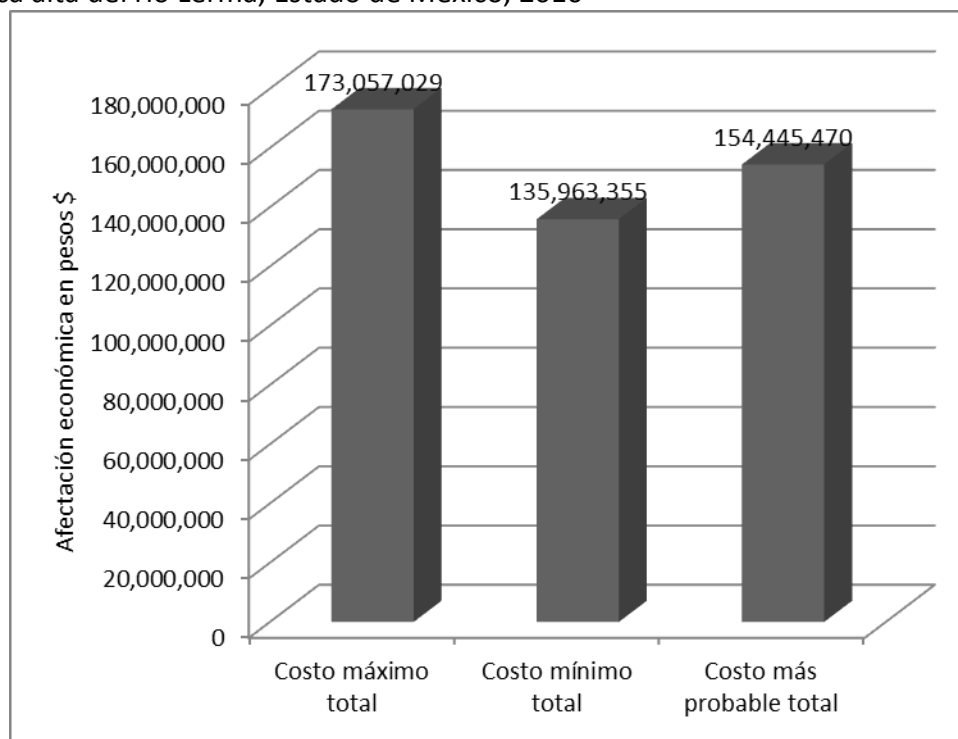
Al ya haber estimado los daños provocados por una inundación en establecimientos comerciales, zonas habitacionales y agrícolas, se sumaron las tres para tener una cuantificación total de daños provocados por este proceso.

Cuantificación de daños totales

Los resultados que se obtuvieron al sumar los tres tipos de afectaciones son que el costo máximo total asciende a 173 millones 57 mil 29 pesos, el costo

mínimo total es de 135 millones 963 mil 355 pesos y el costo más probable fue de 154 millones 445 mil 470 pesos. Estos resultados se muestran en el siguiente gráfico: 3.1.1.

Gráfico 3.1.1 Costo total máximo, mínimo y más probable de afectaciones económicas en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010



Fuente: elaboración propia

Estos resultados se muestran en la tabla: 2.3.7.

Tabla 2.3.7. Resultado de la cuantificación las afectaciones totales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010

Sector afectado/estimación de afectación	Costo máximo total	Porcentaje	Costo mínimo total	Porcentaje	Costo más probable total	Porcentaje
Establecimientos comerciales	37,764,146	21.8	37,764,146	27.8	37,764,146	24.5
Zonas habitacionales	132,788,976	76.7	95,695,303	70.4	114,177,417	73.9
Zonas agrícolas	2,503,907	1.4	2,503,907	1.8	2,503,907	1.6
Total	173,057,029	100.0	135,963,355	100.0	154,445,470	100.0

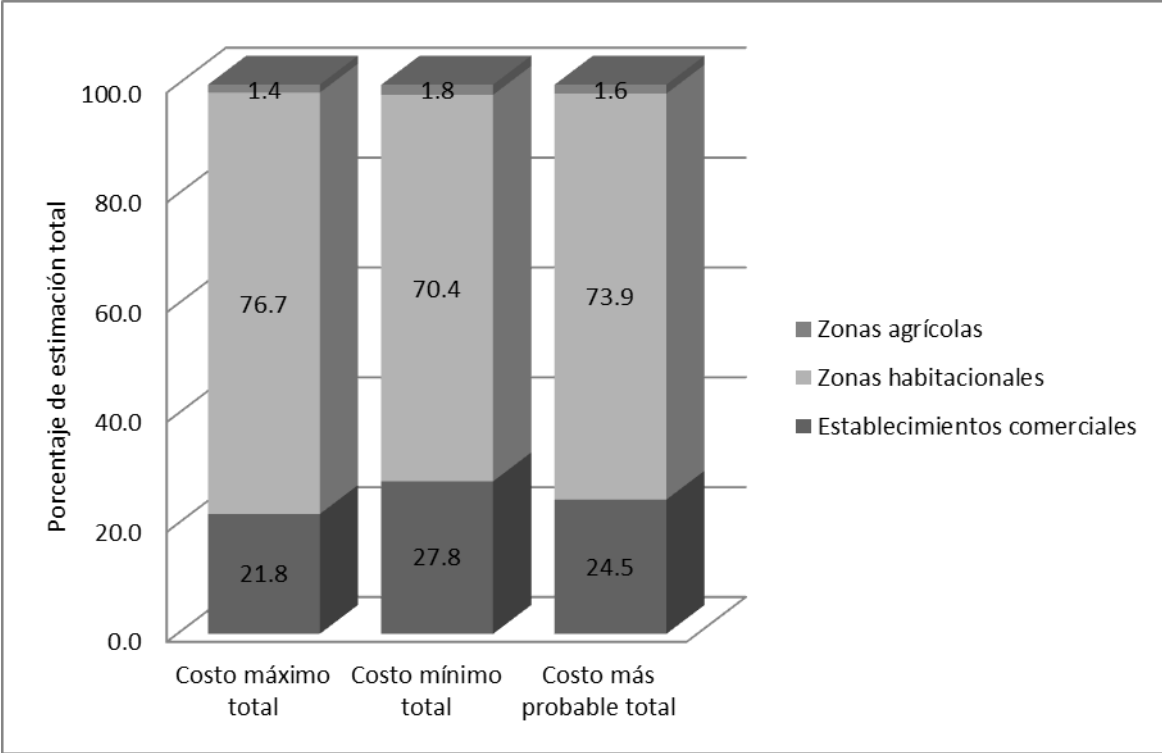
Fuente: elaboración propia

En relación a la estimación de costos máximos totales durante este periodo, el sector con mayor afectación fue a zonas habitacionales con una estimación de 76.7% del daño total. El segundo sector con mayor afectación ha sido el de establecimientos comerciales, con una representación de 21.8% de los daños totales, y con una mínima representación de daños fue a zonas agrícolas con tan sólo el 1.4% de los mismos.

En la estimación de daños mínimos totales, el patrón de comportamiento es similar, ya que sigue siendo el sector con mayor afectación son las zonas habitacionales con 70.4% del daño total, el segundo sector con mayor afectación sigue siendo los establecimientos comerciales con 27.8% de los daños y con una mínima representación son las zonas agrícolas con tan sólo 1.8% de los daños totales.

En relación a la estimación de daños más probables totales el patrón de comportamiento es el mismo, ya que el sector con mayor afectación son las zonas habitacionales con 73.9% del daño total, el segundo sector sigue siendo los establecimientos comerciales 24.5% de los daños y con una mínima representación de daños son las zonas agrícolas con tan sólo el 1.6% de los daños totales. Estos resultados se muestran en la gráfica: 3.1.2.

Gráfico 3.1.2. Afectaciones económicas en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2010, en relación a los daños máximos, mínimos y más probables, (porcentajes).



Fuente: elaboración propia

Caso de estudio año 2011

Durante el año 2011 se identificaron 45 zonas de afectación, de las cuales el 51.1% del total son inundaciones urbanas, el 28.9% del total son inundaciones rurales, y 20% del total restante son encharcamientos. Estos resultados se muestran en la tabla 2.4.

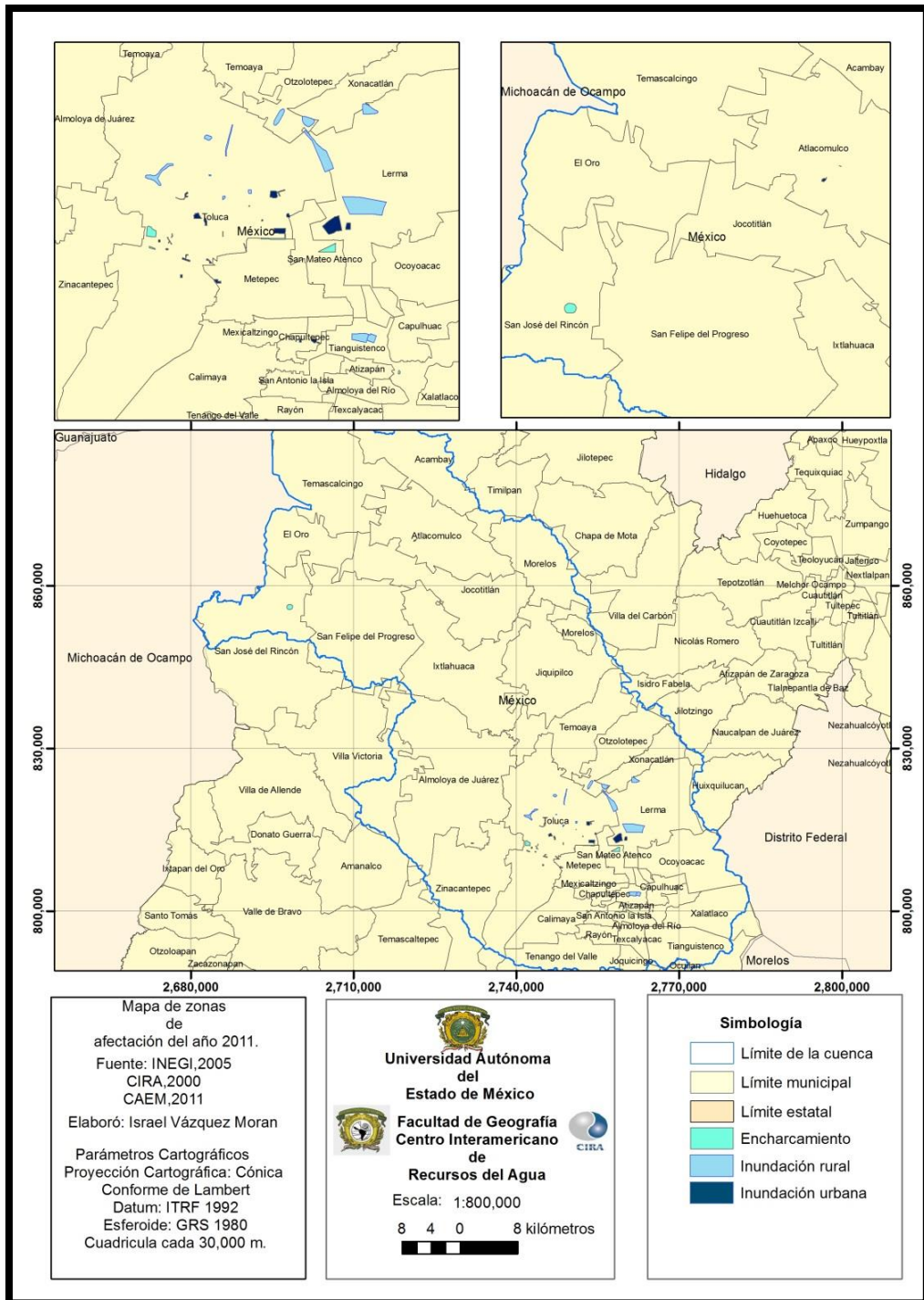
Tabla 2.4. Tipo de afectaciones que se presentaron en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011

Tipo de afectación	Frecuencia	Porcentaje
Inundación urbana	23	51.1
Inundación rural	13	28.9
Encharcamiento	9	20
Total	45	100

Fuente: elaboración propia a partir del Atlas de inundación número 18 CAEM,2011

Las zonas de afectación, que se encuentran en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México durante este periodo se observan en el mapa 2.3.

Mapa 2.3. Zonas afectadas de la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011



Fuente: elaboración propia a partir del Atlas de inundación número 18 CAEM, 2011

Las zonas de afectación durante este periodo se concentran en tan sólo 9 municipios en toda la cuenca. El municipio donde se presentó la mayoría de las afectaciones fue Toluca con 60% del total de las zonas. Posteriormente, en segundo grado de importancia 8.9%, está el municipio de Lerma. Con 6.7% del total de las zonas de afectación están los municipios de Chapultepec y Tianguistenco. Estos cuatro municipios representan 82.2% del total de las zonas de afectación. El resto de los 5 municipios sólo tiene una representación porcentual de 17.8%, como se observa en la tabla 2.4.1.

Tabla 2.4.1. Zonas de afectación por municipio en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011

Municipio	Frecuencia	Porcentaje
Toluca	27	60
Lerma	4	8.9
Chapultepec	3	6.7
Tianguistenco	3	6.7
Atacomulco	2	4.4
Otzolotepec	2	4.4
Almoloya de Juárez	1	2.2
Metepec	1	2.2
San José del Rincón	1	2.2
San Mateo Atenco	1	2.2
Total	45	100

Fuente: elaboración propia a partir del Atlas de inundación número 18 CAEM,2011

Las afectaciones que originaron son las siguientes:

- 15 mil 32 habitantes quedaron vulnerables
- 3 mil 34 viviendas afectadas
- 884 comercios afectados

Afectaciones a establecimientos comerciales

El principal tipo de comercio afectado, con una representación del 55% del total, es el *comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco*, con 486 comercios. Posteriormente, con 15.2%, se encuentra el *comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal*, con 134 establecimientos afectados. El tercer grupo de comercio afectado, con una representación porcentual de 8.3%, está el *comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios*, 73 establecimientos comerciales.

Estos son los 3 grupos de comercio más afectados durante el proceso de inundación en 2011. La tabla 2.4.2 muestra la cantidad total de comercios afectados.

Tabla 2.4.2. Tipo de comercios afectados por inundación en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011

Grupo de actividad	Frecuencia	Porcentaje
461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco	486	55
465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal	134	15.2
467 Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios	73	8.3
466 Comercio al por menor de enseres domésticos, computadoras, artículos para la decoración de interiores y artículos usados	53	6
463 Comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado	49	5.5
468 Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes	45	5.1
464 Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud	32	3.6
462 Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales	12	1.4
Total	884	100

Fuente: elaboración propia a partir del Atlas de inundación número 18 CAEM,2011

El municipio con mayor presencia de establecimientos comercial afectados es el municipio de Toluca, ya que cuenta con una representación porcentual de 70.7% del total. El segundo municipio es San Mateo Atenco con 8.5% del total de establecimientos. Posteriormente está Oztolotepec con 5.5% del

total. A su vez, el cuarto municipio con alta concentración de establecimientos afectados es Chapultepec, con 4.6% de los mismos.

Entre estos cuatro municipios representan 89.4% del total de establecimientos comerciales afectados. El resto de los municipios sólo representan 10.6%. Estos resultados se observan en la tabla 2.4.3.

Tabla 2.4.3. Establecimientos comerciales afectados por municipio en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011

Municipio	Frecuencia	Porcentaje
Toluca	625	70.7
San Mateo Atenco	75	8.5
Otzolotepec	49	5.5
Chapultepec	41	4.6
Tianguistenco	36	4.1
Lerma	27	3.1
Metepiec	13	1.5
Atacomulco	10	1.1
Almoloya de Juárez	8	0.9

Fuente: elaboración propia a partir del DENU, 2011

Se identificaron los grados de marginación que poseen los establecimientos comerciales, en relación a la ubicación del AGEB al cual corresponden, y se obtuvieron los siguientes resultados. El grado de marginación predominante en los establecimientos afectados fue el grado de marginación *Medio*, con una representación porcentual del 33.3% del total.

A su vez se observó que 1.9% (17 establecimientos comerciales) del total de establecimientos afectados *no cuenta con dato de grado de marginación* por lo cual no se tomaron en cuenta. Por tanto, esta cantidad de establecimientos se eliminaron para realizar la cuantificación de sus afectaciones durante este periodo de análisis, sólo se tomaron para realizar este procesos 98.1% (867 establecimientos comerciales).

El segundo grado de marginación predominante en los establecimientos comerciales afectados son los que poseen un grado de *Alto*, con una representación porcentual del 32.6% del total. En tercer lugar está el grado de marginación *Bajo* con 18.1% del total de establecimientos afectados.

En la tabla 2.4.4 se presenta los resultados anteriormente descritos del grado de marginación que poseen los establecimientos afectados.

Tabla 2.4.4 Grado de marginación de los establecimientos comerciales afectados en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011

Grado de marginación	Frecuencia	Porcentaje
Medio	294	33.3
Alto	288	32.6
Bajo	160	18.1
Muy bajo	84	9.5
Muy alto	41	4.6
Sin grado de marginación	17	1.9
Total	884	100

Fuente: elaboración propia a partir del DENU, 2011 y CONAPO, 2010

En relación al tirante interior de la lámina de inundación, se observó que el 27.7% (240 establecimientos comerciales) del total, poseen un tirante de la lámina de agua igual a cero. Por tanto esta cantidad de establecimientos se les sumaron a los que no se les hará la estimación de daños provocados por una inundación, con lo cual sólo se estimara las afectaciones a 627 establecimientos.

En la tabla 2.4.5 se presenta el costo total de las afectaciones por grado de marginación en los establecimientos comerciales afectados en la cuenca alta del río Lerma durante el año 2011. El total del estimado de las afectaciones económicas asciende a la cantidad de 68 millones 121 mil 68 pesos.

Tabla 2.4.5. Resultado de la cuantificación las afectaciones a establecimientos comerciales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México para el año 2011

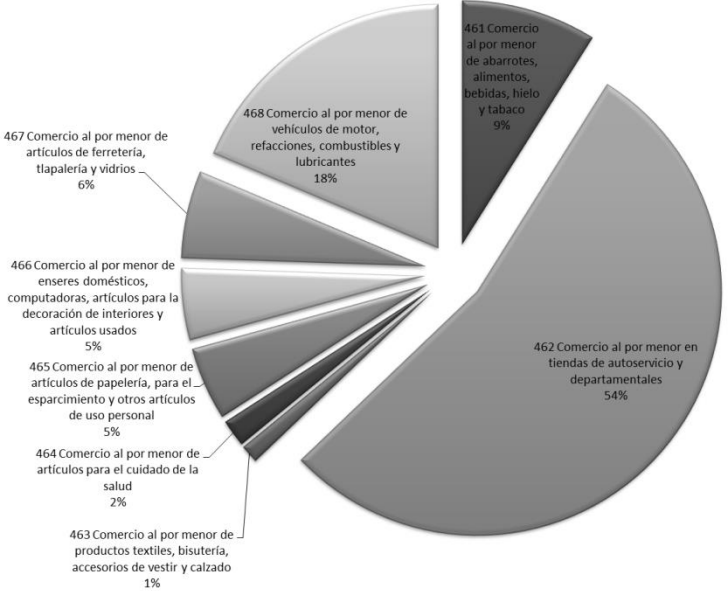
Grupo de actividad económica																		
Grado de marginación	Altura del tirante interno de la lámina de agua en cm	461 Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco		462 Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales		463 Comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado		464 Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud		465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal		466 Comercio al por menor de enseres domésticos, computadoras, artículos para la decoración de interiores y artículos usados		467 Comercio al por menor de artículos de ferretería, flapolería y vidrios		468 Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes		Costo total
		Unidades económicas	Costo (pesos)	Unidades económicas	Costo (pesos)	Unidades económicas	Costo (pesos)	Unidades económicas	Costo (pesos)	Unidades económicas	Costo (pesos)	Unidades económicas	Costo (pesos)	Unidades económicas	Costo (pesos)	Unidades económicas	Costo (pesos)	
Alto	5	38	154,919	0	0	2	12,515	3	29,486	11	85,003	1	16,507	2	27,676	0	0	
	10	36	293,531	0	0	5	62,573	1	19,657	8	123,641	2	66,028	2	55,353	0	0	
	15	3	36,691	3	5,530,700	3	56,316	0	0	1	23,183	0	0	2	83,029	0	0	
	20	18	293,531	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	30	29	709,366	0	0	1	37,544	0	0	6	278,193	0	0	0	0	0	0	
	40	2	69,871	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bajo	5	1	6,808	0	0	0	0	0	0	0	0	3	112,827	0	0	0	0	
	10	15	204,250	0	0	4	114,443	1	43,058	5	163,273	2	150,435	1	61,064	0	0	
	15	12	245,100	0	0	0	0	1	64,586	1	48,982	0	0	2	183,192	0	0	
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	840,859	
	30	8	326,801	0	0	0	0	1	129,173	1	97,964	0	0	2	366,383	1	1,261,289	
	40	3	170,364	0	0	0	0	1	173,093	0	0	0	0	0	0	0	0	
Medio	5	63	342,883	0	0	10	102,813	3	47,036	24	288,659	8	216,463	7	155,295	3	451,005	
	10	27	293,899	0	0	3	61,688	4	125,430	9	216,494	4	216,463	4	177,480	6	1,804,022	
	15	6	97,966	0	0	0	0	0	0	1	36,082	2	162,347	3	199,665	6	2,706,033	
	20	2	43,541	1	4,089,316	0	0	0	0	2	96,220	2	216,463	2	177,480	1	601,341	
	30	42	1,371,530	2	12,267,947	5	308,440	3	282,217	11	793,812	3	487,042	5	665,551	0	0	
	40	4	183,447	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Muy alto	5	1	2,711	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	10	9	48,798	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	20	10	108,441	0	0	0	0	0	0	2	27,421	0	0	1	21,965	1	122,304	
	40	3	72,028	0	0	0	0	0	0	0	0	1	47,944	0	0	0	0	
Muy bajo	20	33	1,078,986	2	14,703,540	1	73,318	3	328,547	11	907,598	5	963,197	10	1,555,153	3	3,241,132	
	30	3	147,135	0	0	0	0	0	0	1	123,763	2	577,918	1	233,273	1	1,620,566	
Total		368	6,302,598	8	36,591,502	34	829,650	21	1,242,284	94	3,310,290	35	3,233,634	44	3,962,559	23	12,648,551	68,121,068

Fuente: elaboración propia

El tipo de establecimiento con mayor afectación, tomando como base la cantidad monetaria calculada es el *comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales*, ya que representa el 54% del total de las afectaciones. A su vez, el segundo rubro con mayor cantidad de pérdidas económicas es el *comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes*, con una representación porcentual del 18.6% del total. El tercer tipo de comercio, con una alta cantidad de afectaciones económicas corresponde al *comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco*, ya que posee 8.9% del total de afectaciones.

En la gráfica 3.1.3 se encuentra, el costo de las afectaciones provocadas por el proceso de inundación a establecimientos comerciales.

Gráfico 3.1.3. Costo probable de afectaciones económicas a establecimientos comerciales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011.



Fuente: elaboración propia

Afectaciones a zonas habitacionales

En relación a los daños ocasionados por inundación en zonas habitacionales durante el año 2011, se identificaron 2 mil 719 viviendas afectadas, dejando a 12 mil 150 habitantes vulnerables⁵.

El costo máximo estimado durante este proceso de inundación, fue de \$ 68 millones 216 mil 072 pesos. Posteriormente el costo mínimo estimado fue de \$ 52 millones 999 mil 605 pesos. A su vez el costo más probable estimado fue de \$ 62 millones 147 mil 375 pesos. Los resultados que se obtuvieron se muestran en la siguiente tabla:

⁵ Datos obtenidos mediante el análisis del Atlas de inundación N° 18 del Estado de México, por lo cual sólo se estimó las afectaciones en 27 zonas de inundación.

Tabla 2.4.6. Resultado de la cuantificación las afectaciones a zonas habitacionales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011

Numero de sitio de inundación	Tipo de inundación	Municipio	Población vulnerable	Área en hectáreas	Viviendas afectadas	Grado de marginación	Tirante interior de la lámina de inundación en metros	Costo máximo en SM por vivienda	Costo mínimo SM por vivienda	Costo más probable SM por vivienda	Costo máximo total	Costo mínimo total	Costo más probable total
ALJ-05	Inundación Urbana	Almoleya de Juarez	240	6.71	60	Bajo dos plantas	10	99	38	47	350,935	134,702	166,606
ATL-06	Inundación Urbana	Atzacmulco	6	8.32	1	Bajo dos plantas	40	1023	864	887	60,439	51,045	52,404
CHT-01	Inundación Urbana	Chapultepec	150	5.28	35	Medio una planta	10	135	112	132	279,153	231,594	272,950
CHT-02	Inundación Urbana	Chapultepec	480	11.98	110	Medio una planta	10	135	112	132	877,338	727,866	857,842
LER-01	Inundación Urbana	Lerma	1,650	24.49	300	Bajo una planta	15	815	721	801	14,445,060	12,779,004	14,196,924
LER-02	Inundación Urbana	Lerma	3,000	181.83	750	Alto	15	252	204	245	11,166,120	9,039,240	10,855,950
MET-06	Inundación Urbana	Meztepec	60	11.86	15	Muy bajo dos plantas	20	870	709	847	770,994	628,316	750,611
OTZ-01	Inundación Rural	Otzoltepec	400	64.63	100	Alto	10	135	112	132	797,580	661,696	779,856
TIA-09	Inundación Rural	Tiangustenco	106	46.33	23	Alto	20	335	270	326	455,211	366,887	442,982
TIA-10	Inundación Rural	Tiangustenco	202	97.40	44	Muy alto	10	98	57	63	254,753	148,173	163,770
TOL-03	Inundación Urbana	Toluca	472	12.62	130	Muy bajo dos plantas	20	870	709	847	6,681,948	5,445,404	6,505,299
TOL-04	Inundación Urbana	Toluca	140	4.93	45	Medio dos plantas	15	303	197	287	805,556	523,744	763,018
TOL-05	Inundación Urbana	Toluca	240	7.79	70	Muy bajo dos plantas	30	1369	1090	1328	5,661,636	4,507,804	5,492,077
TOL-06	Inundación Rural	Toluca	120	5.42	30	Bajo dos plantas	20	561	451	467	994,316	799,352	827,711
TOL-07	Inundación Urbana	Toluca	240	8.68	60	Medio una planta	40	536	428	521	1,900,013	1,517,174	1,846,841
TOL-08	Inundación Urbana	Toluca	300	11.91	33	Muy bajo dos plantas	15	516	438	505	1,006,014	853,942	984,568
TOL-12	Inundación Rural	Toluca	1,500	232.71	330	Muy alto	40	442	253	281	8,617,409	4,932,589	5,478,488
TOL-13	Inundación Urbana	Toluca	1,012	11.90	225	Bajo dos plantas	10	99	38	47	1,316,007	505,134	624,771
TOL-29	Inundación Urbana	Toluca	50	3.80	5	Muy bajo dos plantas	10	17	57	23	5,022	16,838	6,794
TOL-31	Inundación Urbana	Toluca	200	1.87	60	Muy bajo dos plantas	20	870	709	847	3,083,976	2,513,263	3,002,446
TOL-32	Inundación Urbana	Toluca	500	1.72	26	Bajo dos plantas	20	561	451	467	861,741	692,772	717,349
TOL-34	Inundación Rural	Toluca	40	1.55	10	Muy alto	20	270	155	172	159,516	91,574	101,618
TOL-35	Inundación Rural	Toluca	120	21.44	30	Muy alto	20	270	155	172	478,548	274,722	304,853
TOL-36	Inundación Urbana	Toluca	360	48.95	90	Muy bajo dos plantas	20	870	709	847	4,625,964	3,769,895	4,503,668
TOL-41	Inundación Rural	Toluca	322	95.36	72	Medio dos plantas	5	0	0	0	0	0	0
TOL-44	Inundación Urbana	Toluca	20	4.56	5	Medio dos plantas	20	461	313	439	136,179	92,460	129,681
Total			12,150	960	2,719						68,216,072	52,999,605	62,147,375

Fuente: elaboración propia.

Afectaciones a zonas agrícolas

En relación a los daños en zonas agrícolas durante este periodo, sólo se identificaron 2 zonas de inundación en cultivos, de las cuales sólo 1 resulto afectada. Las estimaciones de las afectaciones provocadas se estimaron sólo a un tipo de cultivo el cuál es grano de temporada. La estimación de las afectaciones se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2.4.7. Resultado de la cuantificación las afectaciones a zonas agrícolas en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México para el año 2011

Numero de sitio de inundación	Tipo de inundación	Municipio	Área en hectáreas	Tipo de cultivo	Tirante interior de la lámina de inundación en metros	Duración de la inundación en número de días	Costo más probable SM por hectárea	Costo más probable total
LER-09	Inundación Rural	Lerma	90.63	Grano de temporada	0.20	2	20	107,690
OTZ-02	Inundación Rural	Ozolotepec	73.54	Grano de temporada	0.10	1	0	0
		Total	164.17					107,690

Fuente: elaboración propia.

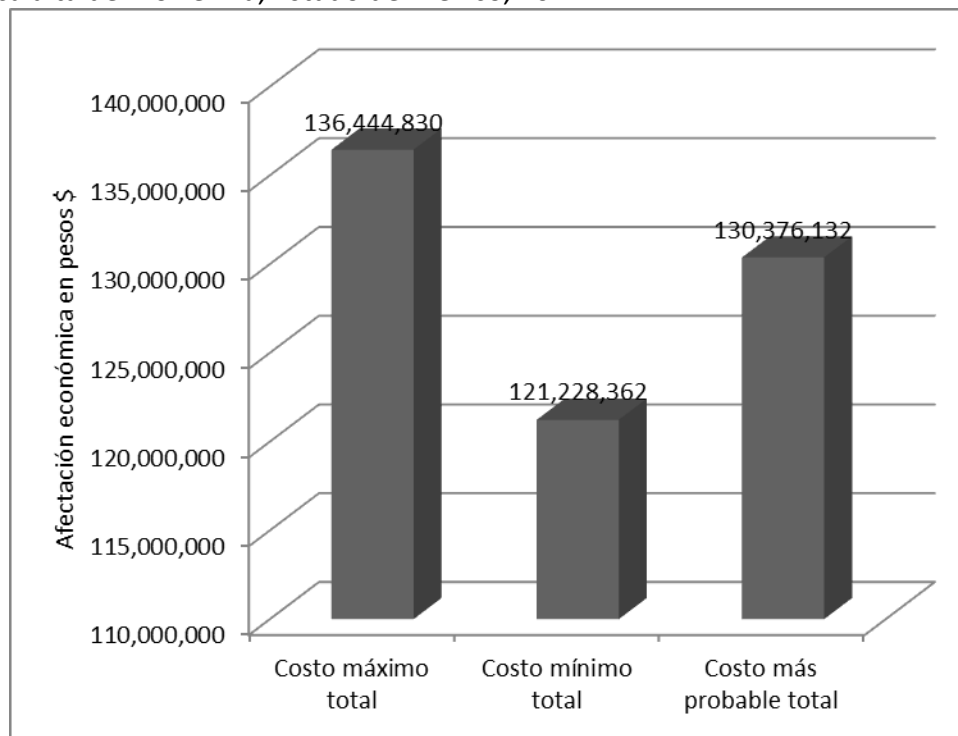
La estimación de las afectaciones a zonas agrícolas fue de \$107 mil 690 pesos durante este periodo.

Al ya haber estimado los daños provocados por una inundación en establecimientos comerciales, zonas habitacionales y agrícolas, se sumaron las tres para tener una cuantificación total de daños provocados por este proceso.

Cuantificación de daños totales

El costo máximo total de las afectaciones asciende a \$ 136 millones 44 mil 830 pesos, el costo mínimo total es de \$ 121 millones 228 mil 362 pesos y el costo más probable fue \$ 130 millones 376 mil 132 pesos, estos resultados se muestran en el siguiente gráfico:

Gráfico 3.1.4. Costo total máximo, mínimo y más probable de afectaciones económicas en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011



Fuente: elaboración propia

Estos resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.4.8 Resultado de la cuantificación las afectaciones totales en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011

Sector afectado/estimación de afectación	Costo máximo total	Porcentaje	Costo mínimo total	Porcentaje	Costo más probable total	Porcentaje
Establecimientos comerciales	68,121,068	49.9	68,121,068	56.2	68,121,068	52.2
Zonas habitacionales	68,216,072	50.0	52,999,605	43.7	62,147,375	47.7
Zonas agrícolas	107,690	0.1	107,690	0.1	107,690	0.1
Total	136,444,830	100.0	121,228,362	100.0	130,376,132	100.0

Fuente: elaboración propia

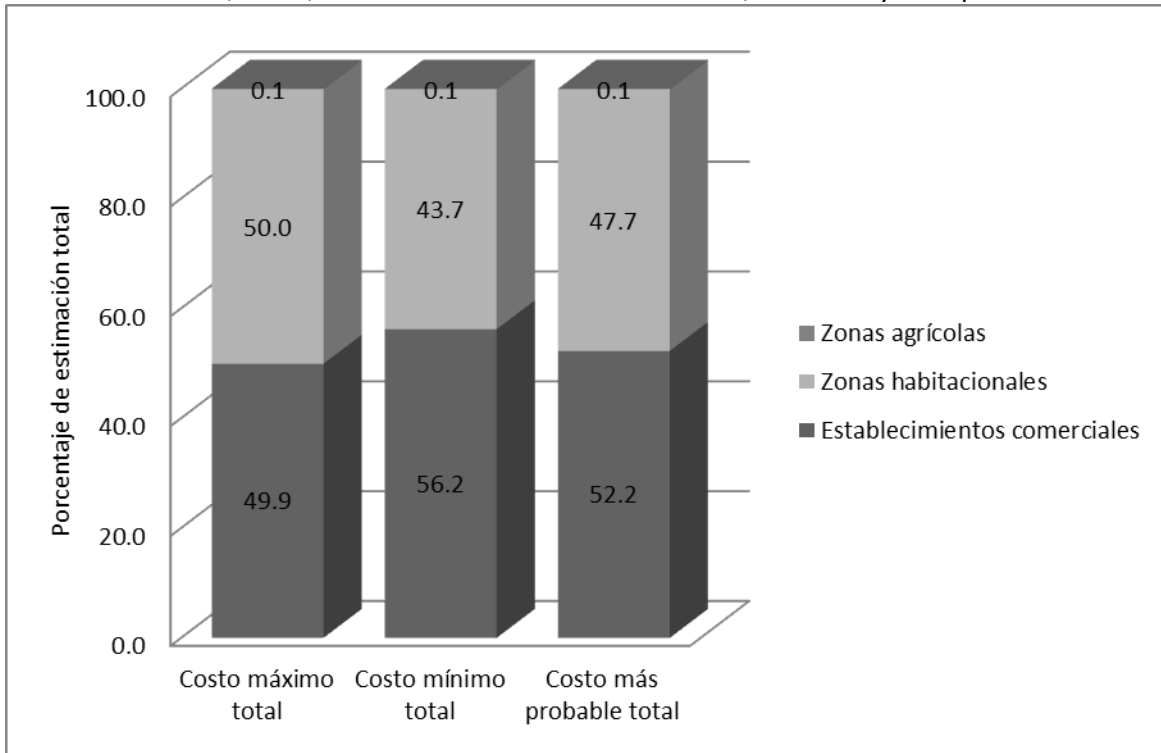
En relación a la estimación de costos máximos totales durante este período, el sector con mayor afectación fue a zonas habitacionales con una estimación de 50% del daño total, el segundo sector con mayor afectación ha sido a establecimientos comerciales con una representación del 49.9% de los daños totales y con una mínima representación de daños fue a zonas agrícolas con

tan sólo el 0.1% de los mismos, lo cual indica que este sector fue el menos afectado durante este periodo.

A su vez, en relación a la estimación de daños mínimos totales, el patrón de comportamiento varia ya que el sector con mayor afectación son los establecimientos comerciales con una representación del 56.2% del daño total, el segundo sector con mayor afectación sigue siendo las zonas habitacionales con una representación del 43.7% de los daños y con una mínima representación de daños son las zonas agrícolas con tan sólo el 0.1% de los daños totales.

En relación a la estimación de daños más probables totales el patrón de comportamiento es el mismo, el sector con mayor afectación son los establecimientos comerciales con una representación del 52.2% del daño total, el segundo sector con mayor afectación sigue siendo las zonas habitacionales con una representación del 47.7% de los daños y con una mínima representación de daños son las zonas agrícolas con tan sólo el 0.1% de los daños totales, estos resultados se muestran en la siguiente gráfica:

Gráfico 3.1.5. Porcentaje de afectaciones económicas en la cuenca alta del río Lerma, Estado de México, 2011, en relación a los daños máximos, mínimos y más probables



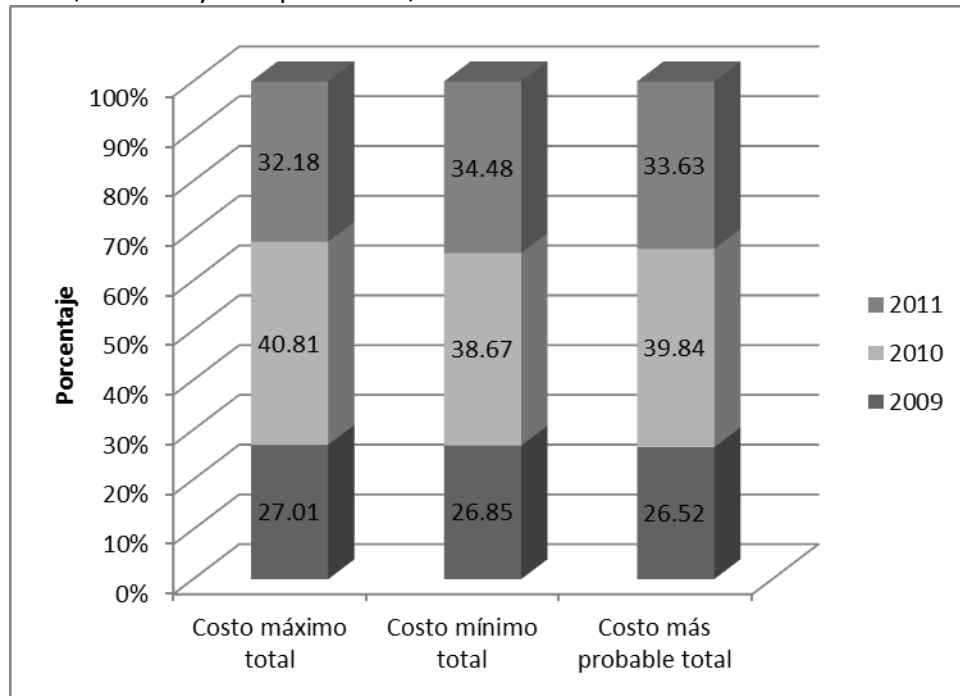
Fuente: elaboración propia

Análisis comparativo de los tres casos de estudio en relación a la estimación de afectaciones a establecimientos comerciales.

En relación a las estimaciones de las afectaciones económicas por el proceso de inundación dentro de la cuenca alta del río Lerma, durante la temporalidad 2009 a 2011 considerando los daños máximos, mínimos y más probables estimados y sumados. El periodo de mayores afectaciones económicas es el 2010 ya que en relación al costo máximo total de la temporalidad 2009-2011, este año representa el 40.81% del total de los mismos, a su vez en relación a los costos mínimos totales este mismo año representa el 38.67% del total de daños estimados, y para el caso de los daños más probables totales de esta temporalidad este año representa el

39.84% de los daños totales, este resultado se representa en el siguiente gráfico:

Gráfico 3.1.6 Porcentajes de daños totales estimados en la cuenca alta del río Lerma, daño total máximo, mínimo y más probables, 2009-2011



Fuente: elaboración propia

Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

El propósito fundamental de este trabajo fue construir un modelo de evaluación indirecta de los costos económicos originados por una inundación en establecimientos comerciales de comercio al por menor, mediante el uso de curvas, que relacionan la variable altura de lámina de agua con las afectaciones provocadas por la misma. Por su diseño, este modelo se podría aplicar en toda la República Mexicana, siempre y cuando se cuente con los indicadores necesarios para la aplicación del modelo, dichos indicadores son el tipo de establecimiento afectado, grado de marginación y la altura de la lámina de agua alcanzada dentro del establecimiento.

Su diseño requirió de la implementación de una base de datos Geoespacial, la cual contenga datos sobre las AGEB y su grado de marginación, relacionados con la ubicación del establecimiento comercial afectado y la altura de la inundación que se presentó en el interior del establecimiento afectado. Esto fue resultado de la información que se consultó en las diferentes dependencias de gobierno, las cuales ayudaron a la construcción del modelo.

La realización de la familia de curvas de daños tangibles directos potenciales provocados por inundación en establecimientos comerciales, ha permitido establecer la estimación del costo ocasionado por este proceso, tomando como base el grado de marginación donde se ubique el establecimiento comercial afectado.

El modelo de estimación de daños por inundación fue construido en función de una cantidad monetaria dada, la cual se puede convertir en salarios mínimos para la cuantificación de daños, por lo que puede ser actualizada año por año de acuerdo con el incremento en los salarios mínimos vigentes.

Es de resaltar que la mayor parte de las afectaciones presentadas en el interior de la cuenca, indica que la mayoría se encuentran en zonas urbanas, lo cual señala que existe una deficiente planeación y regulación del territorio, ya que se construye en llanuras de inundación de los ríos. Además comprueba que algunas inundaciones son originadas por la falla o falta de la infraestructura hidráulica de estas zonas.

Las curvas que se desarrollaron, permitieron establecer cuáles son los daños originados por este proceso en relación a una altura de la lámina de agua dada. Aplicando este modelo se obtuvieron cinco clases de curvas en relación al grado de marginación que presente la ubicación del establecimiento comercial.

Para poner a prueba el modelo, se aplicó en el caso de la cuenca alta del río Lerma en las zonas de inundaciones de la temporalidad 2009 a 2011, permitió cuantificar las afectaciones en establecimientos comerciales de comercio al por menor, tomando como base el grado de marginación que presente el establecimiento comercial.

Los resultados que se obtuvieron durante la estimación de las afectaciones por el proceso de inundación durante la temporalidad de análisis fue, que el año que ha sido más costoso es el año 2011, con una cuantificación de

pérdidas de \$ 68 millones 121 mil 68 pesos que es equivalente a 1 millón 153 mil 31 salarios mínimos. A su vez la estimación de los tres años de afectación haciende a la cantidad de \$ 139 millones 181 mil 455 pesos.

Como último punto a exponer, hago hincapié en relación al cumplimiento de los objetivos planteados durante el desarrollo de este trabajo, desde el objetivo general hasta los objetivos particulares, los cuales considero cumplidos , ya que se desarrolló un modelo funcional y práctico para la estimación de daños a comercio al por menor; así como se realizaron todos los objetivos particulares.

Recomendaciones

La perspectiva de este modelo en relación a las cuantificaciones de daños provocadas por una inundación, es utilizar el mismo para realizar una cuantificación de las afectaciones económicas a este rubro de actividad económica mucho más precisa y rápida, lo cual permita destinar recursos para su mitigación, control y prevención, haciendo un análisis de costo beneficio.

A su vez de complementar este modelo con otros, los cuales cuantifican las afectaciones a zonas habitacionales y agrícolas, con lo cual se podrá estimar de manera más exacta las afectaciones provocadas por una inundación.

Así como desarrollar otros modelos, los cuales permitan realizar la cuantificación de daños provocados por una inundación, a otros sectores de actividad económica como, ya sea como la industria y manufactura, entre otros. Y complementarlo con la estimación de daños a la prestación de servicios públicos como privados un ejemplo podría ser hospitales, escuelas, oficinas de gobierno etcétera.

Por ultimo considero importante la implementación de políticas públicas para el adecuado uso de suelo en zonas susceptibles a inundaciones, así como en su regulación y supervisión del mismo, con lo cual ayudara a la mitigación de los efectos negativos que este proceso.

Bibliografía

1. Ayala, L., Ayala, J.C., Cisneros, R. (1986) *Metodología para el estudio y evaluación económica de proyectos de defensa fluvial. Aplicación al río Cachaporal entre Rancagua y Doñihue*. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. Santiago de Chile.
2. Baró, J.E., (2010) *Conceptualización, desarrollo y validación de una Metodología para la Valoración Económica de los Daños Potenciales Tangibles Provocados por una Inundación*. Distrito Federal, Tesis, Doctorado en Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
3. Baró, J.E., Díaz-Delgado, C., Esteller, M.V., Calderón. G. (2007a): "Curvas de daños provocados por inundaciones en zonas habitacionales y agrícolas de México, Parte I. Propuesta metodológica", *Ingeniera Hidráulica en México*. Vol. XXII, núm. 1, pp. 91-103.
4. Baró, J.E., Díaz-Delgado, C., Esteller, M.V., Calderón. G. y Cadena Vargas, E. (2011): "Costo más probable de daños por inundación en zonas habitacionales de México". *Revista Tecnología y Ciencias del Agua antes Ingeniería Hidráulica en México*. Vol. II, núm. 3.
5. Boyle, S.J., Tsanis, I.K y Kanaroglou, P.S. (1998): "Developing Geographic Information Systems for land use impact assessment in flooding conditions". *Journal of Water Resources Planning and Management*. Vol. 124, pp. 89-98.
6. Boyle, S.J., Tsanis, I.K y Kanaroglou, P.S. (1998): "Developing Geographic Information Systems for land use impact assessment in flooding conditions". *Journal of Water Resources Planning and Management*. Vol. 124, pp. 89-98
7. Britán, Daniel (2001), "Características del impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México en el periodo 1980-1999", Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), México.
8. CAEM-GEM, Gobierno del Estado de México, (2012): *Atlas de Inundaciones XVI. Edición 2009*. Toluca, México. Gobierno del Estado de México-Secretaría del Agua y Obra Pública-Comisión del Agua del Estado de México, Naucalpan, Estado de México. En C.D. y en formato shape.

9. CAEM-GEM, Gobierno del Estado de México, (2012): *Atlas de Inundaciones XVII. Edición 2010*. Toluca, México. Gobierno del Estado de México-Secretaría del Agua y Obra Pública-Comisión del Agua del Estado de México, Naucalpan, Estado de México. En C.D. y en formato shape.
10. CAEM-GEM, Gobierno del Estado de México, (2012): *Atlas de Inundaciones XVIII. Edición 2011*. Toluca, México. Gobierno del Estado de México-Secretaría del Agua y Obra Pública-Comisión del Agua del Estado de México, Naucalpan, Estado de México. En C.D. y en formato shape.
11. CENAPRED Centro Nacional de Prevención de Desastres Naturales. (2004) Serie Fascículos :Inundaciones SEGOB-CENAPRED
12. CENAPRED Centro Nacional de Prevención de Desastres Naturales. (2009 b) Características e impactos socioeconómicos de los principales desastres en la República Mexicana en el año 2007. Serie: Impactos socioeconómicos de los desastres en México SEGOB-CENAPRED.
13. CEPAL Comisión Económica para América Latina y el Caribe, (2009) *Metodologías para la evaluación del impacto socioeconómico de los desastres*, Naciones Unidas-CEPAL.
14. CNA Comisión Nacional del Agua. (2001) *Fichas temáticas sobre el sector hidráulico: obras de protección contra inundaciones. Prevención de emergencias*. Comisión Nacional del Agua. México D.F.
15. CNSM Comisión Nacional de Salarios Mínimos. *Salarios mínimos y zonas geográficas*. [en línea] Comisión Nacional de Salarios Mínimos. México. Disponible para World Wide Web: <http://www.cnsm.org.mx>
16. CONAPO Consejo Nacional de Población (2012) Índice de marginación urbana 2010. CONAPO, México.
17. Daw Su. Ming., Lin Kang. Jiu and Fang Chang. Ling. (2009) Industrial and Commercial Depth-Damage Curve Assessment. Department of Bioenvironmental System Engineering, National Taiwan University, Taiwan.
18. Díaz, J.C., Bedolla, L.S. (2011) *DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN GEOINFORMATICA PARA LA VALORACIÓN ECONOMICA DE DAÑOS POR INUNDACIÓN EN ZONAS HABITACIONALES, CASO PRACTICO VALLE DE CHALCO, SOLARIDAD 2010*. Toluca, Tesis, Licenciatura en Geoinformática, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex).

- 19.EM-DAT *Emergency Events Database*. (2009)*The international disaster database*. Université Catholique de Louvain, Brussels. Centre for research on the epidemiology of disaster (CRED). Disponible para World Wide Web: www.emdat.be
- 20.Estrada, F. (1996) *Análisis económico del control de Crecidas. Apuntes del Curso de Planificación Hidrológica y Medio Ambiente*. CEDEX. Ministerio de Obras Públicas y Medio Ambiente. Madrid.
- 21.Estrela, T. (1996) *Inundaciones: Impactos y estrategias de respuesta. Apuntes del Curso de Planificación Hidrológica y Medio Ambiente*. CEDEX. Ministerio de Obras Públicas y Medio Ambiente. Madrid.
- 22.Fonseca, Xavier, (1995) *las medidas de una casa: Antropometría de la vivienda*. México: Árbol editorial, pp.14,16
- 23.GEM Gobierno del Estado de México. (1993) *Atlas Ecológico de la Cuenca Hidrográfica del río Lerma*, Tomo I, Cartografía, México.
- 24.GEM Gobierno del Estado de México. (1995) *Programa Estatal de Protección Civil No. 91*, Sección tercera, tomo CLIX. Toluca Méx. México.
- 25.Gobierno Federal (CENAPRED) (2009), “Centro Nacional de Prevención de Desastres”, <http://www.cenapred.unam.mx/>, 26 de Octubre de 2009.
- 26.Grigg, N.S., *Water Resources Management*, McGraw-Hill, New York 1996.
- 27.INEGI Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2009) *Censo Económico 2009*. INEGI. Gobierno de México. Disponible para World Wide Web: <http://www.inegi.gob.mx>
- 28.INEGI Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2010) *Censo de Población y Vivienda 2010*. INEGI. Gobierno de México. Disponible para World Wide Web: <http://www.inegi.gob.mx>
- 29.INEGI Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2010) *DENUE, Directorio Nacional de Unidades Económicas 2010*. INEGI. Gobierno de México. En C.D.
- 30.James, L.D., Lee, R.R. (1971) *Economics of Water Resources Planning*. McGraw-Hill. New York.
- 31.Jonkman, S.N., Bockarjova, M., Kok, M., Bernardini, P. (2009) Integrated hydrodynamic and economic modeling of flood damage in The Netherlands. *Ecological Economics* Vol. 66, 2008, 77-90.
- 32.Lekuthai, A., Vongvisessomajai,S. (2001) Intangible flood damage quantification. *Water Resources Management* 15:343-362.

- 33.Li, J.Z., Z.Li, Z. Chen and S.Peng, The earth dam overtopping risk model and computational method for tow reservoirs in series, *Wseas Transactions on Environment and Development*, Vol.4, No.3, 2008, pp.257-266.
- 34.Lopardo R.A., Seoane R. (2000) Algunas reflexiones sobre crecidas e inundaciones. *Ingeniería del Agua* 7(1)11-21
- 35.Maskrey, A. (1993). "Vulnerabilidad y mitigación de desastres en: Los desastres no son naturales". *La Red e ITDG*, Colombia.
- 36.Nascimento, N., Machado M.L., Baptista, M., De Paula E Silva, A. (2007) The assessment of damage caused by floods in the Brazilian context. *Urban Water Journal*, 483:195-210.
- 37.Nsom B.,B. Ravelo, W. Ndong and N. Latrache, Modelling Muddy Flash Floods and Debris Flows, *Wseas Transactions on Fluid Mechanics*,Vol.3, No.4,pp.314-338.
- 38.ONU Organización de las Naciones Unidas (1999) *Guatemala: el rostro del desarrollo humano*, Capítulo 7 Las implicaciones del Mitch para el desarrollo rural. Informe annual ONU. Guatemala.
- 39.Penning-Rowsell, E.C., Chatterton, J.B. (1977) *the benefits of flood alleviation. A manual of assessment techniques*. U.K. Belhaven Technical Press.
- 40.Ramírez, Aldo (2009), "Inundaciones en Tabasco, México 2007", Seminario Internacional sobre desastres por inundación, Querétaro, México, 2009.

Anexo I

Formulas implementadas para la cuantificación de daños en el año 2009 a establecimientos comerciales.

- Grado de marginación alto:

$$\text{Altura 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(91008)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(30951)}{100} \right)$$

$$\text{Altura de 30 a 70cm, } Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(91008)}{100} \right) + (9285.2) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h-30)(30951)}{100} \right)$$

$$\text{Altura de 70 a 120 cm, } Ct3 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(91008)}{100} \right) + (30951)$$

- Grado de marginación bajo:

$$\text{Altura de 0 a 30cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(189294)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(30951)}{100} \right)$$

- Grado de marginación medio:

$$\text{Altura 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(140151)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(30951)}{100} \right)$$

$$\text{Altura de 40 a 70 cm, } Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(140151)}{100} \right) + (9285.2) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h-30)(30951)}{100} \right)$$

$$\text{Altura de 70 a 120 cm, } Ct3 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(140151)}{100} \right) + (30951)$$

- Grado de marginación muy alto:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(41864)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(30951)}{100} \right)$$

$$\text{Altura de 30 a 70 cm, } Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(41864)}{100} \right) + (9285.2) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h-30)(30951)}{100} \right)$$

$$\text{Altura de 70 a 120 cm, } Ct3 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120}\right)(h)(41864)}{100} \right) + (30951)$$

$$\text{Altura de 120 a 200 cm, } Ct4 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80}\right)(h-120)(41864)}{100} \right) + (27923.288) + (30951)$$

- Grado de marginación muy bajo:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120}\right)(h)(238438)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30}\right)(h)(30951)}{100} \right)$$

$$\text{Altura de 30 a 70 cm, } Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120}\right)(h)(238438)}{100} \right) + (9285.3) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40}\right)(h-30)(30951)}{100} \right)$$

Formulas implementadas para la cuantificación de daños en el año 2010 a establecimientos comerciales.

- Grado de marginación alto:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120}\right)(h)(91008)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30}\right)(h)(30951)}{100} \right)$$

$$\text{Altura de 30 a 70 cm, } Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120}\right)(h)(91008)}{100} \right) + (9285.2) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40}\right)(h-30)(30951)}{100} \right)$$

- Grado de marginación bajo:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120}\right)(h)(189294)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30}\right)(h)(30951)}{100} \right)$$

- Grado de marginación medio:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120}\right)(h)(140151)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30}\right)(h)(30951)}{100} \right)$$

$$\text{Altura de 30 a 70 cm, } Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120}\right)(h)(140151)}{100} \right) + (9285.2) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40}\right)(h-30)(30951)}{100} \right)$$

- Grado de marginación muy alto:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(41864)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(30951)}{100} \right)$$

$$\text{Altura de 30 a 70 cm, } Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(41864)}{100} \right) + (9285.2) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h-30)(30951)}{100} \right)$$

$$\text{Altura de 120 a 200 cm, } Ct4 = \left(\frac{\left(\frac{33.3}{80} \right) (h-120)(41864)}{100} \right) + (27923.288) + (30951)$$

- Grado de marginación muy bajo:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(238438)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(30951)}{100} \right)$$

Formulas implementadas para la cuantificación de daños en el año 2011 a establecimientos comerciales.

461. Comercio al por menor de abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y tabaco.

- Grado de marginación alto:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(91008)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(30951)}{100} \right)$$

$$\text{Altura de 30 a 70 cm, } Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(91008)}{100} \right) + (9285.2) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h-30)(30951)}{100} \right)$$

- Grado de marginación bajo:

$$\text{Altura de 0 a 30cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(189294)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(30951)}{100} \right)$$

$$\text{Altura de 30 a 70 cm, } Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(189294)}{100} \right) + (9285.3) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h-30)(30951)}{100} \right)$$

- Grado de marginación medio:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(140151)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(30951)}{100} \right)$$

$$\text{Altura de 30 a 70 cm, } Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(140151)}{100} \right) + (9285.2) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h-30)(30951)}{100} \right)$$

- Grado de marginación muy alto:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(41864)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(30951)}{100} \right)$$

$$\text{Altura de 30 a 70 cm, } Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(41864)}{100} \right) + (9285.2) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h-30)(30951)}{100} \right)$$

- Grado de marginación muy bajo:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(238438)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(30951)}{100} \right)$$

462 Comercio al por menor en tiendas de autoservicio y departamentales.

- Grado de marginación alto:

$$\text{Altura de 0 a 120 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(22111743)}{100} \right)$$

- Grado de marginación medio:

$$\text{Altura de 0 a 120 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(36785448)}{100} \right)$$

- Grado de marginación muy bajo:

$$\text{Altura de 0 a 120 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(66132862)}{100} \right)$$

463 Comercio al por menor de productos textiles, bisutería, accesorios de vestir y calzado.

- Grado de marginación alto:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(222494)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(1476)}{100} \right)$$

- Grado de marginación bajo:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(512082)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(1476)}{100} \right)$$

- Grado de marginación medio:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(367288)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(1476)}{100} \right)$$

- Grado de marginación muy bajo:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(656876)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(1476)}{100} \right)$$

464 Comercio al por menor de artículos para el cuidado de la salud.

- Grado de marginación alto:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(332964)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(11500)}{100} \right)$$

- Grado de marginación bajo:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(753961)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(11500)}{100} \right)$$

$$\text{Altura de 30 a 70 cm, } Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(753961)}{100} \right) + (3450) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h-30)(11500)}{100} \right)$$

- Grado de marginación medio:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(543462)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(11500)}{100} \right)$$

- Grado de marginación muy bajo:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(964460)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(11500)}{100} \right)$$

465 Comercio al por menor de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal.

- Grado de marginación alto:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(241786)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(20159)}{100} \right)$$

- Grado de marginación bajo:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(551222)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(20159)}{100} \right)$$

- Grado de marginación medio:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(396504)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(20159)}{100} \right)$$

- Grado de marginación muy alto:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(87067)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(20159)}{100} \right)$$

- Grado de marginación muy bajo:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(705941)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(20159)}{100} \right)$$

466 Comercio al por menor de enseres domésticos, computadoras, artículos para la decoración de interiores y artículos usados.

- Grado de marginación alto:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(586819)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(3964)}{100} \right)$$

- Grado de marginación bajo:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(1346110)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(3964)}{100} \right)$$

- Grado de marginación medio:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(966465)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(3964)}{100} \right)$$

- Grado de marginación muy alto:

$$\text{Altura de 30 a 70 cm, } Ct2 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(207173)}{100} \right) + (1189.2) + \left(\frac{\left(\frac{70}{40} \right) (h-30)(3964)}{100} \right)$$

- Grado de marginación muy bajo:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(1725757)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(3964)}{100} \right)$$

467 Comercio al por menor de artículos de ferretería, tlapalería y vidrios.

- Grado de marginación alto:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(460652)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(20717)}{100} \right)$$

- Grado de marginación bajo:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(1061329)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(20717)}{100} \right)$$

- Grado de marginación medio:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(760990)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(20717)}{100} \right)$$

- Grado de marginación muy alto:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(160314)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(20717)}{100} \right)$$

- Grado de marginación muy bajo:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(1361666)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(20717)}{100} \right)$$

468 Comercio al por menor de vehículos de motor, refacciones, combustibles y lubricantes.

- Grado de marginación bajo:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(7553356)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(5888)}{100} \right)$$

- Grado de marginación medio:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(5398768)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(5888)}{100} \right)$$

- Grado de marginación muy alto:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(1089590)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(5888)}{100} \right)$$

- Grado de marginación muy bajo:

$$\text{Altura de 0 a 30 cm, } Ct1 = \left(\frac{\left(\frac{66.7}{120} \right) (h)(9707945)}{100} \right) + \left(\frac{\left(\frac{30}{30} \right) (h)(5888)}{100} \right)$$

Anexo II



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE GEOGRAFÍA
FACTULTAD DE INGENERÍA Centro Interamericano de Recursos del Agua

El presente cuestionario tiene como finalidad conocer la opinión, de los afectados por inundaciones, acerca de sus pérdidas y si recibieron ayuda en esas catástrofes. La información es confidencial y solo será usada para una tesis de la licenciatura en geografía.

Cuestionario: Misceláneas ()

Fecha: **Dirección:**

1. ¿Cuántos dueños tiene su establecimiento? _____

2. ¿Cuántas personas trabajan en su establecimiento? _____ Hombres _____ Mujeres

3. En el tiempo en el que lleva laborando en su establecimiento, ¿Cuántas ocasiones ha sufrido una inundación?

	Fecha aproximada	Altura aproximada	Cuanto perdió en pesos
1			
2			
3			
4			
5			

5. Aproximadamente ¿cuánta mercancía compra mensualmente para su establecimiento?

\$ _____

6. ¿Cuál es el valor aproximado de los bienes que posee su establecimiento?

Bienes	Cantidad	Precio en pesos
Aparatos electrodomésticos		
• Refrigerador	()	\$
• Cortadora de cárnicos	()	\$
• Teléfono	()	\$
• Caja registradora	()	\$
• Computadora	()	\$
• Radio	()	\$
• Televisión	()	\$
• Báscula	()	\$

Muebles		
• Mesa	()	\$
• Silla	()	\$
• Mostrador	()	\$
Otros bienes		
•	()	\$
•	()	\$
•	()	\$
•	()	\$

7. Daños de la infraestructura

Afectación a la infraestructura	Cantidad	Precio en pesos
Cuartheaduras	()	\$
Derrumbe de paredes	()	\$
Hundimientos	()	\$
Puerta	()	\$
Ventanas	()	\$

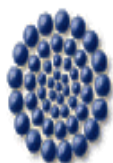
8. Aproximadamente ¿Cuál es el área de su predio o establecimiento en m²? _____

Zona comercial:

Bodega:

AGRADECEMOS SU COLABORACION Y TIEMPO DEDICADOS A ESTE CUESTIONARIO...

Elaborado por: Israel Vázquez Morán, Dr. Edel Cadena Vargas y Dr. Carlos Díaz Delgado



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Este cuestionario forma parte del proyecto: La valoración económica de la vulnerabilidad socioeconómica y demográfica ante inundaciones en la República Mexicana. Claves SEMARNAT-CONACyT: 23478 y UAEMex: 2357/2009C