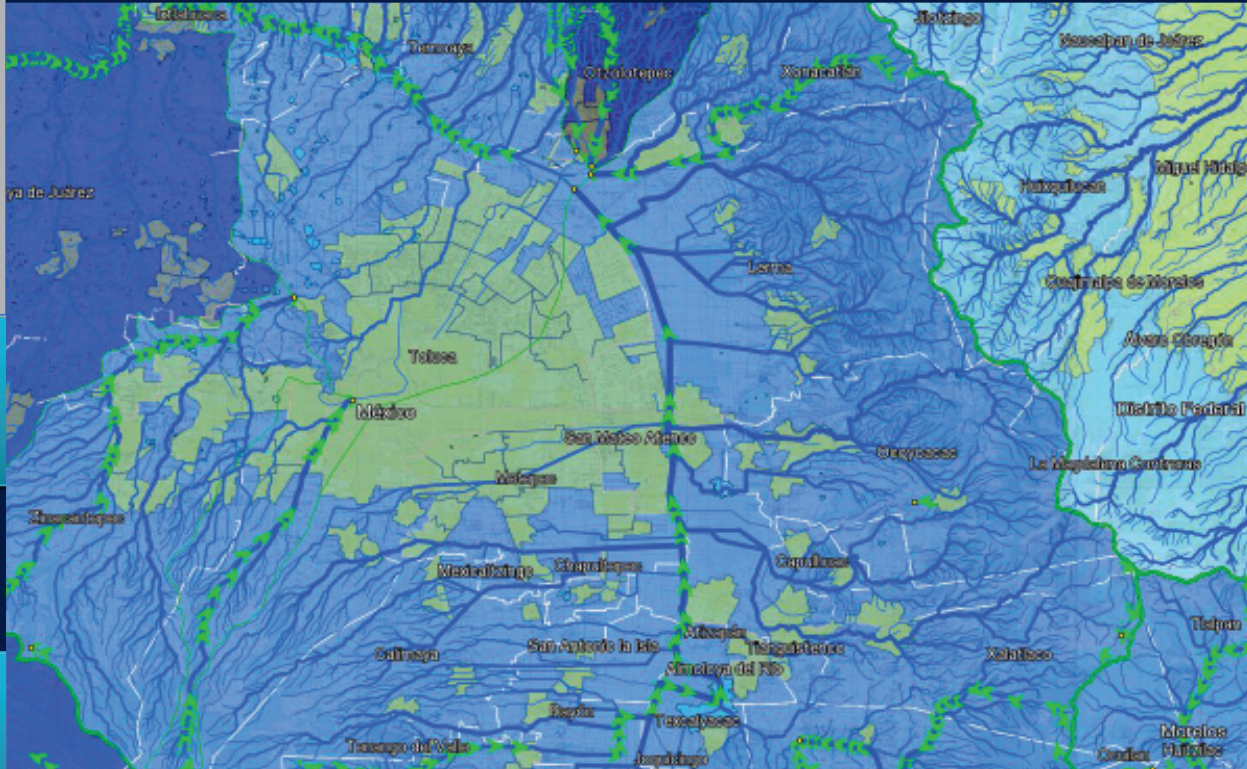




# "RIESGO URBANO: INUNDACIONES EN LA ZONA ORIENTE DE SAN MATEO ATENCO, ESTADO DE MÉXICO, 2000-2012"

U  
A  
E  
M



**ALUMNO:**

**RICARDO ALBERTO  
HIDALGO PEÑALOZA**

**ASESOR DE TESIS:**

**M. EN GEOG. ARMANDO REYES ENRÍQUEZ**

F  
A  
P  
U  
R



# ÍNDICE

Resumen.....	3
Introducción.....	4
Planteamiento.....	9
Hipótesis.....	12
Objetivos.....	13
Justificación.....	14
<b>Capítulo 1: Marco Referencial Conceptual.....</b>	<b>15</b>
1.1 Reseña Histórica del riesgo.....	16
1.2 Enfoques sobre el riesgo.....	21
1.3 Estudios de caso sobre inundaciones.....	27
<b>Capítulo 2: Diagnóstico del Curso Alto del Río Lerma.....</b>	<b>37</b>
2.1 Antecedentes.....	38
2.2 El Curso Alto del Río Lerma.....	40
2.3 Zonas Susceptibles a inundaciones.....	56
<b>Capítulo 3: Inundaciones en la zona oriente de San Mateo Atenco.....</b>	<b>74</b>
3.1 Condiciones del Medio Físico.....	75
3.2 Afectaciones.....	81
3.3 Acciones contra las inundaciones en San Mateo Atenco.....	102
3.4 Infraestructura Urbana.....	113
3.5 Servicios Públicos Municipales.....	118
<b>Capítulo 4: Resultados y Propuestas.....</b>	<b>121</b>
4.1 Presentación de Resultados.....	122
4.2 Análisis del entorno Urbano.....	132
4.3 Presentación de Propuestas.....	140
4.4 Conclusión y Recomendaciones.....	159
Referencias Bibliográficas.....	178
Anexo 1 Glosario.....	184

## **Resumen.**

El siguiente trabajo de investigación busca identificar en primera parte aquellas causas que ocasionan la problemática de inundaciones en el municipio de San Mateo Atenco para después dar de manera sustentada recomendaciones o soluciones para enfrentar el problema.

En primera instancia se presenta el objetivo principal de la investigación ya mencionado anteriormente, a partir del cual se establecieron los objetivos particulares, siendo el primer objetivo nuestro capítulo 1 que es una recopilación a través del tiempo sobre lo que es el riesgo centrándose en las inundaciones, algunos casos de estudio que sean similares al problema que se está analizando para realizar un análisis más completo.

En el capítulo 2 se hace una descripción de las características de la región, es decir de la zona que rodea a nuestra zona de estudio para darle una mayor comprensión al problema, esto para comprender de manera clara cuál es la situación y de donde surge el problema.

En el apartado 3 se hace un pequeño diagnóstico del territorio que se está analizando tomando en cuenta el medio natural que rodea el terreno, las condiciones de los asentamientos así como de la infraestructura existente y las acciones que se han llevado a cabo en años anteriores en los que las inundaciones han generado afectaciones.

La última parte del documento se centra en la presentación de las causas que generan el riesgo por inundación, así como algunas propuestas que deben de tomarse en cuenta para enfrentar el problema, infraestructura que se requiere para combatir y mitigarlo.

## **Introducción.**

La siguiente investigación busca conocer las causas y efectos que genera la problemática de inundación en el municipio de San Mateo Atenco.

Todo su proceso de urbanización ha generado problemas en materia de inundación, esto no es más que un efecto del desconocimiento de los riesgos por parte de las autoridades y población, ya que se han establecido, desconociendo las condiciones físicas del lugar, en zonas vulnerables y riesgosas; y que al paso del tiempo lo único que se genera son riesgos urbanos, como inundación, deslaves, hundimientos, fallas, fracturas, entre otros.

Por tanto el problema tiene su causa en las condiciones del territorio, insuficiencia de infraestructura, falta de ordenamiento urbano en el territorio, generación de residuos sólidos, falta de un sitio de disposición final de residuos así como una falta de conocimiento de los riesgos en el terreno.

San Mateo Atenco es un municipio que se encuentra en un riesgo constante, esto, por causa de diversos factores como su ubicación, que forma parte de la zona más baja de la cuenca; por lo cual las descargas residuales, el agua de lluvia de los demás municipios llegan a esta zona recibiendo los daños de los demás; principalmente al oriente del municipio, con las descargas de aguas residuales. A pesar de que se realizan obras año con año y en cada administración, son a corto plazo, y no se mitiga totalmente el problema, buscar soluciones a corto plazo y de carácter local, no solucionaría el problema, sin embargo deben tomarse en cuenta, algunas medidas que disminuyan la situación, tales como el no tirar basura, mejorar y dar mantenimiento al drenaje, por mencionar algunas.

Por otra parte es importante mencionar que las herramientas utilizadas en la investigación y en la metodología hipotética deductiva nos apoyamos primeramente con los sistemas de información geográfica mediante el cual se pudo manejar información de los municipios involucrados para demostrar las condiciones de toda la zona tanto al interior como al exterior.

Con el programa Arc Gis 9.3 se realizaron los mapas resultantes sobre la precipitación en 24hrs., la permeabilidad del suelo y las pendientes del terreno, además de los mapas de clima, hidrología, topografía, edafología, entre otros.

Por tal motivo nos fundamentaremos creando mapas con herramientas de software SIG para localizar toda el área inundable del municipio; así como por los 6 AGEBS(ver mapa de AGEBS) que comprenden estas áreas, tomando la zona oriente que es la mayormente afectada por la cercanía al Río Lerma, donde son recibidas las descargas residuales de municipios aledaños, como Toluca, Metepec principalmente; y es aquí donde se presentan las afectaciones; además de que es zona de asentamientos irregulares por encontrarse en cercanía con el Río Lerma.

La segunda herramienta fue el uso de la metodología de Gumbel para obtener los períodos de retorno de la lluvia; ya que ha sido utilizada con buenos resultados para valores extremos independientes de variables meteorológicas y parece ajustarse bastante bien a los valores máximos de la precipitación en diferentes intervalos de tiempo y después de muchos años de uso parece también confirmarse su utilidad en los problemas prácticos de ingeniería de dimensionamiento de redes de drenaje y diversas obras hidráulicas.

Con este método se lograron obtener los resultados referentes al período de retorno en 24hrs. para distintas estaciones climatológicas, así como el periodo de retorno en toda la zona en precipitación media anual en periodos de 5, 10, 20 y 50 años. La información recabada requirió, primeramente de vista general de la zona de forma digital, con google earth para comprobar el mapa a utilizar en campo, con la información más actual, con el fin de observar posibles asentamientos nuevos, de traslado a la zona; con ello también se pudo identificar las manzanas más cercanas y de mayor interés. Todo ello para poder fundamentar de manera sólida las posibles soluciones o propuestas al proyecto.

Para precisar de manera más clara lo realizado a lo largo de la investigación, en primera instancia, tenemos un marco referencial-conceptual sobre el Riesgo Urbano, así como estudios de caso sobre inundaciones donde se muestra una visión general sobre los desastres, el riesgo, y los casos particulares de estudio sobre inundaciones en otros países y en otros lugares del país.

Donde el caso más comparable es **“Riesgos por desbordamientos e inundaciones en la cuenca del Río Guarenas, Estado Miranda, Venezuela”**

El objetivo de dicho estudio, fue caracterizar las áreas susceptibles a la ocurrencia de desbordamientos en la cuenca del río Guarenas, Estado Miranda. Se evaluaron datos ambientales conformados por lluvias mensuales, geomorfología y pendientes.

Los resultados sugieren que debido a las características físicas de las subcuencas de los ríos, así como las quebradas, y debido a la acción de las lluvias, sobre un relieve con pendientes suaves y suelos predominantemente arcillosos, representan elementos que inciden en las inundaciones; hay que agregar las acciones antrópicas: intervención en las cuencas altas, la no canalización en algunos sectores de estos cursos de agua, la presencia de escombros, y desechos sólidos en los cauces que constituyen obstáculos para la corriente de aguas.

Caso que particularmente es muy similar al caso de la cuenca alta del Río Lerma, debió a que la zona más baja con pendientes suaves y permeabilidad casi nula es donde se estableció el municipio de esta investigación.

Para la segunda parte se tiene un diagnóstico general sobre el curso Alto del Río Lerma, para obtener información sobre la topografía existente, la precipitación generada en la cuenca, como se maneja, sus características físicas, y que proceso sucede en su paso por San Mateo Atenco.

Además de un diagnóstico de los municipios que circundan a San Mateo Atenco, incluyéndolo, con el fin de conocer las condiciones físicas de la zona que lo rodea;

con ello se puede tener un mayor análisis, ya que el problema se sabe no es municipal sino regional.

En la tercera parte se recopiló información específica sobre el municipio, describiendo sus condiciones físicas, además de información referente a la zona de estudio específica donde se tomaron en cuenta AGEBS para analizar el problema.

Dentro de cada AGEB se analizarán solo aquellas manzanas que se encuentran cercanas al Río Lerma, no obstante, también serán tomadas en cuenta aquellas más representativas de la problemática, como lo son cercanía con canales a cielo abierto, donde se han asentado las viviendas, descargando directamente sus aguas residuales, o depositando sus residuos sólidos.

Por tal motivo la zona específica de estudio se encuentra delimitada con base en la recopilación de los Atlas de inundaciones del año 2007, 2008, 2009, 2010 y 2011 realizados por la Comisión del Agua del Estado de México y que cabe mencionar que año tras año realizan delimitaciones de inundación distintas, esto es debido a que no se ve afectado el mismo sitio año con año ya que el fenómeno es variable, y de acuerdo con datos del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de San Mateo Atenco 2009-2012 el 95% del territorio es inundable.

Todas estas herramientas nos fueron de utilidad para delimitar los principales causantes del problema de inundación en este municipio los cuales radican en lo siguiente:

En primera instancia la zona donde se encuentra establecido el municipio de San Mateo Atenco cuenta con pendientes de bajas, a nulas, que van de los 0° a 1°; por lo cual, al no tener pendiente, tiene un alto grado de probabilidad de inundación ya que, si observamos, el conjunto que lo rodea son pendientes más pronunciadas y por tanto, el territorio que lo rodea llevarán sus escurrimientos a las zonas más bajas.

Otra causa es que en municipios como Toluca, Metepec, San Mateo Atenco Ocoyoacac y Lerma contienen suelos con muy poca permeabilidad, y donde anteriormente existía una gran variedad de cuerpos de agua; por lo tanto es un factor más para deducir que San Mateo Atenco así como otros municipios se encuentran en riesgo constante de sufrir inundaciones.

El problema también radica en que las medidas que se han tomado son pocas, como la creación de bordos que están sobre los costados del Río, dejando el área urbana por debajo del nivel del río, y en temporada de lluvias, la crecida del río se desborda y como efecto, la inundación de asentamientos humanos, terrenos agrícolas y vialidades.

La zona de San Mateo y alrededores tiene una precipitación de entre 100 y 120mm. en 24 horas; sin embargo sabemos que es la zona más baja, si tomamos en cuenta el contexto que rodea al municipio, encontramos que parte de Lerma, Metepec y Toluca, las precipitaciones son similares, y en Ocoyoacac aún mayores con más de 120mm. En 24hrs. Por lo tanto al ser zonas más altas, y con relación a las pendientes obtenidas en el mapa mencionado anteriormente, los escurrimientos llegarían a la zona más baja siendo San Mateo Atenco y donde la permeabilidad casi nula genera todo el problema.

## Planteamiento del Problema.

De acuerdo al Atlas de inundaciones del Estado de México, San Mateo Atenco se encuentra dentro de las zonas susceptibles a inundaciones, esto debido a características físico–naturales de la zona, de las transformaciones antrópicas al entorno natural, y de decisiones y omisiones gubernamentales (**Atlas de Inundaciones, 2006**).

Los sistemas montañosos que limitan el valle dan lugar a una precipitación media anual considerada alta en la región (734.10 mm para el municipio de San Mateo Atenco, concentrados entre junio y septiembre), que favorece la formación de manantiales, arroyos y ríos afluentes del Lerma (**Atlas de Inundaciones, 2006**).

La Cuenca Alta del Río Lerma es una comarca de extraordinaria riqueza natural, histórica y social, que tiene su origen en las lagunas de Almoloya y de Lerma, se extiende a lo largo de una inmensa y fértil plataforma del altiplano central de México, correspondiente al valle más elevado de la República. Pertenece a uno de los sistemas hidrológicos más importantes del país: el Lerma-Chapala-Santiago, quedando circundada por el descenso septentrional de las estribaciones del Nevado de Toluca o Xinantécatl y las serranías de las Cruces, Monte Alto, Monte Bajo, etcétera, que después continúan por las de Jocotitlán, Acambay y Jilotepec y, sin recibir realmente en el resto del Estado ningún afluente importante, sale de él para proseguir su curso en los estados vecinos. (**Peña, Vicente; Orozco Estela Y Roberto Franco: pp1-5**)

Antiguamente, la vida giraba en torno a la cuenca alta del Río Lerma, constituía un medio de beneficio para la población del valle porque les permitía desarrollar actividades lacustres: caza, pesca y recolección de especies, así como la práctica de agricultura y ganadería en forma paralela. Todas estas actividades se vieron afectadas para 1950, debido a proyectos y obras que comenzaron, con el fin de abastecer la demanda de agua de la ciudad de México, lo que trajo como consecuencia la desecación de la zona lacustre en un proceso lento, lo que trajo

como consecuencia, un cambio en las actividades de la población, pasaron de una actividad primaria como la pesca, a una actividad secundaria y terciaria. Todo este proceso de desecación de los cuerpos de agua generó un cambio en el desarrollo económico de la población, cambiando su actividad a la industria del zapato, que si bien tiene sus orígenes desde la época colonial, no fue hasta la década de los setenta cuando se convirtió en la principal actividad económica del municipio, desplazando a las actividades primarias (Trejo, 2009).

Todo este cambio, causó la desaparición de cuerpos de agua, zonas lacustres; sustituyendo y afectando la vida natural y donde surgió un proceso desordenado y sin control, en donde la población empezaría a crecer en zonas erróneas y por consecuencia a poblar espacios, donde antiguamente la ocupación de los suelos era distinta, y que con los años este territorio se iba ocupando y poblando en mayores cantidades (Trejo, 2009)

Por otra parte se venía generando un proceso de generación industrial en la Cuenca Alta del Río Lerma el cual se manifiesta desde los inicios del siglo XIX, sin embargo, dada la diversificación y complejidad que actualmente ha adquirido la economía regional a partir del desenvolvimiento del modelo de desarrollo industrial, se presentan diferentes interacciones que se caracterizan por una serie de fenómenos y procesos específicos; entre ellos la relevancia económica y social de la cuenca (Peña, Vicente; Orozco Estela Y Roberto Franco :pp1-5).

La propia dinámica industrial ha propiciado la agudización de procesos que, si bien no son nuevos, en años recientes han adquirido mayor relevancia dada la apremiante necesidad que tienen las sociedades a lo largo de todo el orbe por mantener y preservar el medio natural en pro de la permanencia de las generaciones futuras (Peña, Vicente; Orozco Estela Y Roberto Franco :pp1-5).

De este modo, algunas de las problemáticas de mayor relevancia identificadas en la Cuenca Alta del Río Lerma pueden ser expresadas en los términos siguientes:

- Crecimiento acelerado de la población que rebasa la satisfacción de necesidades.
- Tendencia hacia el cambio en los patrones de uso del suelo.
- Disminución de los recursos naturales (agua, suelo y vegetación).
- Degradación progresiva e irreversible del ambiente.
- Ausencia de observancia general de normas ecológicas.

**(Monografía Municipal, 1997)**

Lo anterior son solo algunas problemáticas que presenta la cuenca alta del Río Lerma, y que particularmente procesos como descarga de aguas residuales, pluviales, de diversos municipios afectan a San Mateo Atenco; esto debido a que el municipio se localiza en el nivel base de la cuenca, lo que representa un problema de carácter regional.

Aunque el municipio, presenta una pendiente de 2%, ubicándose en el rango de 0 a 2%, haciendo que el territorio sea apto para la urbanización en un 70%, , el tipo de suelo y el uso que tenía en los años 50 era para un uso primario, donde había cuerpos de agua, y estaba destinado para otro tipo de actividades. Lo que hace que el territorio no sea apto para urbanizarse; pero debido a malas decisiones del gobierno local, el territorio comenzó a urbanizarse. **(H. Ayuntamiento de San Mateo Anteco, 2007)**

Como primer dato causante de este fenómeno, tenemos que el municipio se encuentra en el nivel base de la cuenca, por tanto, los municipios que se encuentran a su alrededor impactan de manera directa a San Mateo Atenco.

Otro dato importante es que el manejo que se dé al espacio de la cuenca, tendrá un impacto positivo o negativo en el municipio, la desecación de las ciénagas, permitir el crecimiento urbano, cambios en el uso del suelo.

En concreto, el problema viene de los demás municipios y San Mateo Atenco recibe los daños de los demás; principalmente al oriente del municipio, con las descargas de aguas residuales. A pesar de que se realizan obras año con año y en cada administración, son a corto plazo, y no se mitiga totalmente el problema, buscar soluciones a corto plazo y de carácter local, no solucionaría el problema, más sin embargo deben tomarse en cuenta, algunas medidas que disminuyan la situación, tales como el no tirar basura, mejorar y dar mantenimiento al drenaje, por mencionar algunas.

### **Hipótesis.**

El proceso de urbanización desordenado en San Mateo Atenco, Estado de México, es efecto del desconocimiento por parte de las autoridades y población ya que esta se ha ubicado desde hace tiempo en zonas vulnerables y riesgosas, desconociendo las condiciones físicas del lugar, que con el paso del tiempo lo único que genera son riesgos urbanos, como inundaciones, deslaves, hundimientos, fallas, fracturas, entre otros. A través del diseño de planes de emergencia se pretende mitigar la problemática que padece la población hoy en día.

## **Objetivo General.**

Analizar las causas y efectos del riesgo urbano por inundación, específicamente en la zona oriente del Municipio de San Mateo Atenco dentro del período 2000-2012 para fundamentar propuestas de solución y alternativas adecuadas para el desarrollo urbano.

## **Objetivos Específicos.**

- Establecer un marco referencial-conceptual sobre el Riesgo Urbano, así como estudios de caso sobre inundaciones.
- Realizar un diagnóstico del Curso Alto del Río Lerma, para comprender mejor la problemática actual.
- Realizar un análisis de información de la zona de estudio tanto en campo como documental, cartográfico, fotográfico, etc.
- Presentar resultados y proponer alternativas de solución al problema regional.

## **Justificación.**

En todo el territorio mexicano existe una diversidad de territorios vulnerables a inundaciones, ya sean de tipo pluviales, fluviales, costeros; sin importar el tipo, afectan aéreas urbanas, comunidades, zonas rurales, zonas turísticas; afectan viviendas, lugares de trabajo.

Se sabe que este problema se debe a los asentamientos irregulares en zonas de riesgo o vulnerables; nuestra preocupación es ahora buscar soluciones para aminorar, prevenir o eliminar el problema, ya que constantemente cada año a causa de este problema se pierde infraestructura, vidas, lugares de trabajo, pérdidas monetarias entre otras.

Para el municipio de San Mateo Atenco, específicamente en 7 de sus barrios, el problema de inundación, no solo afecta sus viviendas, sino también a sus lugares de trabajo, vialidades, así como su producción de zapato y el lugar donde es producido su producto; por ello se considera que es de suma importancia tratar este tipo de problemáticas de riesgo urbano que impactan de forma económica, social, ambiental y territorial; se sabe que el principal factor es la ubicación de los asentamientos en zonas no aptas o zonas muy bajas, las cuales son propensas a inundaciones; la solución no está en retirar las viviendas y a las miles de familias establecidas en un área urbana, sino darle solución eficaz al problema, con propuestas innovadoras, concientizando a la población de la situación y del riesgo en el cual se encuentran(PMDU San Mateo Atenco, 2009-2012).

Por ello el interés , ya que en muchos estados del país se tiene este problema; cuando también sabemos que en épocas del año en ciertos lugares del país el agua es escasa, además de que año con año el agua dulce cada vez es más escasa; y debido a que no la aprovechamos de manera adecuada, ni reutilizamos, me parece que una buena alternativa en un futuro son sistemas de captación pluvial como alternativa a la escases de agua, a las inundaciones, a la sustentabilidad ambiental, al ahorro y aprovechamiento eficiente del agua.

# **CAPÍTULO I: MARCO REFERENCIAL CONCEPTUAL.**

## 1.1 Reseña histórica del riesgo.

Desde las primeras construcciones propias del hombre, aquellas que implicaron que los hombres se establecieran en un lugar determinado, los grupos sociales debieron utilizar materiales locales y depender de las posibilidades ofrecidas en su ambiente, pero a la vez buscar aquellos sitios que ofrecían condiciones mínimas para prolongar su estadía. Pero aún antes, los grupos nómadas, con sencillos cobertizos transportables o basados en lo disponible en los alrededores, debieron localizarse en sitios en que pudieran obtener sus alimentos y cubrir sus mínimas necesidades **(Rodríguez, 2004)**.

La selva, las cuencas de ríos, las costas, las faldas de volcanes, etc., implicaron cada una en sus especificidades diversidad de riesgos, es decir posibilidad de pérdidas y daños para la comunidad correspondiente. Es claro que la cercanía a volcanes ha sido una localización privilegiada por la fertilidad y la disposición de materiales rocosos y minerales de gran utilidad en la vida cotidiana; pero también las costas y las cuencas de ríos de donde no solo se extraía alimentos sino que a la vez constituyeron los principales medios de transporte (lo que permitió el intercambio, la variabilidad y el aprendizaje de avances alcanzados en otros territorios) y por supuesto el peligro de la destrucción total o parcial en momentos de erupción, huracanes, marejadas, crecientes o inundaciones **(Rodríguez, 2004)**.

Desde comunidades muy antiguas como Catal Juyuk a las grandes civilizaciones antiguas que construyeron Teotihuacán, la cercanía a lugares con altos niveles de fertilidad o materiales para desarrollar instrumentos -como valles y faldas de volcanes- estuvieron vinculados a los riesgos elementales de tal localización, y fue mediante la cuidadosa planificación de la construcción y los diseños precisos que lograron prolongar su existencia y sobrevivir como edificaciones mucho más allá de la capacidad social y cultural de sobrevivir como sociedades **(Rodríguez, 2004)**

Las deficiencias relativas a la subsistencia social por carencias en el abastecimiento o la sequía o la reducción de la riqueza de los materiales o la degradación de los suelos, dieron al traste con el aporte portentoso de los arquitectos y constructores, cuyas obras todavía sobreviven como monumentos a su grandeza y a la vez a la falta de destreza para la subsistencia social. Estas no fueron ciudades de civilizaciones aplastadas por otras, como en el caso de Tenochtitlán, sino más bien fueron procesos propios de su dinámica social y productiva la que llevó al abandono del sitio urbano y la desintegración de la sociedad que las creó. En algunos casos, la arquitectura cumplió, pero no así los planificadores sociales y de la producción ni los políticos/sacerdotes. Pero no siempre fue así, no solo por el relativo aislamiento del diseñador del espacio habitacional y su falta de comprensión del complejo contexto social, económico y político; sino también porque en muchos casos fueron sus diseños o la construcción defectuosa de estos los que fallaron y siguen fallando, creando así diversidad de riesgos para los ocupantes de tales espacios habitables o urbanos.

**(Rodríguez, 2004)**

El concepto de riesgo, ha estado presente desde siempre en las sociedades humanas. El primer ejemplo de una práctica que involucra un análisis de riesgo de forma simplificada se remonta a las comunidades de la antigua Babilonia, que ocuparon el valle del Éufrates y el Tigris, 3200 a.C., Donde existió un grupo llamado el Asipu. Una de las funciones del Asipu era la de servir como grupo consultor para decisiones difíciles de tomar por lo inseguras o inciertas. Si se deseaba tomar una decisión sobre alguna acción venidera se podía consultar a uno de sus miembros, que se encargaba de dimensionar la extracción, identificar alternativas de acción y recoger datos sobre los resultados factibles de cada alternativa (Oppenheim, 1977)

Por otra parte todas las antiguas civilizaciones como los mayas, los aztecas los incas en América, Egipto y Mesopotamia, realizaron sistemas de control de inundaciones o deslizamientos; tuvieron criterios preventivos para reducir el impacto de sucesos naturales o sociales (Oppenheim, 1977)

Si bien todos estos procesos de desarrollo mismos del hombre lo ha llevado a conceptualizar de manera apropiada elementos vinculados a su hábitat, medio ambiente y las posibilidades de interacción entre ellos. En principio se ha tenido una percepción confusa acerca del término vulnerabilidad, esta acepción ha contribuido a dar claridad a los conceptos de riesgo y desastre (Cardona, 2001).

Durante mucho tiempo estos dos conceptos asimilaron una posibilidad y ya un hecho, asociados a una sola causa: el fenómeno, ante el cual no había mucho que hacer. Sin embargo, el marco conceptual de la vulnerabilidad surgió de la experiencia humana en situaciones en que la propia vida diaria normal era difícil de distinguir de un desastre. La gran mayoría de las veces existen condiciones extremas que asientan del mente frágil el desempeño de ciertos grupos sociales, las cuales dependían del nivel de desarrollo alcanzado, así como también de la planificación de ese desarrollo. Para ese entonces el proceso de desarrollarse bien pensado era considerar como en armonía entre el hombre y el medio ambiente. Se empezó a identificar a los grupos sociales la vulnerabilidad, entendida, la reducida capacidad para ajustarse hubo adaptarse a determinadas circunstancias (Cardona, 2001).

De acuerdo a lo anterior al hablar del riesgo necesariamente nos encontramos ligados a otra concepción en cuanto a la fenomenología sobre los desastres, ya que, para comenzar a hablar sobre el riesgo, necesariamente tenemos que hablar de la vulnerabilidad ya que como lo menciona anteriormente Cardona, la vulnerabilidad ha dado claridad al concepto riesgo y desastre, pero también la necesidad de explicar lo que ocurre en el entorno del hombre lo ha llevado a conceptualizar la vulnerabilidad de la siguiente manera:

*“La vulnerabilidad, en otras palabras, es la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir daños en caso que un fenómeno desestabilizador de origen natural o antrópico se manifieste. La diferencia de vulnerabilidad del contexto social y material expuesto ante un fenómeno peligroso determina el carácter selectivo de la severidad de los efectos de dicho fenómeno”* (Cardona, 2001)

Al igual que Cardona en el año de 1979 UNDRP y UNESCO buscaron definir los conceptos referentes al riesgo y la vulnerabilidad por lo cual, promovieron una reunión de expertos con el fin de proponer una unificación de definiciones. El informe de dicha reunión, *Natural Disasters and Vulnerability Analysis*, incluyó las siguientes definiciones:

- a) **Amenaza, peligro o peligrosidad.** Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto periodo de tiempo en un sitio dado.
- b) **Vulnerabilidad.** Es el grado de pérdida de un elemento un grupo de elementos bajo riesgo; resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso, expresado en una escala desde cero o sin daño a 1 o pérdida total.
- c) **Riesgo específico.** Es el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un suceso particular y como una función de láminas ahí la vulnerabilidad.
- d) **Elementos en riesgo.** Son la población, los edificios y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta en un área determinada.
- e) **Riesgo total.** Se define como el número de pérdidas humanas, ellos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de un desastre, es decir el producto del riesgo específico y los elementos en riesgo.

Los dos términos, riesgos y ciudad están muy frecuentemente asociados. Por ejemplo, desde siempre la ciudad se ha concebido como una totalmente peligrosa, más allá del lugar del riesgo. Un medio de defensa frente a este problema resistencia, el espaciamiento, la poca densidad **(Lavigne, 1988)**.

En la ciudad, el riesgo se percibe como la posibilidad de una interrupción del proceso metabólico de ésta, por un bloque de los intercambios, por el exceso o la insuficiencia de flujos en el espacio urbano **(Lavigne, 1988)**.

Se sabe también que la conciencia del riesgo es una de las características de nuestro entorno actual, el riesgo se percibe desde un principio, imputable, es decir, se pueden identificar causas y responsables **(Fabiani et Theys, 1987)**.

Existen diversas visiones acerca de la categoría riesgo. Entre las más extendidas se encuentra aquella que parte de la idea de que las sociedades se tornan riesgosas a partir de que sus estructuras (sociales y materiales) se encuentran localizadas en zonas con una alta presencia de amenazas. El elemento físico-natural juega un papel dominante en esta concepción y es el elemento activo. La sociedad por su parte, es un elemento pasivo frente a lo natural. En las corrientes más avanzadas de esta visión, se han introducido elementos “sociales” en la ecuación del riesgo. Se reconoce una vulnerabilidad frente a las amenazas; sin embargo, ésta generalmente se entiende como una vulnerabilidad física o estructural (material) que puede reflejarse en distintos niveles de resistencia de la sociedad frente al impacto de las amenazas **(Mansilla, 2000)**

Allan Lavell fue el primero en incorporar una visión global sobre la concepción del riesgo al desagregar las amenazas en cuatro diferentes tipos según su fuente de origen (naturales, socio-naturales, antrópicas y tecnológicas), demostrando con ello que en el proceso de construcción del riesgo el elemento social no es exclusivo de la vulnerabilidad, sino que también juega un papel decisivo en la conformación y agudización de cierto tipo de amenazas **(Lavell, 1996)**.

Por otra parte un concepto que aparece sistemáticamente en el análisis de los riesgos, en especial en el medio urbano: la vulnerabilidad. Crezca cuestionar la confiabilidad del sistema urbano por su complejidad de sus crecientes interdependencias (Lavigne, 1988).

La vulnerabilidad aparece frecuentemente como sistema articulado en torno a gran número de variables. Puede definirse como la propensión de una sociedad data a sufrir daños en caso de desastre.

El enfoque cualitativo de la vulnerabilidad se basa en la identificación y el análisis de factores que inciden en ella. Los que surgen a menudo son: crecimiento demográfico y urbano, modos de uso del suelo, facto de sus económicos, psico-sociológicos, cultura, historia de la sus ideas expuestas, aunque también factores técnicos, funcionales, institucionales y político-administrativos (d'Ercole, 1994).

Las ciencias sociales y la historiografía en México han dedicado poco espacio al estudio de los desastres naturales desde los efectos que provocaron en la antigüedad; Fenómenos meteorológicos como sequías, heladas o lluvias abundantes; o bien de origen geológico como sismos o erupciones volcánicas, sus manifestaciones, efectos y consecuencias en las sociedades del pasado, han sido problemas desatendidos. La presencia de estos fenómenos naturales en determinadas condiciones sociales, económicas y políticas que se identifican como condiciones de riesgo, podrán provocar no sólo desastres sino verdaderas catástrofes, sobre todo cuando se encadenaban unos con otros, o cuando se asociaban con epidemias o plagas (Acosta,1993)

## **1.2 Enfoques sobre el Riesgo.**

A pesar de esfuerzos de la geografía y las ciencias sociales a partir de mediados del siglo XX, el tema del riesgo desde la perspectiva de la prevención de desastres ha sido tratado relativamente poco tiempo. Su análisis sistemático prácticamente lo asumieron los especialistas de las ciencias naturales con estudios acerca de fenómenos sobre ejidos dinámicos, hidrometeorológicos y tecnológicos tales como

terremotos, deslizamientos, inundaciones, accidentes industriales, etc. (Kates, 1971.; White, 1973.; Quarantelli, 1988).

En otras palabras, inicialmente el énfasis se dirigió hacia el conocimiento de las amenazas por el sesgo investigativo y académico de quienes generaron las primeras reflexiones sobre el tema (Cutter, 1994).

Es importante mencionar que aún se conserva este énfasis, en particular los países más avanzados, donde por su desarrollo tecnológico se intenta conocer con mayor detalle los fenómenos generadores de las amenazas. Esta tendencia fue evidente durante los primeros años del “Decenio internacional para la reducción de los desastres naturales” declarado por la asamblea General de las naciones unidas por los últimos años del siglo XX (Cutter, 1994).

Si lo que se pretende es la estimación del riesgo, indudablemente el estudio de la evaluación de la amenaza es un paso de fundamental importancia; sin embargo, para lograr dicho propósito es igualmente importante el estudio y el análisis de la vulnerabilidad. Por esta razón, varios especialistas, posteriormente, promovieron el estudio de la vulnerabilidad física, la cual básicamente fue relacionada con el grado de exposición y la fragilidad de los elementos expuestos para soportar la acción de los fenómenos. Este último aspecto permite ampliar el trabajo a un ámbito multidisciplinario debido a la necesidad de involucrar a otros profesionales tales, ingenieros, arquitectos, economistas y planificadores, quienes paulatinamente han encontrado de especial importancia la consideración de amenaza y la vulnerabilidad, las variables fundamentales para la planificación física y las normas de construcción de edificaciones e infraestructura (Starr, 1969).

El estudio social de los desastres naturales se inició en los años veinte de nuestro siglo. El primer estudio empírico lo llevó a cabo el canadiense Samuel Henry Prince en 1920, a partir de la descripción de la explosión de un barco de municiones en Halifax, Nueva Escocia, y sus efectos. Todavía se le reconoce como el primer investigador en el campo de los desastres.

Sugirió que los eventos catastróficos inducen a un rápido cambio social. A partir de entonces, la mayor parte de los estudios empíricos en este campo han tomado como punto de partida la conocida como "hipótesis de Prince" y se han dedicado a probarla o bien a refutarla. Algunos han encontrado que los desastres no dejan efectos de larga duración en las comunidades que afectan, simplemente las desorganizan temporalmente; otros insisten en que los desastres pueden acelerar o disminuir la velocidad del cambio, pero en general no provocan cambios trascendentales. En tercer lugar, se encuentran aquellos investigadores que han obtenido evidencias empíricas de que algunos desastres sí han inducido cambios mayores en las sociedades afectadas (Cfr. Bates y Peacock 1987).

Cuatro años después de la aparición del estudio pionero de Prince, apareció el que es considerado como el primer estudio teórico sobre desastres: el de Pitrim Sorokin (1942) acerca de las "calamidades". A pesar de que contiene un sugestivo tratamiento no ha tenido gran impacto. Se le reconoce haber sugerido que los desastres deben considerarse como elementos importantes en las generalizaciones de tipo inductivo que llevan a cabo los científicos sociales y no como eventos sociales únicos (Cfr. Dynes 1987).

Fue hasta después de la segunda guerra mundial que surgió la primera generación de estudios sistemáticos sobre desastres y que se empezaron a crear instituciones específicamente dedicadas a estos temas, teniendo siempre como foco de atención las sociedades contemporáneas. Se llevaron a cabo exámenes empíricos sobre la naturaleza del comportamiento humano y la interacción social en períodos de emergencia provocados por desastres. A través de estos estudios descubrieron que la respuesta humana a los desastres se caracterizaba por altos niveles de actividad, racionalidad y altruismo, y no por un comportamiento antisocial, aberrante y criminal, como se afirmaba (Cfr. Wenger, 1987).

Algunas conclusiones interesantes o "lecciones" a las que ha llegado este último tipo de estudios, y que pueden ser de utilidad para un estudio socio-histórico de los desastres naturales son las siguientes:

- a) los desastres naturales siempre interrumpen un cierto desarrollo
- b) los desastres naturales deben estudiarse y analizarse como parte de los procesos sociales y económicos
- c) hay que tomar en cuenta la diferente respuesta entre la población afectada, en particular su notable vitalidad y capacidad organizativa para lograr la supervivencia, y la inercia que ha caracterizado la respuesta gubernamental en la mayoría de los casos;
- d) los desastres naturales se suman a los cotidianos desastres económicos y políticos por los que atraviesan ciertos países, regiones o sectores **(Cfr. Caputo, Herzer y Morello, 1985)**.

A partir de estos enfoques surgió una hipótesis:

*“Los desastres naturales constituyen el detonador de una situación social, económica y política crítica previamente existente: “Los fenómenos naturales juegan un rol muy importante como iniciadores del desastre, pero no son la causa. Esta es de naturaleza múltiple y debe buscarse fundamentalmente en las características socioeconómicas y ambientales de la región impactada” (Cfr. Caputo, Herzer y Morello, 1985).*

El énfasis puesto en la vulnerabilidad como el "agente activo" de los desastres naturales y no en el fenómeno natural mismo, constituye una interpretación alternativa. Partiendo de que la vulnerabilidad no se determina por "fenómenos peligrosos", sino por ciertos procesos sociales, económicos y políticos, los más vulnerables serán los países más pobres y dependientes, las regiones más desfavorecidas, los habitantes de la tierra con menos recursos. Esta situación desfavorable es resultado de la evolución histórica de procesos multilineales

sociales y económicos que, aunados a las condiciones físicas y meteorológicas específicas, provocan la mayor vulnerabilidad de estas sociedades (Acosta, 1993)

El problema de riesgo y desastre urbano gira en torno a tres tipos de problema, los cuales están relacionados. Primero, el problema de los factores causales, que tienden a aumentar, y explican el riesgo en las ciudades y su naturaleza cambiante; segundo, el problema de la respuesta social a los desastres una vez ocurridos, y los condicionantes impuestos por las características multifacéticas de las ciudades como entornos de acción: y, tercero, la problemática de la reconstrucción en el entorno urbano. La discusión de estas tres vertientes debe permitir la identificación de opciones reales para la reducción de la vulnerabilidad de las ciudades hacia el futuro y para el mejoramiento de los sistemas de respuesta (Lavell, 1996).

El riesgo, o la probabilidad de daños y pérdidas, es un concepto fundamental que supone la existencia de dos factores: amenazas y vulnerabilidades. Con la idea de amenaza se refiere a la probabilidad de la ocurrencia de un evento físico dañino para la sociedad; la vulnerabilidad refiere a la probabilidad de una sociedad o elemento de la sociedad de sufrir daño. El riesgo se crea en la interrelación o intersección de estos dos tipos de factores, cuyas características y especificidades son sumamente heterogéneas. Aun cuando para fines analíticos se suelen separar estos dos factores, estableciendo una aparente autonomía de ambos, en la realidad es imposible hablar de amenaza sin la presencia de vulnerabilidad y viceversa. Para que haya una amenaza tiene que haber vulnerabilidad. Si no existe una probabilidad de sufrir daño al encontrarse frente a un evento físico determinado, no hay amenaza, sino solamente un evento físico natural, social o tecnológico sin repercusiones en la sociedad (Lavell, 1996).

Respetando la idea de que la división de los factores de riesgo en amenazas y vulnerabilidades es una conveniencia analítica que simplifica la realidad dinámica y dialéctica, podemos resumir las características de estos dos tipos de factores, en lo que se refiere al problema del riesgo urbano, de la siguiente manera:

#### Amenazas Naturales:

La ubicación originaria de un número importante de los centros urbanos a escala mundial se explica por su proximidad a diversos recursos naturales, aun cuando, con cambios en las estructuras y lógicas económicas y en las tecnologías de comunicación y transporte, estos factores hayan perdido peso con el paso del tiempo. La proximidad a mares, océanos, lagos y ríos o a depósitos de minerales; y la ubicación en valles intermontaños tectónicos o en las faldas de volcanes, entre otras, se explica por el acceso a recursos que facilitan el transporte de bienes, la producción pesquera, agrícola o industrial y la interrelación comercial y poblacional en general.

#### Amenazas Socio naturales:

Los procesos y eventos naturales establecen límites o fronteras “naturales” al desarrollo de la sociedad y de las ciudades. Son inmutables, en gran medida, a pesar de que la tecnología permite, en determinadas circunstancias, una modificación de su comportamiento e impacto en la sociedad, como es el caso con la construcción de presas, diques, paredes de retención etc.

#### **Las Vulnerabilidades asociados al Entorno Urbano.**

La vulnerabilidad significa una probabilidad de sufrir daño, pero a la vez, una medida de las dificultades que enfrenta una sociedad para recuperarse del daño sufrido. La vulnerabilidad, en cualquiera de sus distintas expresiones es socialmente construida. A la vez que se expresa en condiciones de inseguridad, cada expresión es en sí, el resultado de procesos sociales complejos, íntimamente relacionados con las modalidades de desarrollo o no desarrollo histórico o actual, de la sociedad bajo análisis (Blaikie, et. al., 1996).

### 1.3 Estudios de caso sobre inundaciones.

Las formas de urbanización que caracterizan a los países de América Latina, han dado lugar a la construcción de procesos de riesgo en las ciudades, expresando en una fuerte concentración de eventos de desastre durante los últimos treinta años.

Según bases de datos de Desinventar disponibles para 8 países, entre 1980 y 2009 ocurrieron poco más de 67 mil eventos de diversa magnitud y origen, donde los países con mayor concentración de eventos son Colombia y México, seguidos de Perú y Costa Rica.

El tipo de eventos ocurridos en las áreas urbanas, también es indicativo de determinados patrones de riesgo. Dentro del tipo de eventos considerados para este análisis, vemos que las inundaciones ocupan el primer lugar de ocurrencia en 7 de los ocho países considerados, los deslizamientos ocupan el segundo lugar de ocurrencia en 6 países de los ocho considerados y el tercer lugar lo ocupan las lluvias –eventos muy asociados a las inundaciones- en 4 de los ocho países analizados (Mansilla, 2010).

#### Proporción de los principales eventos ocurridos 1980-2009.

País	Aluviones	Deslizamientos	Heladas	Inundaciones	Lluvias	Sequías	Sismo	Vendavales	Otros
Bolivia		14		59	3				23
Colombia		25		47				9	18
Costa Rica		25		59				6	8
Ecuador		26		38	14				21
El Salvador		20		36			8		35
Guatemala		29		27	19				33
México			10	33		8			48
Perú	14			24	15				46

Fuente: Desinventar, Sistema de inventario de efectos de desastres.

A lo largo de los 30 años analizados (40 para Costa Rica) se observa una alta concentración en la ocurrencia de eventos durante la última década, ya que más de la mitad (53.3%) de los eventos totales registrados para los 8 países, ocurrieron entre 2000 y 2009 (**Mansilla, 2010**).

En general, lo que ocurre en los distintos países es muy similar, dado que son los eventos asociados a fenómenos hidrometeorológicos los que mayor incidencia tienen en las zonas urbanas independientemente del tamaño de su población, y lo cual es muestra clara de patrones de riesgo caracterizados por localización inadecuada, déficit de infraestructura para el desalojo de aguas pluviales y deterioro del medio ambiente.

La gran mayoría de las grandes ciudades latinoamericanas se encuentran asentadas en lugares inadecuados, ya sea en faldas de volcanes, en suelos saturados de agua, en las márgenes de ríos, franjas costeras o fallas sísmicas activas. Es decir, en sí mismas, las ciudades presentan condiciones de riesgo asociadas directamente a su localización en territorios sujetos a una diversidad de amenazas. Sin embargo, estas condiciones de riesgo se han venido agudizando por el incremento acelerado de elementos expuestos (físicos y humanos), pero también por una radical transformación del territorio. Donde en tiempos precolombinos existían ríos y lagos, hoy existen transitadas avenidas, viviendas y altos edificios; donde hace un siglo existían bosques en las laderas de las montañas, hoy existen asentamientos marginales o, en el mejor de los casos, zonas residenciales para las clases altas; donde antes se infiltraba el agua de lluvia al subsuelo, hoy existe una plancha de concreto, grandes centros comerciales o supermercados (**Mansilla, 2010**).

La construcción física del espacio urbano ha alterado significativamente el ciclo hidrológico y de reproducción natural en las cuencas, y ha agudizado el riesgo sísmico o volcánico al expandirse sobre fallas geológicas o volcanes activos.

Bogotá era un 'mercado de hierbas' como lo llamaban los indios precolombinos y hoy es un metrópoli de 7.8 millones de habitantes; San José hasta bien entrado el siglo XIX era un cafetal y hoy su Gran Área Metropolitana alberga a 2.6 millones de habitantes; Quito se encuentra localizada en las faldas de un volcán activo, el Guagua Pichincha, y su zona metropolitana ha alcanzado los 2.2 millones de habitantes, mientras que la Zona Metropolitana de la Ciudad de México que para el 2010 está cerca de alcanzar los 20 millones de habitantes, se encuentra localizada sobre lo que antes eran cinco lagos y varios ríos (Mansilla, 2010).

Así como estos grandes centros urbanos, ciudades de menor tamaño han reproducido los patrones de crecimiento y transformación física de los espacios.

Por ello, no sorprenden las tendencias crecientes de eventos como inundaciones, deslizamientos, hundimientos, sequías urbanas o de los efectos producidos por sismos o erupciones volcánicas (Mansilla, 2010).

Particularmente en México, la presencia de las inundaciones tiene su origen por la incidencia de variados factores que se pueden agrupar de manera general en los tres grupos siguientes:

Factores climáticos. Dentro de este grupo el más importante es la Tormenta, la cual refleja las características de la precipitación o la forma en que la superficie terrestre recibe el agua en cualquier estado, proveniente de la atmósfera. Para este tipo de eventos se considera: tipo (convección, orográfica, ciclónica o de frente), duración, extensión y frecuencia. Intervienen además, la situación y continentalidad de la cuenca y la orografía de la región. Otros parámetros son la interceptación, infiltración, evaporación, transpiración.

Factores geomorfológicos. Son aquellos que tienen una directa relación con las características superficiales del relieve, las cuales establecen los procesos de escurrimiento de las aguas, a través de lo que se denomina cuenca hidrográfica y su red de drenaje.

Las características que se considera influyen en mayor medida son: tamaño, orientación y forma de la cuenca; longitudes, pendientes, y secciones de los cauces; lagos y embalses en la cuenca.

Factores extra hidrológicos y obras artificiales. Son aquellos como los deslizamientos de laderas, formación de barreras artificiales en ríos y los glaciares. Por último, las obras artificiales en la cuenca lógicamente modifican las avenidas, pudiendo ser sus efectos positivos o negativos; dentro de las obras artificiales se tienen: cultivos, puentes, embalses y encausamientos. (**Dirección General de Obras Hidráulicas, 1982**).

Para entender de forma más clara la situación que presentan los países de América Latina con respecto a las inundaciones, y poder tener una visión más clara del problema en la Cuenca del Río Lerma se tienen los casos siguientes:

#### **“Riesgos Por Desbordamientos e Inundaciones En La Cuenca Del Río Guarenas, Estado Miranda, Venezuela”**

Lemus, Jesús; Sáez-Sáez, Vidal; Oropeza, Mónica; Siso, Eunice; Barrios, Pedro

Terra Nueva Etapa, Vol. XXV, Núm. 38, julio-diciembre, 2009, pp. 141-166. Universidad Central de Venezuela, Venezuela.

La amenaza por inundaciones en la parte media de la cuenca del río Guarenas, toma importancia por su recurrencia y por la existencia de emplazamientos urbanos vulnerables en acelerado crecimiento y expansión representados por las ciudades de Guarenas, Guatire y Araira. El fenómeno pone en riesgo a la población que allí se asienta, sus actividades y bienes.

El objetivo de dicho estudio, fue caracterizar las áreas susceptibles a la ocurrencia de desbordamientos en la cuenca del río Guarenas, Estado Miranda. Se evaluaron datos ambientales conformados por lluvias mensuales, geomorfología y pendientes.

Los resultados sugieren que debido a las características físicas de las subcuencas de los ríos, así como las quebradas, y debido a la acción de las lluvias, sobre un relieve con pendientes suaves y suelos predominantemente arcillosos, representan elementos que inciden en las inundaciones; hay que agregar las acciones antrópicas: intervención en las cuencas altas, la no canalización en algunos sectores de estos cursos de agua, la presencia de escombros, y desechos sólidos en los cauces que constituyen obstáculos para la corriente de agua.

Lo que se pudo obtener de dicho trabajo fue que los elementos causantes de las inundaciones en zonas urbanas se deben a las acciones del hombre, al tipo de suelo, así como al grado de pendiente existente en el terreno. Siendo para la investigación el mismo caso que el anteriormente descrito.

### **Agenda del Agua 2030:**

Históricamente las inundaciones han afectado principalmente a las regiones hidrológico-administrativas del Valle de México y Frontera Sur. Entre 1980 y 2007, los fenómenos hidrometeorológicos afectaron a más de 8 millones de personas y ocasionaron daños económicos superiores a los 130 mil millones de pesos.

En este periodo, los ciclones Stan e Isidore fueron los que afectaron a mayor número de personas afectadas, mientras Emily, Stan y Gilbert, ocasionaron los mayores daños económicos.

Sin embargo, en diversas regiones de México se han presentado daños debido a los temporales. Por ejemplo, los huracanes ocurridos en 2010, tales como, Alex, Karl y Mathew, afectaron a 118 municipios de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Oaxaca; 138 municipios de los estados de Campeche, Puebla y Veracruz; y 56 municipios de los estados de Chiapas y Oaxaca, respectivamente. Los daños y pérdidas económicas que provocaron ascendieron a 84.145 miles de millones de pesos.

La carencia de efectividad en materia de ordenamiento territorial es quizás, el problema de mayor relevancia y la causa principal de la vulnerabilidad de una gran parte del país ante fenómenos como los huracanes y las lluvias torrenciales; de la pérdida de recursos naturales, de la ocupación indebida del suelo o de su urbanización sin planeación; y de la generación de conflictos sociales e insalubridad que se observa en muchas ciudades y pueblos. Sin embargo, el deficiente ordenamiento de la ocupación del territorio no es resultado de una sola causa, sino consecuencia de un intrincado conjunto de factores políticos, económicos y sociales, lo que dificulta su adecuada comprensión y su eficaz solución.

Con lo anterior podemos conocer que en el territorio nacional existe una gran deficiencia en cuanto a la protección y solución contra los riesgos, en caso particular contra inundaciones, por lo cual es importante conocer el territorio que se pretende urbanizar, para evitar la confrontación de riesgos, que son principalmente ocasionados por el desconocimiento del territorio en particular de los riesgos que pueden existir en una zona determinada.

Para evitar estos problemas se debe contar con personal capacitado que conozca el territorio y los riesgos que puede existir en el, para así, evitar futuros problemas, que generan pérdidas económicas, físicas y humanas; además de que instancias de gobierno deben actuar de manera conjunta para mitigar y dar solución a los conflictos que no se evitaron en su momento.

## **“Riesgo Por Inundaciones En Asentamientos Precarios Del Periurbano. Morelia, Una Ciudad Media Mexicana. ¿El Desastre Nace O Se Hace?”**

Hernández, Juan; Vieyra, Antonio

Revista de Geografía, Norte Grande, núm. 47, 2010, pp. 45-62  
Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile

En este estudio los autores mencionan la identificación de 2 Ríos, el río Grande y el río Chiquito que atraviesan la ciudad de Morelia y sus respectivos afluentes (entre ellos el arroyo de Tierras, presente en los temporales de lluvias) son considerados peligrosos debido a sus constantes desbordes (**Silva y Arreygue, 2005; Arreygue et al., 2005**).

Sin embargo, en los últimos años la incidencia de inundaciones en la periferia de la ciudad ha cobrado innumerables pérdidas materiales y económicas, lo que lleva a suponer los cambios estructurales a raíz de la extensión ilimitada de superficie urbana y la proliferación de asentamientos, favoreciendo la formación de nuevas zonas de inundaciones y agudizando la problemática en aquellas que constantemente han sufrido los impactos.

Llegan a la conclusión de que existe un rápido incremento de asentamientos periféricos en riesgo de inundaciones, sobre espacios que regularmente se encuentran fuera de la normatividad oficial y ocupados por población de bajos recursos económicos en búsqueda de vivienda.

Esto a su vez se traduce en las condiciones de dichas viviendas, autoconstruidas con materiales precarios, carentes de los servicios básicos e irregularidad en la tenencia del suelo, fomentando la susceptibilidad y el riesgo.

Este trabajo pone de manifiesto que el desastre se hace debido a que la recurrencia de inundaciones viene a la par del crecimiento urbano en superficies no aptas, representado por diversos asentamientos bajo condiciones precarias y ocupando suelos inseguros que suelen transformar el fenómeno natural en desastre.

Con lo anterior se confirma que al igual que en Morelia, San Mateo Atenco se encuentra a la cercanía de un río, el Río Lerma, el cual también le provoca inundaciones; todo esto debido al desconocimiento de las zonas, ya que existen casos como estos en los que el proceso de urbanización fue con desconocimiento y sin un orden, lo que provoca una vulnerabilidad generada por los propios habitantes.

Por deducción sabemos que el desastre se hace, como lo mencionan en el estudio, ya que es producto de falta de conocimiento del suelo, del medio natural; ya que todos estos procesos naturales existieron desde los primeros asentamientos; pero así como se carece de conocimiento del terreno, también hay un desconocimiento sobre el proceso de urbanización ordenado, ya que como lo mencionan en este estudio, las inundaciones van a la par con el crecimiento urbano en superficies irregulares, no aptas para asentarse.

### **“La Vulnerabilidad De Los Asentamientos En Espacios No Urbanizables En El Municipio De San Mateo Atenco, Estado De México”**

Vázquez Sánchez, Martín; Méndez Ramírez, José Juan,

Quivera, vol. 13, núm. 1, enero-junio, 2011, pp. 244-268. Universidad Autónoma del Estado de México Toluca, México.

El siguiente estudio pretendió comprender la situación de vulnerabilidad que presenta la población del municipio de San mateo Atenco, con respecto a las constantes inundaciones que se presentan en el mismo.

En esta investigación los autores identifican que al cabo de 16 años la población continua aumentando, abarcando poco a poco áreas no propicias para desarrollo urbano que anteriormente eran terrenos de cultivo, pero durante el lapso de esos años (1986), se tenía 948.9 hectáreas de zonas destinadas al cultivo que corresponden el 75.44% de la superficie total del municipio y de zona urbana 250 hectáreas con el 19.95%. Para 1989 cambian drásticamente estos datos con 442.5 y 813.2 hectáreas, pasando de 75.44% a 35.18% y de 19.95% a 64.65% respectivamente, como consecuencia de esto surge una expansión urbana acelerada introduciendo vialidades, bienes y servicios, concreto o pavimento sobre la superficie al igual que nuevas funciones y actividades económicas al territorio. Lo que antes eran filtraciones de agua, ahora son planchas de cemento que llevan el agua de lluvia hacia las zonas lacustres las cuales se inundan, afectando la estructura urbana.

Ya para el año 2005 la mancha urbana ha aumentado tanto que abarca espacios vulnerables por inundación cercanas al Río Lerma, marcando la pérdida de espacios agrícolas y el aumento de construcciones humanas que faciliten su vida, pero al mismo tiempo modificando el sistema ambiental que ahí se manifestaba naturalmente y al no ser considerado, la sociedad se encuentra en riesgo por las inundaciones, ya que afectan sus viviendas e infraestructura urbana.

Se menciona que las zonas de vulnerabilidad urbana por inundación, es consecuencia de la atracción económica por la industria en Toluca, además de que el proceso de urbanización que se dio en el municipio fue acelerado y sin control; agotando espacios urbanizables e invadiendo espacios de productividad agrícola, aéreas inundables; lo que fue efecto, no de la naturaleza, sino de la población, pues ha generado su propio riesgo a través de los años, por su desconocimiento del territorio que se urbaniza; lo que los ha convertido en actores vulnerables por inundación.

A manera de conclusión consideran que es prescindible realizar dictámenes en materia de impacto ambiental, no sólo para conjuntos urbanos o de cualquier otro tipo, sino que también se considere su elaboración a la hora de destinar usos de suelo en el territorio, manteniendo un equilibrio entre medio ambiente y actividades humanas que transforman el territorio y lo adaptan a sus necesidades sociales.

El medio ambiente es un punto esencial en la existencia de la sociedad, pero cuando no se toman las medidas pertinentes los impactos suelen ser desastrosos para la población; generando así, asentamientos humanos vulnerables cuando se hace uso de áreas no aptas para poblarse.

Lo anterior pone de manifiesto que el desconocer los riesgos que presenta un territorio, trae consecuencias muy graves, además de que el crecimiento demográfico sin control debe evitarse, con una adecuada planeación del terreno, para evitar con ello problemas, como el caso de inundación, uno de tantos riesgos existentes en el territorio nacional.

Estos 3 casos, demuestran que tanto factores naturales como actividades del hombre generan el riesgo que hoy en día presentan una diversidad de ciudades y estados de México, y que sin duda es un tema importante y que debe afrontarse, con soluciones funcionales, con personal capacitado que destine los usos de suelo en terrenos seguros, con una visión a largo plazo en cuanto a la distribución del territorio, para evitar nuevos riesgos y con ello más pérdidas.

**CAPITULO II.**  
**DIAGNÓSTICO DEL**  
**CURSO ALTO DEL**  
**RÍO LERMA.**

## 2.1 ANTECEDENTES.

Debido principalmente a la minería, desde 1906 se reportaba la muerte de la fauna del Río Lerma y el envenenamiento de suelos y animales que bebían dicha agua. Sin embargo, las empresas continuaron con sus prácticas mineras. Después de la caída de la minería, los obreros se convirtieron en ejidatarios y campesinos, los cuales carecían de conocimientos de una agricultura sustentable y del cuidado de los suelos, causando así un impacto ambiental en dichos lugares **(CCRECL. GEM. 1993.)**

Hasta antes de 1951, en la región de la cuenca alta del río Lerma, se encontraba un sistema lagunar alimentado por varios manantiales de pie de monte, como los de Almoloya, Texcaltengo y Alta Empresa, entre otros. Estos cuerpos de agua lagunar en conjunto desplazaban 30 km de longitud y se conectaban entre sí por cortos canales que unían a la Laguna de Chimaliapan en Lerma y San Bartolomé Oztolotepec, en ésta área lagunar nacía el río Lerma.

Los primeros estudios hidrogeológicos de la zona del CARL se hicieron en los años 60's pero estuvieron centrados sólo en la identificación de sitios para la construcción de pozos de abastecimiento para el valle de Toluca y el Distrito Federal **(Secretaría de Recursos Hidráulicos, 1990)**

En la década de los 60 se construyó la presa J. Antonio Alzate para la irrigación de la zona y la prevención de inundaciones. Con una capacidad de 35.3 millones de m<sup>3</sup>, es alimentada y drenada directamente con aguas del río Lerma y se localiza en el límite entre el curso alto y medio de la cuenca **(Comisión Nacional del Agua. 1993).**

La demanda de agua potable y energía del D. F. hizo necesaria la construcción de un acueducto directo del nacimiento del río Lerma en la Laguna de Almoloya del Río. Este acueducto abastece con 79,000 Kw y 14 m<sup>3</sup>/s de agua potable al D. F. Desde los años 80, se ha sabido que la calidad del agua del CARL ya no es adecuada para la vida acuática **(García E. y Falcón D., 1974).**

En la zona lacustre, la presencia de moluscos, peces, crustáceos, insectos, anfibios, reptiles y diversas aves migratorias era de importancia, perdiéndose gran parte de ella debido a los asentamientos humanos y la desaparición de ambientes propicios para la vida animal **(CCRECRL. GEM. 1993.)**

Los metales disueltos son unos de los contaminantes más importantes en los sistemas acuáticos, ya que siguen mecanismos de precipitación, evaporación, movilización, etc. Lo que puede provocar su bio acumulación en la cadena alimenticia. En el CARL, la presencia de metales como el Cu, Fe, Mn, Pb y Zn en los sedimentos están por arriba de los límites máximos recomendados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA), ya que México no cuenta con una legislación en cuanto a concentraciones de metales pesados en sedimentos dragados de ríos **(Tejeda, 2005)**

Al final del curso alto del río Lerma, en la presa Alzate, también se ha reportado el enriquecimiento de sedimentos y agua con metales pesados como el Cu, Cr, Pb, Zn, etc. **(Pérez, 1999)**

Si bien, desde 1990 se han invertido 714 millones de dólares en la construcción de plantas de tratamiento en el CARL, los municipios carecen de recursos económicos y humanos para mantenerlas funcionando **(Rocha, 2006)**.

Actualmente, 3 plantas de tratamiento están en funcionamiento: La Macro planta Toluca Norte y Toluca Oriente, así como la planta de tratamiento de aguas industriales Reciclagua **(Danilo y Delgado, 2000)**.

Se estima que estas plantas tratan el 75 % de las aguas residuales del CARL, sin embargo, los resultados del monitoreo de calidad del agua, muestran que esto es insuficiente **(Santos, 2006)**.

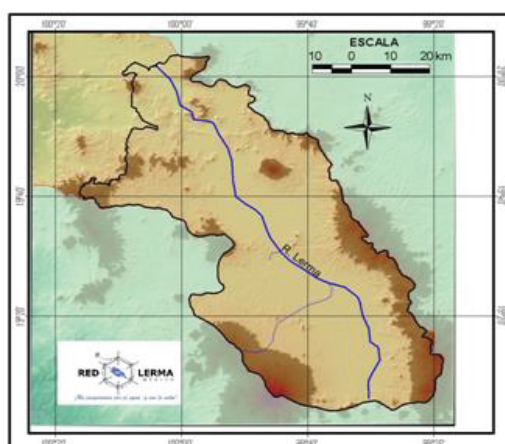
También cabe mencionar que los asentamientos humanos irregulares han afectado al CARL. Provocando la sobreexplotación del suelo para uso agrícola, la erosión del suelo a causa de la tala desmedida, la disposición de desechos sólidos

y de solventes provenientes de talleres caseros de zapatos, principalmente en el municipio de San Mateo Atenco, etc. (CCRECRL. GEM. 1993.)

## 2.2 EL CURSO ALTO DEL RÍO LERMA.

La cuenca del río Lerma en el Estado de México se desarrolla desde el centro del territorio estatal hasta el noroeste con los límites de Querétaro y Michoacán; comprende un área aproximada de 5,146 km<sup>2</sup> y una longitud del cauce de 177.8 km, la elevación sobre el nivel del mar en el nacimiento es de 2,570 metros y en la salida del Estado es de 2,360 m.s.n.m. ( Atlas Ecológico de la cuenca hidrográfica del río Lerma”. 1993).

Mapa. 1. Cuenca del río Lerma - Estado de México.



Fuente: Comisión Coordinadora para la Recuperación Ecológica de la cuenca del río Lerma. GEM. “Atlas Ecológico de la cuenca hidrográfica del río Lerma”. Tomo I Cartografía. 1993.

Debe mencionarse que por la vertiente Nororiental del nevado de Toluca hay varias corrientes que fluyen hacia el Norte, Noreste y Oriente y como proceden del punto más alto de la zona, también forman parte de los orígenes del río. En este caso se encuentran los ríos Tejalpa, Verdiguél y Santiaguíto, principales corrientes que bajan del volcán.

Al concluirse en 1970 las obras de 230 pozos y 170 km de acueductos que aportaban más de 14 m<sup>3</sup>/s al Distrito Federal, se modificaron profundamente los sistemas lacustres de la zona, presentando en la actualidad solo algunos relictos de este paisaje, los cuales funcionan como trazadores de nivel de base local de la recarga acuífera que se efectúa en cumbres y laderas de la cabecera de la cuenca alta del río Lerma, en donde es posible ubicar el origen del río, pues por la vertiente nororiental del Nevado de Toluca varios torrentes fluyen hacia el norte, noreste, oriente y procedente del punto más alto de la cuenca, la cima del Nevado de Toluca; por lo que se pueden considerar, entre otros principales formadores, los ríos Tejalpa, Verdiguél, Santiaguito, La Gavia, Otzolotepec, Ocoyoacac, Temoaya y Sila, entre otros (CAEM. "PHIEM, 2003).

Desafortunadamente la cuenca del río Lerma dentro del Estado de México presenta una situación similar a la descrita anteriormente mostrando con un mayor énfasis a nivel local algunos de los problemas de toda la cuenca, en especial lo relativo a la contaminación de los cuerpos de agua. Debido esto, a que la zona ha sido escenario de un intenso crecimiento socio-económico, con un importante aporte para el Estado, pero que también ha generado un proceso acelerado y progresivo de deterioro del marco natural, mismo que se expresa de forma ambiental, social y económica. Esto último derivado de las limitaciones y restricciones que impone al modelo convencional de desarrollo, pero sobre todo la falta de disponibilidad y acceso a los recursos hídricos de esta zona del Estado (CAEM. PHIEM, 2003).

Es así que el acelerado crecimiento demográfico e industrial, y el intenso flujo de actividades comerciales y agrícolas (y el consecuente cambio de uso de suelo para cada caso), aunado a la exportación de importantes volúmenes de agua de esta parte de la cuenca hacia la cuenca del Valle de México, han propiciado el desarrollo de una situación hídrica en crisis que se caracteriza por patrones de uso y consumo que incrementan rápidamente la demanda. La situación anterior

explica en parte el estado actual de los recursos hídricos, los cuales presentan problemas de sobreexplotación y contaminación. A su vez, la alteración del régimen hídrico natural de la zona (y de su entorno natural en general) impacta a la población de distintas formas, incluyendo las inundaciones que recurrentemente provocan graves pérdidas económicas en todos los sectores. La erosión de suelo, riesgos a la salud, hundimientos de suelo, escasez de agua, riesgo de conflictos sociales derivados de la competencia por el agua, son entre otros los problemas que caracterizan la situación actual de la cuenca del río Lerma dentro del Estado de México (CAEM. PHIEM, 2003).

El curso alto del Río Lerma (CARL) se desarrolla desde el centro del territorio nacional en el Estado de México, hasta los límites del municipio de Temoaya en donde se localiza la Presa José Antonio Alzate.

Comprende un área de 5 146 km<sup>2</sup> y una longitud de cauce de 177 km. La elevación sobre el nivel del mar en el nacimiento es de 2,570 m y en la salida del Estado de México de 2,360 m. Dentro del territorio estatal, la precipitación media es de 707 mm/año y la evaporación media de 2 439 mm/año. Los climas son: templado lluvioso, lluvioso semifrío y frío con temperatura media de 13 °C. El escurrimiento virgen anual es de 1 103 hm<sup>3</sup> (González, 2006).

De acuerdo a los datos del Censo 2000, en la subzona Alto Lerma se concentra el 34% de la población de la región, siendo su población de 3.6 millones de habitantes. Esta subzona registra la mayor densidad de población de la región, con 271 habitantes por km<sup>2</sup>. La cuenca más poblada es Alzate, con cerca del 47% de la población subzonal; esto se explica por la conurbación Toluca-Metepec, en donde se asienta el 16% de la población total de Alto Lerma (CAEM. PHIEM, 2003).

Es importante tomar en cuenta algunas características del medio físico de la cuenca para tener una visión general de la zona de estudio y su contexto que lo rodea, por tal motivo se describe lo siguiente:

### 2.2.1 Topografía.

La Cuenca Alta del Río Lerma, define su cabecera meridional sobre el parte aguas de cimas y crestas topográficas de estructuras volcánicas de diferentes edades y características litológicas.

El sector oeste de este lineamiento topográfico semicircular, está formado por los cerros San Antonio y la Calera como contrafuerte noroccidental del Nevado de Toluca de **4,565 m.s.n.m.**

Este estrato –volcán poli genético, cuyo origen se sitúa en el Terciario más tardío, se ha venido construyendo por múltiples erupciones de lavas dacítico-andesíticas, cubiertas casi totalmente por lahares y depósitos pumíticos, producto de sus dos últimas erupciones, consignadas en 24,780 +/- 259 años a. p. (es decir; que la datación consigna una antigüedad de veinticuatro mil setecientos ochenta años más menos doscientos cincuenta y nueve, diferencia en la estimación a partir del presente de la era cristiana) de tipo vulcaniano y la más reciente de tan sólo 11,580 +/- 70 años a.p. de tipo plianiano que cubre una vasta región de aproximadamente 80 kms. De radio y un área de 1,700 km<sup>2</sup> definida como la formación Toluca superior constituida principalmente de pumitas lapillis y cenizas volcánicas; mas al sur, en contacto con la falla de Tenango (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII, 2002**).

En dirección este-oeste, contemporánea a las primeras secuencias eruptivas del Nevado, se extiende la colada lávica del basalto Tenango, que forma una nivelada meseta-lávica estructurada por tres fuentes eruptivas de aproximadamente 8,500 años a.p. donde se asentó la fortificada ciudad de Teotenango 1,000 años antes del presente.

A partir del frente oriental de estas coladas y de las andesitas del terciario cortadas por la falla de Tenango, la sierra Nahuatlaca- Matlazinca, extiende el parteaguas hacia el oriente hasta el pie de monte de la Sierra de las Cruces. Sobre la sierra Nahuatlaca - Matlazinca se desarrolla un campo de vulcanismo monogenético del cuaternario tardío que presenta sobre la Cuenca cuando menos 22 volcanes mono genéticos. La Sierra de las Cruces y Monte Alto hasta el cerro de la Bufa y sus estribaciones, se conectan al pie del Monte de la Sierra Chapa de Mota, la región volcánica de San Bartolomé de Morelos, Peña Redonda y Peña Nadó, formando con el lineamiento de sus crestas y cimas topográficas, el parte aguas oriental y norte de la Cuenca (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII, 2002**).

En la porción paralelamente opuesta, se hace notar después del contrafuerte noroeste del Nevado de Toluca formado por el cerro Santa Cruz y la Calera, otro profuso campo de flujos basálticos cortado por la falla Perales, que define estructuralmente el escalonamiento tectónico del Valle de Ixtlahuaca, delineado además, por el cerro la Guadalupana, la Sierra del Santuario y el cerro de los Lobos, al sur del cerro de la Bufa en la sierra de Monte Alto (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII, 2002**).

### **2.2.2 Elevaciones del Valle de Toluca.**

La configuración del flujo subterráneo demuestra que la recarga principal proviene del Nevado de Toluca, circulando hacia el Valle y distribuyéndose en tres direcciones principales: hacia el sureste y hacia el este hasta llegar al pie de la Sierra de las Cruces y hacia el norte para prolongarse hacia el Valle de Atlacomulco-Ixtlahuaca. Existe un parteaguas definido por una línea con centro en la ciudad de Toluca, que presenta una inclinación aproximada de 45° en dirección noreste. La singularidad de este parteaguas, es que inicia dentro de la zona industrial de Toluca, y termina en el punto de inflexión de la batería de pozos de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del D.F (**DGCOH**).

El rasgo principal de la configuración es la marcada influencia de la batería de pozos de la **DGCOH**. El comportamiento natural del acuífero, cuyo flujo debía incidir hacia el eje del Río Lerma, ha sido notablemente modificado. El flujo actual se dirige hacia los pozos en explotación controlados por la **DGCOH**, en el extremo este y noreste del Valle, al pie de la Sierra de las Cruces.

La modificación descrita implica que el flujo proveniente de la Sierra de las Cruces hacia el valle ha sido interceptado totalmente por la batería mencionada, perdiéndose su influencia hacia el interior del valle.

También es posible identificar en el extremo norte del valle, el efecto que producen los embalses de las presas Antonio Alzate e Ignacio Ramírez. En la configuración se puede observar como la pendiente se reduce sensiblemente en el área de influencia de ambas presas; más aún en el caso de la presa Antonio Alzate se observa claramente como su aportación tiende a regresar el flujo actualmente modificado hacia su tendencia original, en el eje del Río Lerma (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII, 2002**).

El Río Lerma nace en el antiguo lago de Almoloya del Río, desde donde sigue una trayectoria predominantemente en dirección noroeste.

El Río Lerma tenía un caudal inicial de 10 m<sup>3</sup>/seg. de agua limpia, actualmente conduce un caudal de 1.2 m<sup>3</sup>/seg. de aguas negras, por lo que su influencia en la recarga de agua subterránea ha disminuido considerablemente.

En algunos casos los Ríos y arroyos tributarios del Río Lerma son empleados como vertederos de aguas negras, ya sea de desechos industriales o domésticos, como es el caso del Río Verdiguél en el municipio de Toluca.

De su origen (en las faldas del Nevado de Toluca) hacia el sureste, al pie de la Sierra de las Cruces, el flujo se caracteriza por un gradiente sensiblemente uniforme con un valor medio de 4.87/1000. Hacia el este y noreste los gradientes iniciales son altos, ubicándose entre 4.96 y 5.76/1000, para posteriormente descender a valores de 4.26 y 2.50/1000 a medida que el flujo se acerca al pie de la Sierra de las Cruces. Los gradientes son más cambiantes hacia el norte alcanzando valores desde 3.46/1000 hasta 8.11/1000, en el extremo noroeste del valle. Finalmente, se observa como al pasar por las presas el gradiente desciende a valores de 0.77 y 1.02/1000 bajo la presa Antonio Alzate y de 3.84/1000 bajo la presa Ignacio Ramírez (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII, 2002**).

### **2.2.3 Orografía.**

La Cuenca Alta del Río Lerma, tiene algunos puntos en que su máxima elevación excede de los 4,500 m.s.n.m. en los picachos orientales del Nevado de Toluca o Xinantécatl, donde nacen algunos alimentadores de las lagunas.

Al sur de la cuenca existe una cordillera menor que en dirección Oeste-Este une al volcán Xinantécatl con el cerro de Zempoala, constituyendo el parte agua meridional de la Cuenca.

En esta cordillera la cumbre intermedia más elevada es el cerro Tenango, con 3,450 m.s.n.m. situado 4 km. al sureste de Tenango de Arista, Méx. Por el oriente, en dirección norte - sur, el parteaguas está formado por la serranía de las Cruces. Que forma un eje desde Zempoala, pasando por los cerros del Muñeco, Las Cruces, La Campana y La Malinche. Este parteaguas colinda con la Cuenca cerrada llamada Valle de México, la cual se halla abierta artificialmente hacia la del Río Pánuco.

De la Malinche (3,400 m.s.n.m.) el parteaguas sufre una inclinación hacia el noroeste y va por la llamada Sierra Catedral en dirección hacia Ameyalco, Querétaro. En este tramo hay varias elevaciones que hacen resaltar la importancia del parteaguas, tales como el cerro de San Pablo o la Bufo (3,700 m.s.n.m.), y los cerros de las Palomas y Peña Redonda (3,250 m.s.n.m.) Por la vertiente izquierda el parteaguas es menos sobresaliente, ya que directamente del Nevado de Toluca baja hacia el noroeste hasta 2,600 m.s.n.m., unos 6 kms. al sur de Villa Victoria (en San Idelfonso) en un tramo de apenas 40 kms; a continuación describe un arco pronunciado, convexo hacia el oriente y llega al cerro La Campana (3,375 m.s.n.m.) cumbre situada a 3.6 km al sur de San Miguel Enyegé (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII,2002**).

En todo este tramo las corrientes colindantes con la Cuenca del Alto Lerma corresponden a diversos subafuentes del Río Balsas, formadores del Río Cutzamala.

A partir del cerro Astillero el parteaguas se vuelve menos elevado y sigue un rumbo Suroeste, con algunas sinuosidades que lo hacen pasar por el cerro del Fresno. Otro macizo lo forma El Nevado de Toluca o Xinantécatl, con 4,680 metros de altura sobre el nivel del mar, del cual derivan hacia el norte los cerros de Zinacantepec, La Gavia, San Agustín y Santiago, al sur la Sierra del Hospital, al occidente la Sierra del Hospital y la Sierra de Tequisquiapan misma que ha sido considerada por la Organización de Naciones Unidas como reserva forestal a nivel mundial. Existe también la formación que se localiza hacia el noreste del Estado; constituida por la Sierra de San Andrés Timilpan y los cerros de Jilotepec, Chapa de Mota, Jocotitlán, Morelos, Acambay, las Sierras de Monte Alto y Monte Bajo, que se extienden hacia el sureste de la ciudad de Toluca, Capital del Estado de México Sur (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII,2002**).

En los límites con el Estado de Michoacán, complementan el panorama geomorfológico la Sierra Mazahua de El Oro y San Felipe del Progreso y una porción del eje volcánico transversal, en el cual se ubican el Parque Nacional “Isla de las Aves” y el Parque Estatal “Nahuatlaca- Matlazinca”. De igual importancia se consideran las Sierras de “La Goleta” y “Nanchititla”, en donde prácticamente inicia la Sierra Madre del Sur (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII,2002**).

#### **2.2.4 Hidrografía.**

La hidrografía del Estado de México está constituida por afluentes de dos Cuencas principales, que son las de los Ríos Balsas Pánuco y Lerma; así como la del Lerma- Chapala-Santiago.

La Cuenca del Alto Lerma se origina dentro del territorio estatal con el Río Lerma, en el municipio de Almoloya del Río, siguiendo un curso predominante al Noroeste, para continuar su recorrido en los Estados de Michoacán, Querétaro, Guanajuato, Jalisco y Nayarit, para desembocar en el Océano Pacífico cerca del Puerto de San Blas. El uso del recurso hidráulico en esta Cuenca se realiza a través de dos elementos: embalses y aguas superficiales (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII, 2002**).

##### **a) Embalses.**

Son las obras construidas para almacenar el agua proveniente de la precipitación pluvial y de las corrientes superficiales. Estos embalses contienen 13% del total de agua almacenada y se utilizan para irrigación y como instrumento para el control de avenidas.

## **b) Aguas Superficiales.**

El Río Lerma, el Lago de Chapala y el Río Santiago constituyen uno de los sistemas hidrológicos más importantes del país.

Si se considera el recorrido total del Río desde sus orígenes en la Laguna de Almoloya del Río, hasta la desembocadura del Santiago en el Océano Pacífico (sin incluir el paso de las aguas a través del Lago de Chapala), su longitud resulta aproximadamente de 1,180 kms., de los cuales el 60% corresponde a Lerma y el 40% restante al Santiago. Por lo que se refiere al área drenada, la Cuenca total del sistema es de 130,000 kms., de los cuales el 40% corresponden a los tributarios del Río Santiago (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII,2002**).

## **c) Aguas Subterráneas.**

Uno de los factores primordiales que sustentan el desarrollo del Estado de México es el agua subterránea. En efecto, la mayor parte de las zonas industriales de la Cuenca se abastecen mediante pozos profundos, aunque en algunas áreas la intensidad del bombeo está ocasionando efectos nocivos, como el descenso progresivo de los niveles, infiltración de contaminantes y el agrietamiento del terreno (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII,2002**).

En esta región se encuentran los acuíferos del Alto Lerma, los cuales constituyen una de las principales fuentes de suministro de agua potable a la ciudad de México. Los acuíferos de esta región se encuentran en rocas basálticas y sedimentos aluviales y lacustres, terciarios y recientes. (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII,2002**).

Por ser la Cuenca Alta del Lerma la fuente más próxima a la capital del país y la que ofrece mayores perspectivas inmediatas, las entonces autoridades del Departamento del Distrito Federal decidieron aprovechar sus aguas subterráneas a fin de subsanar la escasez de agua en la Ciudad de México. (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII,2002**).

Al concluirse en 1970 las obras con un total de 230 pozos en explotación conectados a 170 km. de acueducto, la deficiencia quedó remediada en aquel tiempo, al aportar el Sistema Lerma 14 m<sup>3</sup>/s. Sin embargo, la sobre-explotación de los acuíferos y el bombeo han causado efectos negativos, tales como hundimientos, agrietamientos, disminución del gasto base de las distintas corrientes, reducción de los niveles freáticos y el desequilibrio hidrológico de la Cuenca. (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII,2002**).

Se estima un volumen de 516 millones de m<sup>3</sup> de extracción para los usos: urbano, industrial, agrícola y ganadero. La mayor parte de la extracción actual, está comprometida para cubrir las necesidades de la Ciudad de México; esto es importante porque significa un gran peso sobre la explotación que se realiza actualmente, la cual sólo permite destinar 71 millones de metros cúbicos para la recarga acuífera, cantidad que equivale al volumen almacenado en la presa Tepetitlán y que resulta insuficiente para este fin (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII,2002**).

### **2.2.5 Clima.**

La Cuenca del Río Lerma ubicada en el Estado de México, ofrece condiciones de clima templado, a excepción de una región muy pequeña que corresponde a la zona del Nevado de Toluca, en las partes altas, donde se presenta un clima frío de altura con condiciones muy bajas de temperatura (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII,2002**).

Las características de los climas existentes en la región, según la clasificación climática Köeppen modificada por Enriqueta García son las siguientes:

C(w2) (w), se define como un clima templado subhúmedo con lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal inferior a cinco. Este tipo de clima ocupa más del 90% de la extensión de la Cuenca. 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 lluvias se presenta en el mes de julio con valores que oscilan entre 150 y 160 mm; el mes más cálido es mayo, con una temperatura entre 14 y 15° C y el más frío es en el mes de enero, entre 11 y 12° C; debido a esta oscilación entre el mes más cálido y el mes más frío se considera un clima geotérmico, es decir sin gran variación en cuanto a temperatura (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII,2002**).

Este grupo de condiciones atmosféricas caracterizan a las comunidades vegetales como el pastizal en la parte plana y bosques de pino, encino y mixtos en las zonas montañosas. Para el caso de la agricultura, este clima propicia un ciclo agrícola en la época lluviosa del año con deficiencias de humedad en ciertos meses; si se desea establecer un segundo ciclo en la época seca del año, se requerirá necesariamente de riego (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII, 2002**).

C(E)(ww2), este clima está definido como semifrío subhúmedo (el más húmedo de esta categoría) con lluvias de verano; se encuentra distribuido en las partes altas de la Cuenca como lo es el Nevado de Toluca, las Sierra de las Cruces, Monte Alto y el Cerro de Jocotitlán. Presenta una precipitación total anual superior a 800 mm., de los cuales aproximadamente 210 caen durante el mes más lluvioso que es julio, mientras que en el mes de febrero considerado el 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 así como de bosque en su variedad de pino, encino y mixto (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII,2002**).

C(E)(m)(w), es un clima semifrío , además de pertenecer a la categoría de los húmedos, tiene un régimen de lluvias de verano, que a diferencia del anterior supera los 1,000 mm. de precipitación total anual, por esta razón es más húmedo, se localiza en una pequeña porción de la Sierra de las Cruces, asociado a comunidades vegetales del tipo de bosque y praderas de alta montaña.

### **2.2.6 Intensidad de la lluvia.**

Es indudable que el volumen de lluvias es muy importante para determinar las condiciones climáticas de una zona, sin embargo, es de gran utilidad conocer también su intensidad, es decir la cantidad máxima de precipitación durante 24 horas en un mismo lugar; para el caso de la Cuenca las lluvias más abundantes corresponden a las zonas montañosas donde la lluvia de un día puede llegar a los 120 mm, esto significa 10% de la lluvia anual, en el resto del valle este valor oscila entre 60 y 80 mm (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII,2002**).

Este parámetro influye negativamente en los cultivos, zonas urbanas y sobretodo en los suelos descubiertos de vegetación, debido a la velocidad y volumen de la lluvia en un período tan corto; sin embargo, este tipo de lluvias favorece la recarga de los mantos acuíferos (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII,2002**).

### 2.2.7 Zonas de Riesgo.

Estas zonas se caracterizan por estar conformadas por suelos no aptos para el desarrollo urbano, principalmente por las capas superficiales que los integran (arcilla); generalmente compuestos por lechos de antiguos lagos y presentan restricciones severas para uso urbano, ya que son colapsables y altamente permeables, lo cual aumenta las posibilidades de inundación. Dentro de estas zonas se encuentran algunas áreas de los municipios de Rayón, San Antonio la Isla, Texcalyacac, Almoloya del Río, Atizapán, San Mateo Atenco y Ocoyoacac. Por lo que se hace necesario precisar los límites de estos suelos y evitar que se desarrollen los asentamientos humanos; de ahí la importancia de contar con planes de centros de población para cada municipio donde se restrinja el crecimiento urbano (**Atlas Urbano de la Cuenca Hidrográfica del Río Lerma Tomo VII,2002**).

### 2.2.8 Disposición final de residuos sólidos.

También es importante considerar el problema existente hoy en día con la basura, ya que también forma parte de los problemas urbanos actuales, como enfermedades por inhalación de sustancias químicas, tóxicas, etc., inundaciones provocadas por crear tapones en alcantarillas, entre otros.

#### Disposición Final de Residuos Sólidos en el CARL.

##### TIRADEROS DE BASURA UBICADOS EN LA CUENCA DEL RIO LERMA.

MUNICIPIO	RESIDUOS DE TON/DIA	UBICACIÓN DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL	CONDICIONES DEL SUELO
Almoloya de Juárez	8.2	Ejido San Pedro la Hortaliza a 6 km. de la cabecera municipal	Sitio Controlado
Atlacomulco	30	San Luis Boro, paraje Las Animas a 8 km de cabecera municipal	Sitio Controlado
Capulhuac	20	Ejido las Hamacas o Las Chinampas	Proceso de Saneamiento

Ixtlahuaca	28	La Venta, San Miguel Yuxtepec ejido	Sitio Controlado
Lerma	40		
Metepec	300	Predio El Socavón a 2 km de la cabecera municipal	Sitio Controlado
Mexicaltzingo	3	Paraje El Jaral a 1.5 km de la cabecera	Tiradero a cielo abierto
Ocoyoacac	15	No cuenta con sitio de disposición final	
<b>San Mateo Atenco</b>	<b>100</b>	<b>No cuenta con sitio de disposición final</b>	
Tenango del Valle	50	Ejido de Atlatlauca, paraje La Joya	Sitio Controlado
Tiangustenco	35	Carretera La Marquesa-Tenango a 2.5 km.	Controlado
Toluca	800	Ejido San Juan Tilapa	Relleno Sanitario
Xonacatlán	20	No cuenta con sitio de disposición final	
Zinacantepec	80	Ejido de San Luis Mextepec, Paraje Ximbagui a 5km. De cabecera	Sitio Controlado
Acambay	3	Comunidad Dateje	Proceso de Saneamiento
Almoleya del Río	15	Comunidad Yolotzingo	Sitio Controlado
Atizapán S. Cruz	0.5	Paraje Los Chamizales a 4 km de la cabecera	Sitio Controlado
Calimaya	44	Los Madroños a 4 km. de la cabecera	Tiradero a cielo abierto
Chapultepec	5.5	Cerro de Chapultepec , paraje La Mina a 500 metros de la cabecera	Sitio Controlado
El Oro	4	Zona industrial El Oro, paraje Agua Escondida a 3 km de la cabecera	Tiradero a cielo abierto
Jalatlaco	12	La Pedrera Tlilac , Carretera a Chalma a 3 km. de la cabecera	Tiradero a cielo abierto
Jiquipilco	5	Juashi, Manzana 3ª, cabecera municipal de Jiquipilco	Proceso de Saneamiento
Jocotitlán	30	Desviación La Purísima, camino a Ixtlahuaca	Proceso de Saneamiento
Joquicingo	3	Paraje La Pedrera comunidad Techuchulco a 3.5 km. de cabecera	Tiradero a cielo abierto
Morelos	1.5	Paraje Piedra de Corazón a 3 km. de la cabecera municipal	Proceso de Saneamiento
Otzolotepec	18	No cuenta con sitio de disposición final	
Rayón	5	Camino a La Loma a 1.5 km. de la cabecera	Tiradero a cielo abierto
San Antonio la isla	3.5	Paraje Los Cruzados a 1 km. de la cabecera municipal	Tiradero a cielo abierto
San Felipe del Progreso	4	Ejido de San Felipe del Progreso a 3 km. de la cabecera	Tiradero a cielo abierto
Temascalcingo	5	Paraje San Isidro Solís y Cerritos de Cárdenas	Proceso de Saneamiento
Temoaya	10	San Pedro Arriba paraje El Campanario a 10 km. de la cabecera	Sitio Controlado
Texcalyacac	17	Paraje La Pedrera a 3 km. de la cabecera municipal	Tiradero a cielo abierto

**Fuente: Elaboración propia con base al Atlas Urbano de la cuenca hidrológica del Río Lerma. TOMO VII. 2002.**

De acuerdo con los datos anteriores sabemos que la mayoría de los municipios que conforman la cuenca del río Lerma no cuentan con sitios aptos para la disposición final de los desechos; San Mateo Atenco particularmente no cuenta con un sitio donde depositar sus residuos y como se observa en la tabla es el 3er municipio más generador de basura con 100 toneladas diarias.

Algunos municipios cuentan con rellenos sanitarios y sitios controlados, pero se debe de contar con un espacio dedicado a los residuos por municipio como lo es, una planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos o rellenos sanitarios, como lo marca el artículo 115 constitucional fracción III.

*” Los municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes: (reformado mediante decreto publicado en el diario oficial de la federación el 23 de diciembre 1999)*

*a) agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales; (reformado mediante decreto publicado en el diario oficial de la federación el 23 de diciembre 1999)*

*c) limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos; (reformado mediante decreto publicado en el diario oficial de la federación el 23 de diciembre 1999).*

Y como lo marca la NOM-083-SEMARNAT-2003; dentro de la cual se establece en el campo de aplicación que: *“Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria para las entidades públicas y privadas responsables de la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial”.*

## 2.3. ZONAS SUSCEPTIBLES A INUNDACIONES.

### Almoloya del Río.

El Municipio de Almoloya del Río tiene las siguientes colindancias: al norte Santa Cruz Atizapán, al este Santiago y Jalatlaco, al oeste San Antonio La Isla y al sur Texcalyacac; contando con las siguientes coordenadas geográficas extremas: Latitud Mínima: 19° 08' 52" Máxima: 19° 10' 15", Longitud Mínima: 99° 08' 52" Máxima: 99° 31' 40" Cuenta con una superficie de 6.44 KM<sup>2</sup>, siendo su cabecera municipal Almoloya del Río.

El municipio de Almoloya del Río forma parte de la Región Hidrológica Lerma – Santiago. La laguna de Chignahuapan es uno de los remanentes lacustres actuales, sus aguas alcanzan una profundidad de 2 a 3 metros. En general, la zona está sujeta a inundaciones en época de lluvias, la superficie territorial de la laguna aproximadamente es de 95.95 ha. (PMDUAR).

- El 79.82% del centro del municipio se considera con zonas aptas al desarrollo urbano, con tipo de roca basáltica.
- La problemática existente para el desarrollo urbano del municipio es principalmente la zona Sureste y Oeste, representando una superficie territorial del 20.18%, siendo suelos lacustres y con pendientes por debajo del 5%.
- Las alteraciones al medio natural que se manifiestan en el municipio de Almoloya del Río han tenido un gran deterioro ecológico ocasionado por el hombre, manifestándose directamente al suelo debido a la deforestación que ha sufrido la cadena montañosa del Ajusco, la Sierra de Huehuetitlan y Texcalyacac, reflejándose en la disminución de la vegetación y precipitaciones pluviales (PMDUAR).

## **Atlaconomulco.**

El municipio de Atlaconomulco se localiza en el Noroeste del Estado de México, entre las coordenadas geográficas 99° 42" 12" y 99° 58" 28" de longitud Oeste y a los 54" 07" y 19° 43" 31" latitud Norte.

Colinda al Norte con el municipio de Acambay, al Noreste con el municipio de Timilpan, al Sur con el municipio de Jocotitlán, al Este con el municipio de Morelos y al Oeste con el municipio de Temascalcingo.

La hidrología regional forma parte de la Región 26 Pánuco, exceptuando la porción occidental de los Municipios Aculco, Acambay y Atlaconomulco, que pertenecen a la Región Hidrológica 12 Lerma-Santiago.

En cuanto a las aguas subterráneas, toda esta región se encuentra dentro de una gran área de veda para la explotación, que incluye los valles de Querétaro, San Juan del Río, Tequisquiapan y el resto del Estado de México, cuyos decretos se publicaron entre 1950 (Región de Tequisquiapan, Querétaro. Publicada el 7 de noviembre de 1950) y 1978 (resto del Estado de México. Publicada el 10 de julio de 1978). Cabe señalar, que en esta Región la veda es de tipo elástica, lo que permite ampliar los volúmenes de explotación en años lluviosos. **(PMDUA)**

Lo anterior significa que la extracción de agua del subsuelo inmediato a las zonas urbanas actuales no será posible, o se convertirá en el principal problema a corto plazo. Afortunadamente para contrarrestar el fenómeno anterior se cuenta con una presa y un lago en las inmediaciones (Tic Ti y Seminario), que se deben a la cercanía de cerros y lomeríos así como a la impermeabilidad de los suelos. **(PMDUA).**

## **Ixtlahuaca.**

El Municipio de Ixtlahuaca se localiza en la porción noroeste del Estado de México y colinda con los Municipios de Jocotitlán al norte; Jiquipilco y Temoaya al Este, Almoloya de Juárez al sur y San Felipe del Progreso al poniente; Cuenta con una superficie aproximada de 33,648 Has<sup>1</sup>. Su cabecera municipal es la localidad de Ixtlahuaca de Rayón.

El municipio de Ixtlahuaca forma parte de la Región Hidrológica No. 12, denominada Lerma- Chapala-Santiago; y en la cuenca hidrológica del río Lerma. Las corrientes de agua superficiales más importantes corresponde al río Lerma y al río Sila.

El primero de ellos se ubica en la zona poniente del municipio. Mientras que el río Sila se ubica al nororiente del municipio; desembocando al centro-norte del municipio, en la zona aledaña a la localidad de San Mateo Ixtlahuaca. Asimismo, se cuenta con algunos arroyos y escurrimientos que desembocan a ambos ríos. **(PMDUI)**

El agua superficial proviene básicamente de los ríos Lerma y Sila, beneficiando con su paso a toda la región del valle de Ixtlahuaca, ya que las aguas superficiales son ocupadas principalmente para riego, mientras que las aguas del subsuelo son ocupadas para el uso doméstico **(PMDUI)**.

Finalmente, es importante resaltar que gran parte del agua del subsuelo que se ubica en la cuenca del río Lerma es enviada a la ciudad de México, mientras que sólo una mínima parte es para la población del municipio **(PMDUI)**.

Dentro del municipio se presentan algunos problemas de inundaciones en el municipio se presenta debido a dos factores, primero, porque las pendientes existentes (0 a 2%) y el tipo de suelo no permiten una adecuada filtración de las

aguas pluviales. El segundo aspecto está referido a que no se cuenta con un drenaje pluvial y además de que el sistema de drenaje existente presenta una falta de mantenimiento **(PMDUI)**.

En general, el territorio municipal cuenta con dos ríos (Lerma y Sila), rodeados por superficies bajas, las cuales han mostrado importantes inundaciones, mismas que se originan principalmente por el río Lerma: en la porción poniente (Santo Domingo de Guzmán y barrio de San Joaquín el Junco), al oriente y poniente de San Lorenzo Toxico, en la zona oriente de San Ildefonso, al poniente la cabecera municipal y San Mateo, al sur de San José del Río y al oriente de la colonia Guadalupe del Río **(PMDUI)**.

### **Jiquipilco.**

El Municipio de Jiquipilco Cuenta con una superficie de 27,646 has, se localiza en la parte central del Estado de México, colinda al Norte con Jocotitlán, Morelos y Villa del Carbón, al Sur con Temoaya; al este con Isidro Fabela, Temoaya y Villa del Carbón y al Oeste con Ixtlahuaca **(PMDUJ)**.

Este municipio forma parte de la cuenca del Río Lerma, que pasa al occidente de la zona baja, cuenta con dos ríos que reciben las aguas de diversos riachuelos y escurrideros, éstos son el Sila y el Mado **(PMDUJ)**.

Existen manantiales de cause perenne, de los cuales sobresalen: Vidado, San Bartolo, Santa Isabel, Agua Bendita, la Plata, Cadenshi, Moquentza, los Corrales, la Mirla y otras, dando un total de 18 **(PMDUJ)**.

También son parte de los recursos hidrológicos del municipio: 51 pozos profundos para el DF, 12 acueductos, 53 bordos y 24 corrientes intermitentes **(PMDUJ)**.

El mayor riesgo está representado por la presencia de lluvias muy intensas que se desarrollan en períodos relativamente cortos de tiempo (1 ó 2 horas en promedio); las cuales incrementan de forma inmediata el caudal de los ríos, formando con ello escurrimientos rápidos y violentos conocidos con el nombre de torrentes **(PMDUJ)**.

## **Inundaciones.**

Una de las características detectadas en este sentido, es la presencia de material arcilloso en el suelo, esta textura presenta un deficiente sistema interno de drenaje ya que la plasticidad generada por la hidratación de las arcillas, provoca que, los poros del suelo se cierren y no permitan el paso del agua hacia los horizontes inferiores, propiciando con ello condiciones favorables para el encharcamiento e inundaciones.

Las áreas más factibles a ser inundadas son todas aquellas depresiones y las planicies en las cuales la pendiente no sobrepasa los 3° de inclinación; tal es el caso de: Ejido Llano Grande, Barrio Primero de Buenos Aires, San Felipe Santiago, Col. Emiliano Zapata, San José del Sitio, Dolores Amarillas, San Francisco El Alto, Rancho Alegre, Loma El Astillero, Loma de San Felipe Santiago, al noroeste de Santa Cruz Tepexpan y Santa Isabel (**PMDUJ**).

## **Lerma.**

El Municipio de Lerma se localiza en el centro del Estado de México y colinda al norte con los municipios de Xonacatlán, Jilotzingo, Otzolotepec, y Naucalpan de Juárez, al sur con el municipio de Capulhuac, al este con los municipios de Huixquilucan y Ocoyoacac, y por último al oeste con San Mateo Atenco, Metepec y Toluca (**PMDUL**).

En cuestiones hidrológicas el Municipio de Lerma cuenta con un aproximado de 200 hectáreas que se encuentran distribuidas en más de cuarenta cuerpos de agua, entre manantiales, arroyos y ríos, unos perenes y otros intermitentes.

Cabe mencionar que la mayor parte de la hidrografía proviene de los escurrimientos de la Sierra de las Cruces, formando una gran cantidad de arroyos.

El principal río del Municipio es el Río Lerma por lo que su gasto hidráulico más grande. Actualmente es el eje hidrográfico del país, se origina en los manantiales de Almoloya del Río y atraviesa hacia el noreste, con un recorrido de 425

kilómetros; riega trece territorios entre los que se encuentran el Municipio de Metepec, los estados de Querétaro, Michoacán y Guanajuato, para finalmente desembocar en el Lago de Chápala **(PMDUL)**.

La Altiplanicie Central sobre la que yacen las Ciénegas localizadas en la parte sur y central del municipio de Lerma, está a 2,500 m.s.n.m., lo que propicia que estos cuerpos de agua se ubiquen entre los más elevados del continente americano **(PMDUL)**.

□ **Las Ciénegas del Lerma, presentan el clima templado más húmedo de todo el Valle de Toluca y por ende, ha permitido la selección de especies vegetales únicas, como la papa de agua.**

□ **El manto acuífero de Toluca es un gran regulador natural del sistema hidrológico del valle, y debido a los grandes volúmenes de agua sufre un descontrol que pone en riesgo a toda la región de la Altiplanicie Central de México. Tal hecho incluye cambios pluviométricos, inundaciones, mayores concentraciones de compuestos tóxicos en las aguas de uso público, radiación de agentes tóxicos y de reproducción descontrolada de vectores infecciosos para animales y plantas.**

□ **Las inundaciones han provocado desbordamientos en el río Lerma, afectando algunas colonias, como la Guadalupe y la comunidad de San Pedro Tultepec, acarreando problemas de salud y daños a los sembradíos.**

□ **En la región de las Ciénegas del Lerma, existe gran biodiversidad en flora y fauna, susceptible a desaparecer, por los altos índices de contaminación orgánica e inorgánica, algunas se extinguieron en las últimas tres décadas, como el pato mexicano (*Anas platyrhynchos diazi*) y la flor de acaxúchitl, que probablemente corresponde a las especies *Spiranthes graminea* o *Habenaria limosa* **(PMDUL)**.**

## **Meteppec.**

El municipio de Meteppec forma parte de la región I Toluca, del Estado de México. El territorio municipal cuenta con una superficie de 6,751.89 hectáreas. Colinda al norte y al oeste con el municipio de Toluca; al sur con los municipios de: Calimaya, Mexicaltzingo y Chapultepec y al este con los municipios de: Santiago Tianguistenco y San Mateo Atenco **(PMDUM)**.

Actualmente existen 70 pozos de abastecimiento en el municipio, 37 de éstos son operados por el organismo A.P.A.S Meteppec, 11 por comités descentralizados y 2 por A.P.A.S. Toluca. La Comisión Nacional del Agua identifica además 5 agrícolas, 2 industriales, 4 múltiples y 9 de servicios.

La presencia de inundaciones en el municipio debe su origen a la incidencia de varios elementos, entre los más importantes encontramos a las características superficiales del relieve, las cuales establecen los procesos naturales de escurrimiento de las aguas, y por otra parte los agentes perturbadores de origen hidrometeorológicos como son las trombas que cubren áreas de entre 5 y 10 km. de diámetro y se presentan acompañadas de descargas eléctricas, intensos vientos y, en ocasiones de granizo, que taponea las redes de alcantarillado, impidiendo el desalojo de las aguas, principalmente en la zona urbana **(PMDUM)**.

De igual manera, el desbordamiento del río Lerma y de canales de desazolve de aguas negras en San Lucas Tunco, ha provocado perturbaciones que inciden sobre el desarrollo económico y social de la zona, ya que afectan directa o indirectamente a los habitantes, las actividades económicas que ahí se presentan, la infraestructura y los servicios, así como daños a la salud ocasionados por la contaminación y la existencia de enfermedades transmitidas por el agua **(PMDUM)**.

En San Bartolomé Tlaltelulco el riesgo de inundación es provocado por el crecimiento anárquico, ya que la integración de zonas de escurrimientos naturales a las zonas habitacionales de las localidades trae consigo la posibilidad de presentar afectaciones, bajo cualquier lluvia intensa que se registre en la zona: **(PMDUM)**.

### **Ocoyoacac.**

El municipio de Ocoyoacac se localiza en la porción central del Estado de México y colinda con los municipios de Lerma y Huixquilucan al norte; con Lerma, San Mateo Atenco y Metepec al oeste; con Jalatlaco, Capulhuac y Santiago Tianguistenco al sur y con el Distrito Federal al este. Cuenta con una superficie total de 13,471 hectáreas **(PMDUO)**.

Ocoyoacac se localiza en la región hidrológica No. 12 Lerma-Chapala-Santiago; forma parte de la cuenca alta del río Lerma, dentro de la subcuenca No. 3 denominada corriente Arroyo Salazar.

“Esta corriente tiene sus orígenes al este del Cerro el Ángel, desciende desde una altitud del orden de 3 450 m.s.n.m. A 3.5 km. de su nacimiento atraviesa la población la Marquesa, a partir de este sitio toma el nombre de río la Marquesa y sigue una dirección oeste; dos kilómetros aguas abajo de este punto, vierte sus aguas en la laguna de Salazar para salir en una dirección oeste con el nombre de arroyo Salazar; sigue su recorrido en dirección sur hasta recibir por la margen izquierda a siete kilómetros, la aportación de tres arroyos denominados Agua de Lechuza, Paso de Tejamaniles y Dos Conejos; un kilómetro aguas debajo de esta unión, pasa por la parte norte de la población San Jerónimo Acazulco. A dos kilómetros agua debajo de la confluencia del Arroyo Salazar y el Arroyo Agua Apestosa, atraviesa las poblaciones de la Asunción Tepexoyuca y Ocoyoacac; sigue en una dirección oeste hasta que dos kilómetros aguas debajo de esta población su caudal se incrementa con la aportación de la margen izquierda del arroyo Texcalpa, dicho arroyo tiene una dirección este oeste en sus inicios se conoce como arroyo México y pasa por las poblaciones de Guadalupe Victoria y

San Pedro Cholula; sigue en dirección oeste 1.5 Km. y cambia a dirección norte. El arroyo Salazar después de la confluencia con el arroyo Texcalpa, recibe las aguas de la zona industrial y cambia a dirección oeste hasta descargar finalmente sus aguas al río Lerma a un kilómetro al sur de la población de Lerma de Villada” **(PMDUO)**.

En el municipio hay 17 pozos que explota la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del Gobierno del Distrito Federal y que forman parte del Sistema Lerma, que desde 1951, abastecen al Distrito Federal.

Desde el punto de vista urbano, el municipio de Ocoyoacac ha sufrido diversas alteraciones en torno al cambio de uso de suelo, contribuyendo a que se generen riesgos naturales, tales como: agrietamientos, deslizamientos e inundaciones, donde este último es un problema muy marcado en las partes bajas del mismo, que corresponden a los poblados de San Pedro Cholula y el Llano del Compromiso **(PMDUO)**.

### **Otzolotepec.**

El Municipio de Otzolotepec se localiza en la porción occidental del Estado de México, forma parte de la Región Económica del Estado de México No. 5 “Atacomulco” y pertenece a la subregión agropecuaria Otomí. Colinda con los Municipios de Temoaya, Isidro Fabela y Jilotzingo al norte; con Toluca, Lerma y Xonacatlán al sur; con Jilotzingo y Xonacatlán al este y con Temoaya y Toluca al oeste.

Cuenta con una superficie de 12,795 hectáreas, representando el 0.58% de la superficie estatal, siendo su cabecera municipal Villa Cuauhtémoc. La altitud que alcanza la cabecera municipal es de 2,580 m.s.n.m., una altitud media de 2,675 m.s.n.m. y una máxima de 3,508 m.s.n.m., en la cima de Cervantes **(PMDUO)**.

El municipio de Otzolotepec forma parte de la Región Hidrológica No. 12 “Lerma-Santiago”. Los recursos hidrológicos que se encuentran en el municipio son:

**Ríos:** Río Lerma, Río Solanos, Arroyo Zarco, Río La Cañada, Río Bernal, Río Verdiguél y Río San Lorenzo.

**Arroyos:** La Concepción, De La Vega, El Arco y Los Ajolotes.

**Manantiales:** En la localidad de San Mateo Capulhuac existen: Ajolotes, Los Pantanitos, Los Ailes, Los Cuatro Oyameles y las Tablas. Estos son aprovechados para surtir de agua potable a la población en un 10% de la demanda total. Cabe mencionar que se utiliza para zonas agrícolas de riego. En la localidad de Santa Ana Jilotzingo se encuentran: Bernal, Llanito Colorado y Llanito Redondo. De éstos su capacidad no es aprovechada al máximo (**PMDUO**).

En Santa Ana Mayorazgo existe un manantial llamado El Ahuehuate el cual es aprovechado para abastecer de agua a esta comunidad; apoyándose en un sistema de re bombeo. Cabe mencionar que donde se encuentra este sistema también se clora el líquido para evitar su contaminación, salvo los manantiales que nacen de la comunidad de Capulhuac (**PMDUO**).

**Presas:** Existe solamente una, que se encuentra en los límites de Capulhuac y La Concepción de Hidalgo; fue construida con la finalidad de aprovechar el agua excedente de los manantiales.

En la actualidad no existe un sistema de drenaje con la capacidad requerida, lo que ocasiona que se realicen descargas en los ríos y arroyos del municipio.

En el municipio, como en todo el estado de México, podemos observar que los recursos acuíferos son sobreexplotados y sus afluentes están contaminados. Es necesario realizar obras y proyectos que tiendan a disminuir paulatinamente los altos niveles de contaminación que existen hoy en día (**PMDUO**).

El municipio de Oztolotepec cuenta con importantes elementos naturales, como el Río Lerma, Río Verdiguél, el Parque Otomí, entre otros. Estos elementos se encuentran sumamente deteriorados por la acción del hombre y por la naturaleza misma.

En la actualidad los ríos Lerma, Verdiguél y arrollo Zarco, representan un serio problema para los habitantes, debido al alto grado de contaminación que presentan, producto de las descargas residuales domiciliarias e industriales de otros municipios vecinos. Por ello es necesario considerar su problemática para que, junto con la Dirección de Protección Civil del municipio, autoridades estatales y federales, se realicen acciones que permitan actuar en caso de riesgo (**PMDUO**).

### **Rayón.**

El Municipio de Rayón se localiza en la porción centro del Estado de México, al sur de Valle de Toluca colindando con los Municipios de San Antonio la Isla al norte, Tenango del Valle al sur, Texcalyacac al este y Calimaya al oeste.

El municipio de Rayón forma parte de la Región Hidrológica RH12 Lerma-Chapala-Santiago, a la Cuenca Río Lerma-Toluca, que representa el 23.90% de la superficie estatal y la subcuenca R. Almoloya-Oztolotepec.

Respecto a la existencia de cuerpos de agua dentro de la región, solo se puede hablar de pequeños arroyos intermitentes de origen pluvial y que presentan sus corrientes solo en época de lluvia. Corren desde las laderas del Nevado de Toluca y desembocan en lo que antes fuera la laguna de Chicnahuapa; dos son los ríos que pasan por el municipio con estas características: el Santiaguito, con una ubicación de 99°36' 30" longitud oeste y 19°07'42" latitud norte y a una altura sobre el nivel medio del mar de 2650 metros en el centro de su recorrido y el Sanabria que se localiza a los 99°35' 06" longitud oeste y a los 19°08'12" en el centro de su recorrido y una altitud sobre el nivel medio del mar de 2600 metros.

Ambos tienen una peculiar característica consistente en que sus lechos han sido formados sobre el nivel del terreno a causa de la acumulación de los materiales que arrastra **(PMDUR)**.

La hidrología subterránea del municipio presenta una permeabilidad de materiales no consolidados de tipo alta, la cual considera dentro de esta categoría a rocas volcánicas basálticas del terciario superior, estos materiales presentan un alto grado de intemperismo más acentuado que las de edad más reciente, por lo que su fracturamiento y porosidad primaria se encuentran parcialmente destruidos. El material presenta estructura vesicular y está dispuesto en derrames y coladas basálticas. Estas unidades pueden conformar buenos acuíferos y zonas de recarga pero con rendimiento medio **(PMDUR)**.

Por la sobreexplotación de los mantos acuíferos se ha observado, con el paso del tiempo, una desecación de la Laguna de Chignahuapan, acentuándose el problema en los últimos cincuenta años, debido a la instalación del Sistema Hidráulico Lerma. El impacto negativo significativo causado al medio natural, se observa en el deterioro y la posible desaparición del vaso de agua **(PMDUR)**.

El Agua de los ríos, arroyos y laguna de Chignahuapan existentes en el Municipio presentan un grado de contaminación, principalmente por la disposición de residuos sólidos y por las descargas de aguas residuales de origen doméstico e industrial, ya que en su mayoría carecen de un tratamiento previo.

La falta de operación de presas y canales; la falta de mantenimiento de estos y el azolvamiento de ríos, arroyos y canales con presencia de toda clase de desechos sólidos, combinada con una precipitación pluvial extrema que se presenta durante los meses más lluviosos del año, pueden provocar desbordamientos afectando los asentamientos humanos, tal es el caso de los ríos Santiaguito y Sanabria **(PMDUR)**.

## **San Mateo Atenco.**

El municipio se localiza en el área central del Estado de México, y en la zona metropolitana de la ciudad de Toluca; corresponde a la Región I Toluca.

### **Hidrología.**

Ubicado en la región hidrológica —Lerma-Chapala-Santiagooll, comprendida en la cuenca Lerma-Toluca, subcuenca río Almoloya-Otzolotepec. El río Lerma sirve de límite natural al municipio por el oriente. El municipio tiene una superficie de 26.51 km<sup>2</sup> y su relieve es prácticamente homogéneo, ya que presenta una pendiente de 2%, ubicándose en el rango de 0 a 2%, haciendo que el territorio sea apto para la urbanización en un 70%, que le corresponde 18.56 km<sup>2</sup> de superficie (**H. Ayuntamiento, 2007**).

Sin embargo, esta característica que favorece a la mayor parte del municipio se convierte en un factor negativo para algunas zonas del municipio, sobre todo aquellas que se encuentran colindando con el Río Lerma, las cuales son más propicias a inundarse y a la vez que están ubicadas en una zona lacustre.

Debido a que es la parte más baja del Valle de Toluca, y el territorio presenta un tipo de suelo Feozem con el 87% que le corresponde una superficie de 23.06 km<sup>2</sup> con una característica físico química apto para las actividades agrícolas, básicamente para el cultivo de maíz; sin embargo, se ha utilizado con fines urbanos, disminuyendo de manera considerable la superficie destinada a la agricultura. Lo que ha traído consecuencias, principalmente al oriente del municipio, ya que anteriormente estos terrenos eran parte de las lagunas que alimentaban al Río Lerma y en donde se han desarrollado asentamientos humanos que son afectados por inundaciones en la temporada de lluvias (**Monografía Municipal, 1997**).

Por otro lado, el resto del suelo que es el 13% es de tipo Histosol se localiza al sudeste del municipio. Este tipo de suelo es apto para el cultivo de hortalizas, dependiendo del grado de sales e inundaciones que presente, a esta parte del territorio le corresponde una superficie de 1.05 km<sup>2</sup> del total del territorio municipal. En consideración a esto su superficie es de tipo aluvial formados por el depósito de materiales sueltos (gravas y arenas), provenientes de rocas preexistentes, que han sido transportadas por corrientes superficiales de aguas, desde las partes más altas de la Sierra Nahuatlaca-Matlazinca y la Sierra Nevada **(Monografía Municipal, 1997)**.

Originando que esta porción del territorio sea vulnerable para la población que ahí se asienta sin tomar las medidas necesarias para poder mitigar los efectos de las inundaciones. Aún cuando los orígenes de la zapatería en la zona lacustre se remontan a la centuria inicial de la colonización española, la primera noticia que se tiene de aquella actividad en San Mateo Atenco corresponde al año 1873 **(Archivo municipal de S. M. Atenco, , 1873)**.

Durante la segunda mitad del siglo XX tuvo lugar, en el municipio, la transformación del taller manufacturero en fábrica de calzado, con lo que la zapatería, además de presentar una continuidad en el contexto del desarrollo industrial de la zona, constituye la actividad con base en la cual se produjo el cambio económico en San Mateo Atenco.

### **Toluca.**

El municipio de Toluca se localiza en la región centro del Estado de México, contando con las coordenadas geográficas extremas el paralelo 19° 04' y 19° 28' de latitud norte, así como el meridiano 99° 31' y el 99° 47' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Cuenta con las siguientes colindancias: al norte con los municipios de Almoloya de Juárez, Temoaya y Oztolotepec; al este con Lerma, San Mateo Atenco y Metepec; al oeste con Zinacantepec y Almoloya de Juárez; y

al sur con Calimaya, Metepec, San Mateo Atenco, Tenango del Valle y Villa Guerrero: (PMDUT).

### **Hidrología.**

El municipio forma parte de la Cuenca Alta del Río Lerma, concretamente en la región conocida como Altiplano Mexicano en el centro del estado de México, por lo que cuenta con importantes recursos hidrológicos que lo atraviesan como el Río Lerma y el Río Verdiguél, los cuales funcionan como los principales colectores de la ciudad de Toluca: (PMDUT).

La principal corriente superficial que drena la zona, es el Río Lerma, que tiene su nacimiento en Almoloya del Río, de donde se dirige hacia el norte hasta la Presa Antonio Alzate, la cual ocupa una superficie de 825 hectáreas y cuenta con una capacidad de 52.50 millones de m<sup>3</sup>. Su construcción obedeció a la necesidad de controlar las avenidas, así como para proporcionar agua para riego agrícola en una superficie de 4,680 hectáreas: (PMDUT).

Debido al crecimiento poblacional del municipio de Toluca, en las últimas décadas se ha generado un incremento de las necesidades de agua que, en gran parte han sido cubiertas por las aguas subterráneas. Pero además, una parte de las extracciones del acuífero del valle de Toluca se destina a la ciudad de México para cubrir la demanda de la zona (14 m<sup>3</sup>/seg.): (PMDUT).

Es preciso mencionar que debido a la fuerte explotación del acuífero provocado en los últimos años, se han producido problemas de descensos del nivel piezométrico, secando manantiales y afectando a zonas húmedas.

En cuanto a cuerpos de agua, existen dos lagunas localizadas en el cráter del Nevado de Toluca, conocida con el nombre de lagunas del Sol y de la Luna, las cuales cubren una superficie de 18.94 y 2.06 hectáreas, respectivamente. Asimismo, se cuenta con 122 pequeños bordos de carácter permanente y temporal que cubren una superficie de 448.58 hectáreas, entre ellos destacan:

San Andrés, La Bandera, San Blas, San Jerónimo, San Nicolás y Santa Rosa ubicados en la zona norte del municipio. En algunos de ellos se llevan a cabo actividades de acuacultura (cultivo de carpas), también sirven de abrevaderos e incluso permiten la irrigación de pequeñas superficies agrícolas (**PMDUT**).

### **Xonacatlán.**

El Municipio de Xonacatlán se localiza en la porción central del Estado de México y colinda con los Municipios de Oztolotepec al norte, Lerma al sur, Naucalpan al este y con Oztolotepec al oeste.

### **Hidrología.**

El municipio de Xonacatlán forma parte de la región hidrológica No. 12, Lerma-Chapala-Santiago, dentro de la cuenca Alta del Río Lerma y a las subcuencas que corresponden a las corrientes: ríos Zolotepec y Mayorazgo siendo las corrientes superficiales más importantes dentro del municipio (**PMDUX**).

El río Zolotepec tiene sus orígenes en el flanco norte del Cerro el Malsano, por la población de las Rajas, en un tramo de 3 kilómetros, pasa por Peñas Cuatas y las Mesas hasta recibir por la margen derecha 1 kilómetro al suroeste de la población de Tejocotillos, el arroyo dos ríos, a partir de esta confluencia se conoce como río Zolotepec. Continúa en dirección oeste en un tramo de 4 kilómetros y cambia a dirección sur en un tramo de 2.5 Km pasando por la población de Santa María Zolotepec continúa en dirección oeste con el nombre de río Santa Catarina; descarga sus aguas al río Lerma, después de pasar por la población de Xonacatlán (**PMDUX**).

El río Mayorazgo tiene su origen en la zona de manantiales 6 Km al norte de San Miguel Mimiapan, donde se conoce con el nombre de arroyo de Valdez; desciende desde una altitud del orden de 3500 m.s.n.m. con dirección sur-suroeste, donde su caudal se incrementa con la aportación de varios manantiales en ambas márgenes; 9 km aguas debajo de su origen recibe por la margen derecha un afluente denominado arroyo Bernal, que a 7 km aguas abajo de su origen, pasa por el poblado de Santa María Jilotzingo; a partir de esta confluencia se conoce como río Mayorazgo, 3 Km aguas abajo de esta confluencia pasa por la población del mismo nombre y en 1 Km aproximadamente recibe por la margen derecha un afluente denominado arroyo La Vega; 2 Km adelante de esta confluencia atraviesa el camino del D. F. que corre paralelo al acueducto del Alto Lerma y finalmente, antes de descargar sus aguas al río de Santa Catarina, pasa por la población de Xonacatlán, el río Santa Catarina descarga al río Lerma, 3.5 Km al oeste de esta confluencia **(PMDUX)**.

En relación al agua subterránea el Municipio forma parte de los acuíferos del alto Lerma, los cuáles constituyen una de las principales fuentes de agua potable, tanto para la zona, como para la ciudad de México, situación que ha provocado la sobreexplotación de los acuíferos, el hundimiento, agrietamiento y la disminución del gasto, la reducción de los niveles freáticos y el desequilibrio ecológico en la cuenca.

En el municipio de Xonacatlán el principal problema de contaminación que se presenta es la descarga de aguas residuales domiciliarias sin ningún tratamiento en los ríos Zolotepec y Mayorazgo, los cuales finalmente desembocan al río Lerma contribuyendo al grave problema de contaminación que este sufre **(PMDUX)**.

La información anterior es de importancia tomarla en cuenta, para conocer las características que se tiene como cuenca, así como de cada municipio, con el fin de poder entender el problema que se genera en San Mateo, ya que se encuentra rodeado de municipios con elevaciones mayores al de acuerdo a la información de cada municipio; también es posible ubicar problemáticas existentes para cada lugar, y ver si alguna de ellas involucra o impacta de alguna forma a San Mateo Atenco.

Tener un conocimiento general del contexto del municipio, es de importancia para comparar situaciones y tener una mayor comprensión de la problemática, a fin de poder aplicar toda esta información en los resultados.

**CAPITULO III.  
INUNDACIONES EN  
LA ZONA ORIENTE  
DE SAN MATEO  
ATENCO.**

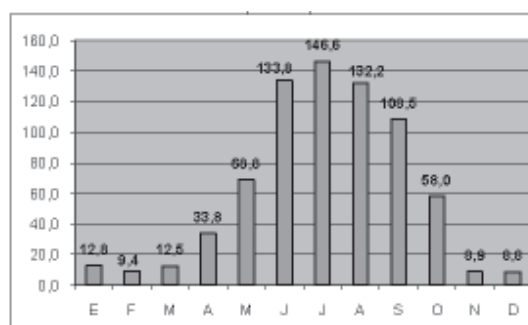
### 3.1 CONDICIONES DEL MEDIO FÍSICO.

Es importante describir en esta investigación las condiciones del medio físico tanto de la zona estudiada como el entorno que la rodea, ya que son estas características físicas del territorio, uno de los factores que causan el problema que presenta San Mateo Atenco, por ello se hace una pequeña descripción de ciertos elementos del territorio como el clima, hidrología, geología, edafología, entre otras, para comprender mejor el fenómeno y ver como todos estos elementos son factor para que el municipio se vea afectado por inundaciones año con año.

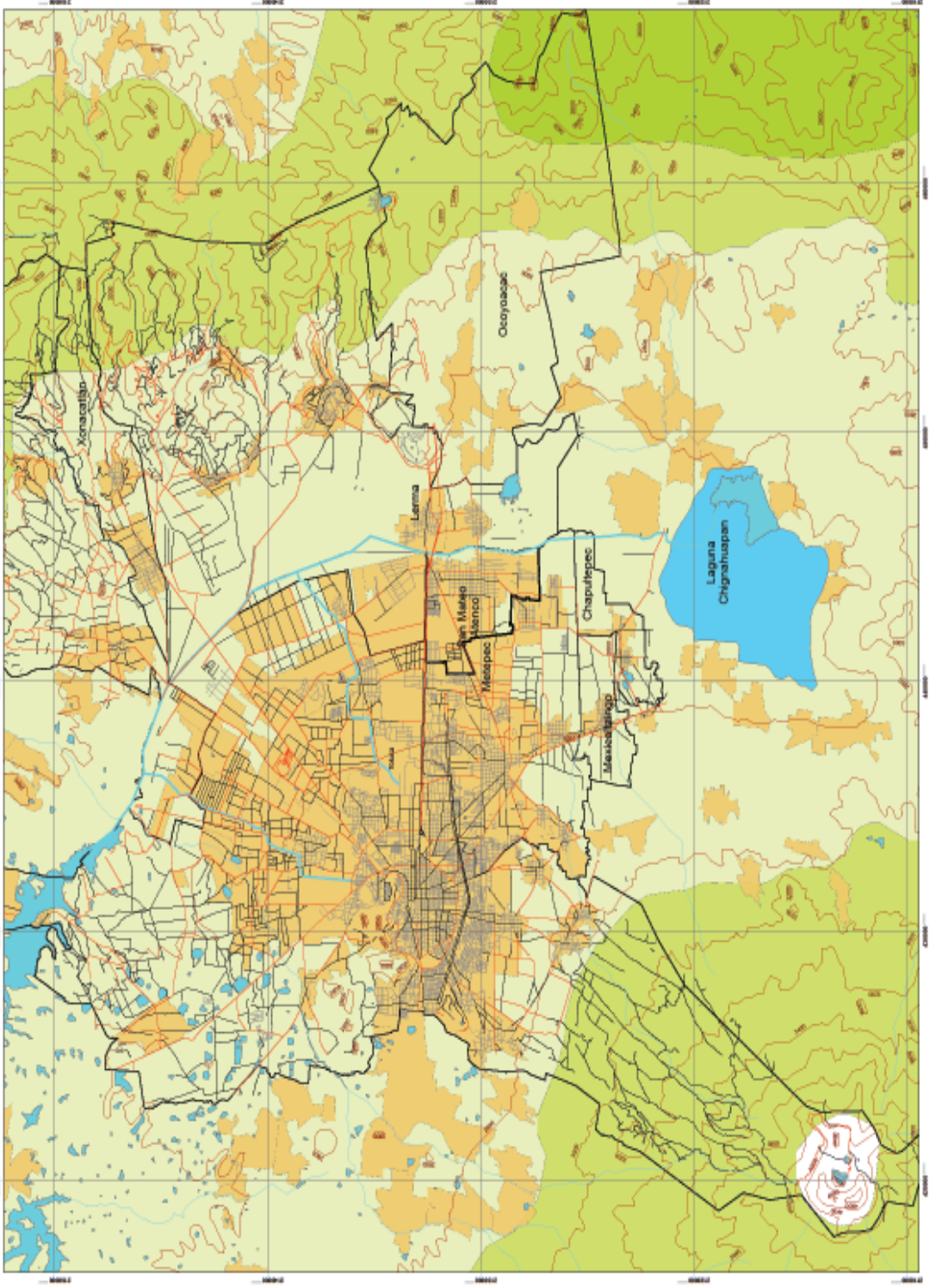
Comenzando por **el clima** en el Municipio de San Mateo Atenco predomina el clima templado, subhúmedo, con lluvias en verano, cuenta con una temperatura promedio 12.5 °c, una máxima de 34 °c y una mínima de -5 °c. (ver mapa climático)

Cuenta con una precipitación media anual de 734.10 mm., siendo el período comprendido entre Junio y Agosto el que presenta mayor precipitación, alcanzando un máximo de 191 mm. en el mes de Julio en el año 2011(CAEM).

**Precipitación promedio mensual.**



**FUENTE:** CNA. Registro Mensual de Precipitación Pluvial en mm. Inédito. Estación Toluca.



**Universidad Autónoma del Estado de México.**  
**Facultad de Planeación Urbana y Regional**  
**Licenciatura en Planeación Territorial**

**Mapa Climático**

Simbología Base	
Unión Municipal	Curvas de nivel
A. Urbana	Calle
LAGUNA CHIGNAHUAPAN	Carretera
Cuenco de agua	Primer orden
Río	Segundo orden
Contorno de Agua	Tercer orden
Simbología Temática	
Clima	
CIE(V)(W)- Semifrio	
CIE(Z)(V)- Templado subhúmedo	
CIE(V)(Z)(V)- Semifrio subhúmedo	

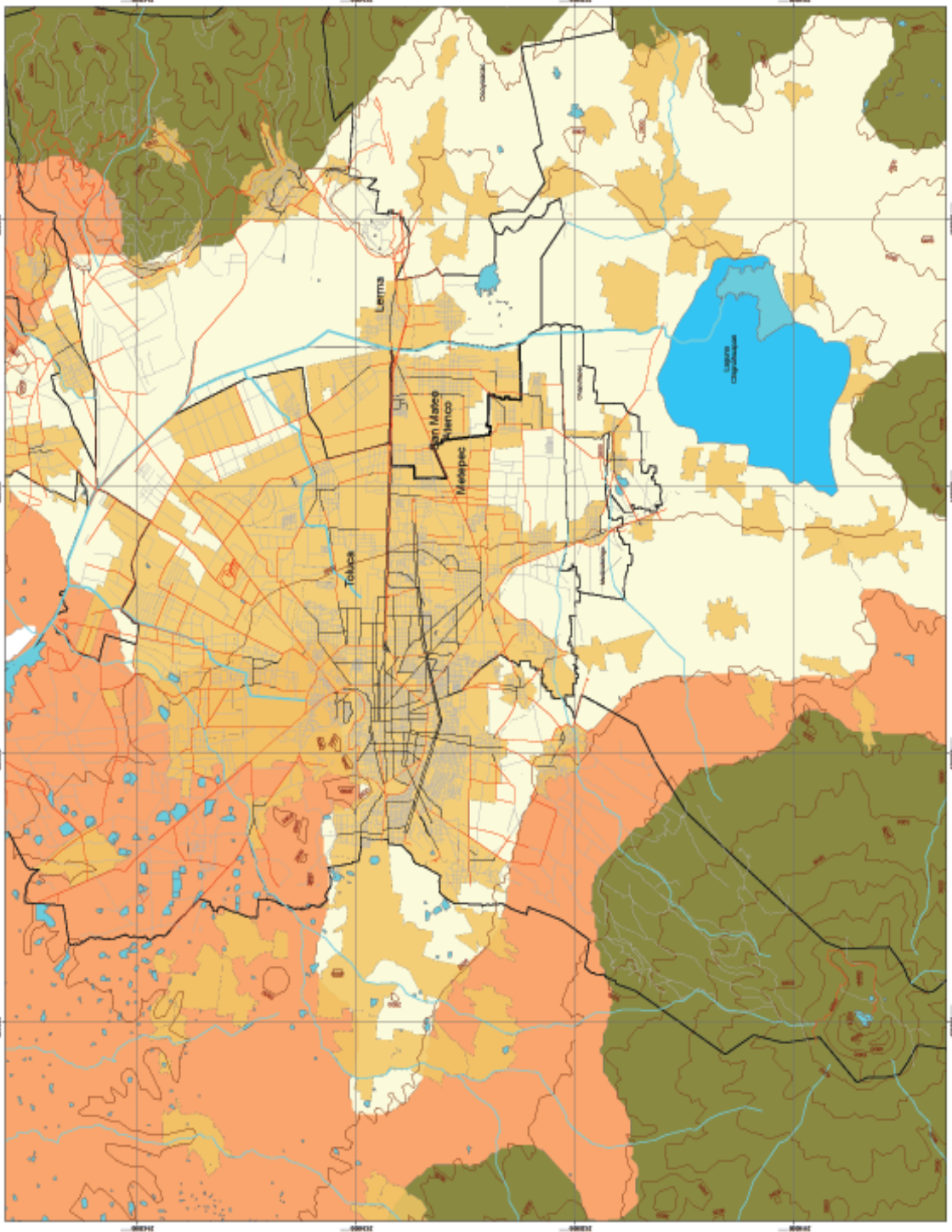


**ESCALA: 1: 75,000**  
 0 175 350 700 1,050 1,400  
 Metros

**Datos Geodésicos:**  
 Proyección: UTM Z14  
 Datum: WGS84, Elipsoida: WGS84  
 Elaboró: Ricardo Alberto Hualajo Peñafoza  
 Fuente: INEGI 2010

La gráfica anterior nos muestra las precipitaciones en milímetros que se presentan de manera mensual, donde se identifica que el periodo de lluvias más intensas se da de Junio a Septiembre, y de manera intensa entre Julio y Agosto; aunque año tras año las precipitaciones varían, pero principalmente dentro de esos meses del año. Es importante dejar claro que, no es necesario que llueva sobre el municipio para que este se vea afectado por las inundaciones, sino debido a los municipios que lo rodean.

Dentro del medio físico también es importante la **geomorfología** del municipio el cual es sensiblemente plana no cuenta con cadenas montañosas, sierras, cerros, volcanes o mesetas; su relieve es prácticamente homogéneo, presenta una pendiente máxima de 2 % en toda su extensión, ubicándose en el rango de 0-5 % de tal forma que el territorio es apto para la urbanización en un 70%;esto es un factor importante ya que el terreno es relativamente plano; además de que esta zona era parte de la zona lacustre de Lerma donde se desarrollaban actividades primarias como ganadería, pesca, agricultura, la cual fue desecada, esto nos habla del gran desconocimiento que se ha tenido desde hace tiempo sobre los riesgos y el territorio adecuado para urbanizar(ver mapa geológico)(**Atlas Ecológico de Salud de la Cuenca Alta del Río Lerma Estado de México,2001**).



**Universidad Autónoma del Estado de México.**  
**Facultad de Planeación Urbana y Regional**  
**Licenciatura en Planeación Territorial**

**Mapa**  
**Geomorfología general**

<b>Simbología Base</b>	Curvas de nivel	
Limite Municipal	Calle	
A. urbano	Carretera	
LAGUNA CHICOMULUPAN	Primer orden	
Cuerpo de agua	Segundo orden	
Rio	Tercer orden	
Contorno de Agua		
<b>Simbología Temática</b>		
<b>Sistema de Topoformas</b>		
Llanura	Lomote	Sierra



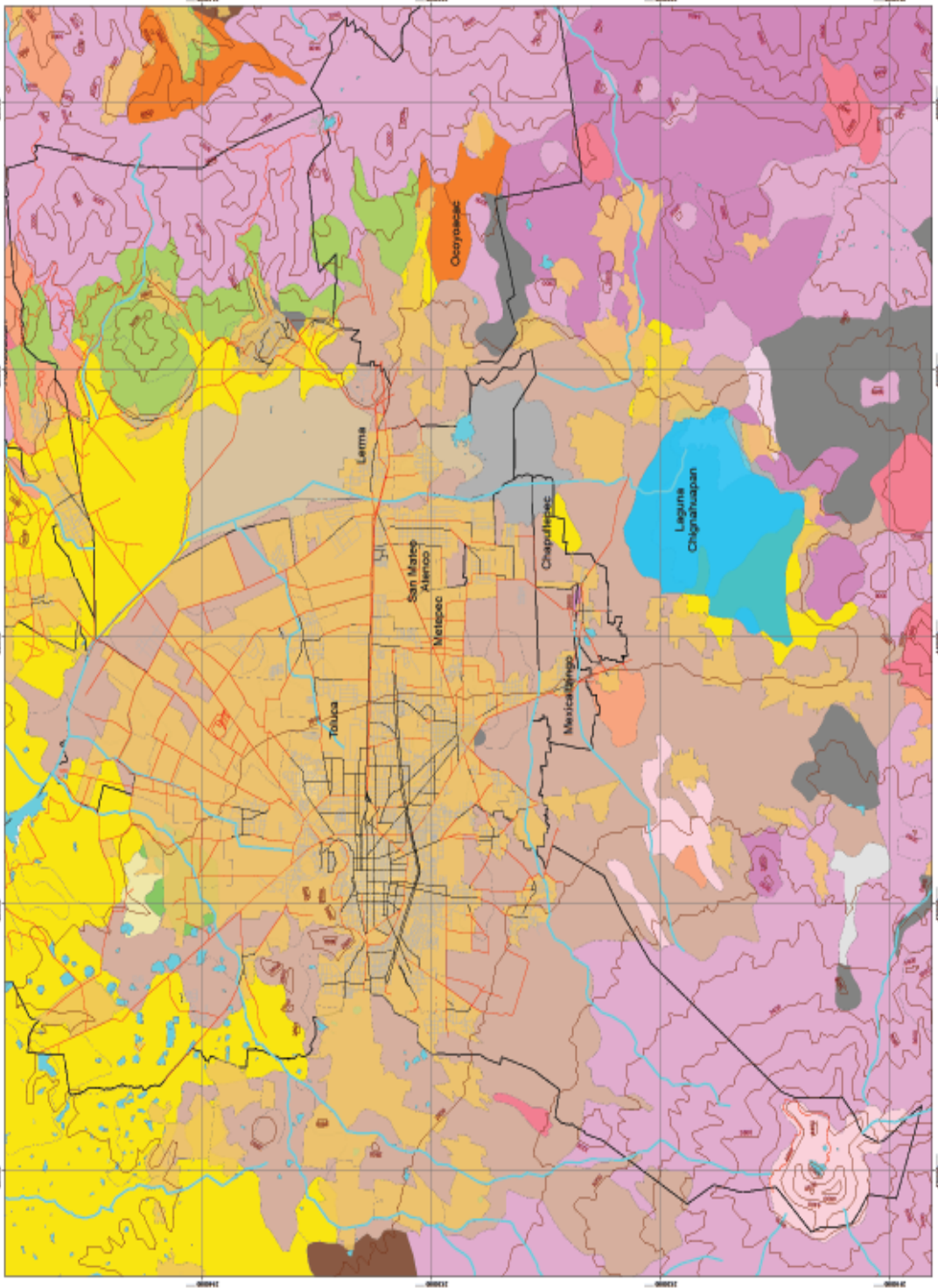
**ESCALA: 1: 75,000**  
 0 175 350 700 1,050 1,400  
 Metros

**Datos Geodésicos:**  
 Proyección: UTM Z14  
 Datum: WGS84, Elipsoid: WGS84  
 Elaboró: Ricardo Alberto Hidalgo Peñafoza  
 Fuente: INEGI 2010

El tipo de suelo (**Edafología**) también es importante para poder determinar la permeabilidad del suelo (ver mapa Edafológico).

En el territorio municipal se distinguen dos tipos de suelo: Feozemháplico.- Cubre aproximadamente el 87% del municipio (incluyendo zona en litigio), salvo la porción sureste que corresponde a la zona sujeta a inundación. Este suelo posee clase textural media y fase física dúrica profunda (duripan entre 50 y 100 cm. de profundidad), se caracteriza por tener una capa superficial oscura, rica en materia orgánica y en nutrientes. Por sus atributos físico-químicos este tipo de suelo es apto para las actividades agrícolas, principalmente para el cultivo del maíz; a pesar de ello estas actividades que se llevaban a cabo hace 50 años, se vieron afectadas y transformadas por la desecación de la zona lacustre y ahora se han utilizado con fines urbanos, disminuyendo de manera considerable la superficie destinada a la agricultura, obstruyendo la filtración del agua hacia el subsuelo, y por consecuencia, la pérdida de nutrientes del suelo y erosión (**Atlas Ecológico de Salud de la Cuenca Alta del Río Lerma Estado de México, 2001**).

Histosoléutrico.- (sin fase y clase textural media), se distribuye en el 13% de la superficie municipal (incluyendo zona en litigio), en la porción sureste en donde se localizan las zonas sujetas a inundación. La formación de estos suelos es básicamente de origen lacustre, y presentan uno o varios horizontes extremadamente ricos en materia orgánica. Son característicos de las zonas donde se acumula el agua y gran cantidad de desechos de plantas (hojarasca, fibra, madera y humus) que tardan mucho en descomponerse (zonas pantanosas o lechos de antiguos lagos), en este tipo de suelos se pueden obtener excelentes rendimientos con cultivo de hortalizas (**Atlas Ecológico de Salud de la Cuenca Alta del Río Lerma Estado de México, 2001**). En general el suelo del territorio municipal se caracteriza por ser de tipo aluvial es producto del depósito de materiales sueltos (gravas y arenas), provenientes de rocas preexistentes, que han sido transportadas por corrientes superficiales de aguas, desde las partes más altas de la Sierra Nahuatlaca-Matlazinca y la Sierra Nevada. (**Atlas Ecológico de Salud de la Cuenca Alta del Río Lerma Estado de México, 2001**).



**Universidad Autónoma del Estado de México.**  
**Facultad de Planeación Urbana y Regional**  
**Licenciatura en Planeación Territorial**

### Mapa Edafológico

Simbología Base	
	Limite Municipal
	Calle
	Carretera
	Presas oidas
	Cuerpo de agua
	Rio
	Centro de Agua
	Tercer orden

Simbología Temática	
	ANDOSOL HUMICO
	ANDOSOL MOLICO
	ANDOSOL OCCRICO
	CAMBISOL CROMICO
	CAMBISOL EUTRICO
	FEZSEM GLEYICO
	FEZSEM HAPLICO
	FEZSEM LUVICO
	FLUVISOL EUTRICO
	HISTOSOL EUTRICO
	LITOSOL
	LUVISOL CROMICO
	PLANSOL EUTRICO
	REGOSOL DISTRICO
	REGOSOL EUTRICO
	VERTISOL CROMICO
	VERTISOL LUVICO

**Ubicación Geográfica del Municipio.**

**ESCALA: 1: 75,000**

**Datos Geodésicos:**  
 Proyección: UTM Z14  
 Datum: WGS84, Elipsoid: WGS84  
 Elaboró: Ricardo Alberto Hidalgo Pedraza  
 Fuente: CONABIO 2016

Otro componente importante del medio físico es la **Hidrología**. El municipio forma parte de la Región Hidrológica 12, Lerma Santiago, a la cuenca Río Lerma - Toluca y a su vez a la sub cuenca Almoloya Oztolotepec (ver mapa hidrológico)

Dentro del territorio los escurrimientos se presentan en dirección oeste – este principalmente por medio de un conjunto de canales, anteriormente de riego, que en la actualidad son utilizados como drenajes de aguas negras, los cuales desembocan directamente en el Río Lerma al este del municipio.

Cuenta con mantos freáticos derivados de las lagunas (Chignahuapan, Chiconahuapan y Chimaliapan) que alimentaban al Río Lerma décadas atrás, la profundidad de ellos varía de acuerdo a la zona. Desde la superficie del suelo hasta donde se encuentran los mantos freáticos existe una profundidad aproximada de 45 metros; sin embargo, el agua que se extrae de la mayoría de los pozos, se obtiene de una profundidad que va de los 75 a los 300 metros, cuya calidad no reúne las características mínimas para ser potable, ya que de acuerdo con las disposiciones sanitarias las aguas para consumo humano deben extraerse a partir de los 150 metros(**Atlas Ecológico de Salud de la Cuenca Alta del Río Lerma Estado de México,2001**).

## 3.2 AFECTACIONES.

Para tener un análisis completo de los efectos que ha ocasionado la inundación en San Mateo Atenco, se hizo una delimitación previa de la zona a estudiar, con base en Atlas de inundaciones, así como el mapa de riesgos del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de San Mateo Atenco 2009-2012, obteniendo con ello información por AGEBS, donde se obtendrá el número de personas que hay en esa zona y las viviendas existentes; con el fin de poder contabilizar las personas afectadas, sus viviendas, de manera más específica y así realizar el análisis correspondiente e identificar los efectos que ha tenido la inundación en la zona oriente del municipio.

De acuerdo al XIII Censo general de población y vivienda 2010 la población total del municipio es de 72,579 habitantes, donde la zona de estudio comprende el 32% con respecto a la población total:

### 3.2.1 Servicios en la vivienda por AGEB.

La tabla siguiente muestra la población por AGEBS de la zona de estudio (ver mapa de AGEBS).

**Población por AGEB del área de estudio.**

No. AGEB	Población	T. viviendas
1,507,600,010,077(1)	4,794	1,071
1,507,600,010,096(2)	3,175	745
1,507,600,010,128(3)	3,507	762
1,507,600,010,240(4)	892	242
1,507,600,010,202(5)	1,374	302
1,507,600,01,0058(6)	9,637	2,055
<b>TOTAL</b>	<b>23,379</b>	<b>5,177</b>

**Fuente:** Elaborado con información del SCINCE 2010. INEGI.

Los AGEBs anteriores abarcan los siguientes barrios: San Pedro, La Concepción, San Juan, San Nicolás, Santiago, San Lucas, Guadalupe (ver mapa de AGEBs); todas estas zonas se encuentran más cercanas al Río Lerma.

### SERVICIOS EN LA VIVIENDA 2010.

<b>AGEB No. 1,507,600,010,077(1)</b> <b>Población Total: 4,794</b> <b>Total de viviendas: 1,071</b>		
Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica	981	91.59%
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	812	75.81%
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	961	89.7%

Fuente: Elaborada con datos del Censo de Población y vivienda 2010.INEGI.

El primer AGEB ubicado en la parte norte del municipio, en el ámbito de la vivienda presenta una cobertura amplia en materia de servicios básicos, siendo el de menor porcentaje el referido al agua entubada, contando solo con el 75% de cobertura en este servicio.

<b>AGEB No. 1,507,600,010,096(2)</b> <b>Población Total: 3,175</b> <b>Total de viviendas: 745</b>		
Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica	666	89.3%
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	595	79.8%
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	664	89.1%

Fuente: Elaborada con datos del Censo de Población y vivienda 2010.INEGI.

Para el AGEB número 2 ubicado en la parte centro del municipio, la cobertura de los servicios básicos es de un 90% para el drenaje y energía eléctrica, pero nuevamente vemos que en el caso de agua entubada, la cobertura es la menor, como el caso del AGEB anterior contando con un 80% de cobertura en este servicio.

<b>AGEB No. 1,507,600,010,128(3)</b> <b>Población Total: 3,507</b> <b>Total de viviendas:762</b>		
Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica	575	75.4%
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	575	75.4%
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	700	91.8%

Fuente: Elaborada con datos del Censo de Población y vivienda 2010.INEGI.

Para el caso de este tercer AGEB ubicado en la parte sur-centro, con respecto a los AGEBs anteriores la cobertura de drenaje es similar del 90%, pero lo referido al servicio de energía eléctrica y agua entubada tiene un menor porcentaje de cobertura siendo del 75%.

<b>AGEB No. 1,507,600,010,240(4)</b> <b>Población Total: 892</b> <b>Total de viviendas:242</b>		
Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica	193	79.7%
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	152	62.80%
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	191	78.9%

Fuente: Elaborada con datos del Censo de Población y vivienda 2010.INEGI.

De acuerdo a la tabla anterior podemos percatarnos de que este 4° AGEB tiene baja cobertura en los 3 servicios básicos con respecto a los 3 anteriores; siendo de un 80% de cobertura para energía eléctrica y drenaje, y un 60% de agua entubada.

Podemos ver en el mapa de AGEBS que esta área es la parte más cercana al Río Lerma y más lejana del municipio, deduciendo entonces, que la lejanía de esta zona con respecto del área urbana, posiblemente dificulte el acceso a servicios básicos o peor aún, son zonas de asentamientos establecidos de manera irregular.

<b>AGEB No. 1,507,600,010,202(5)</b> <b>Población Total: 1,374</b> <b>Total de viviendas:302</b>		
Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica	268	88.7%
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	249	82.4%
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	256	84.7%

Fuente: Elaborada con datos del Censo de Población y vivienda 2010.INEGI.

De acuerdo a la tabla anterior este AGEB ubicado en la parte sur-este, se puede apreciar que, los 3 servicios básicos tienen un alcance bueno, ya que todos alcanzan el 80% de cobertura, siendo esta, la zona más completa en cuanto a servicios en el ámbito de la vivienda.

<b>AGEB No. 1,507,600,01,0058(6)</b> <b>Población Total: 9,637</b> <b>Total de viviendas:2,055</b>		
Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica	1,864	90%
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	987	48%
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	1794	87%

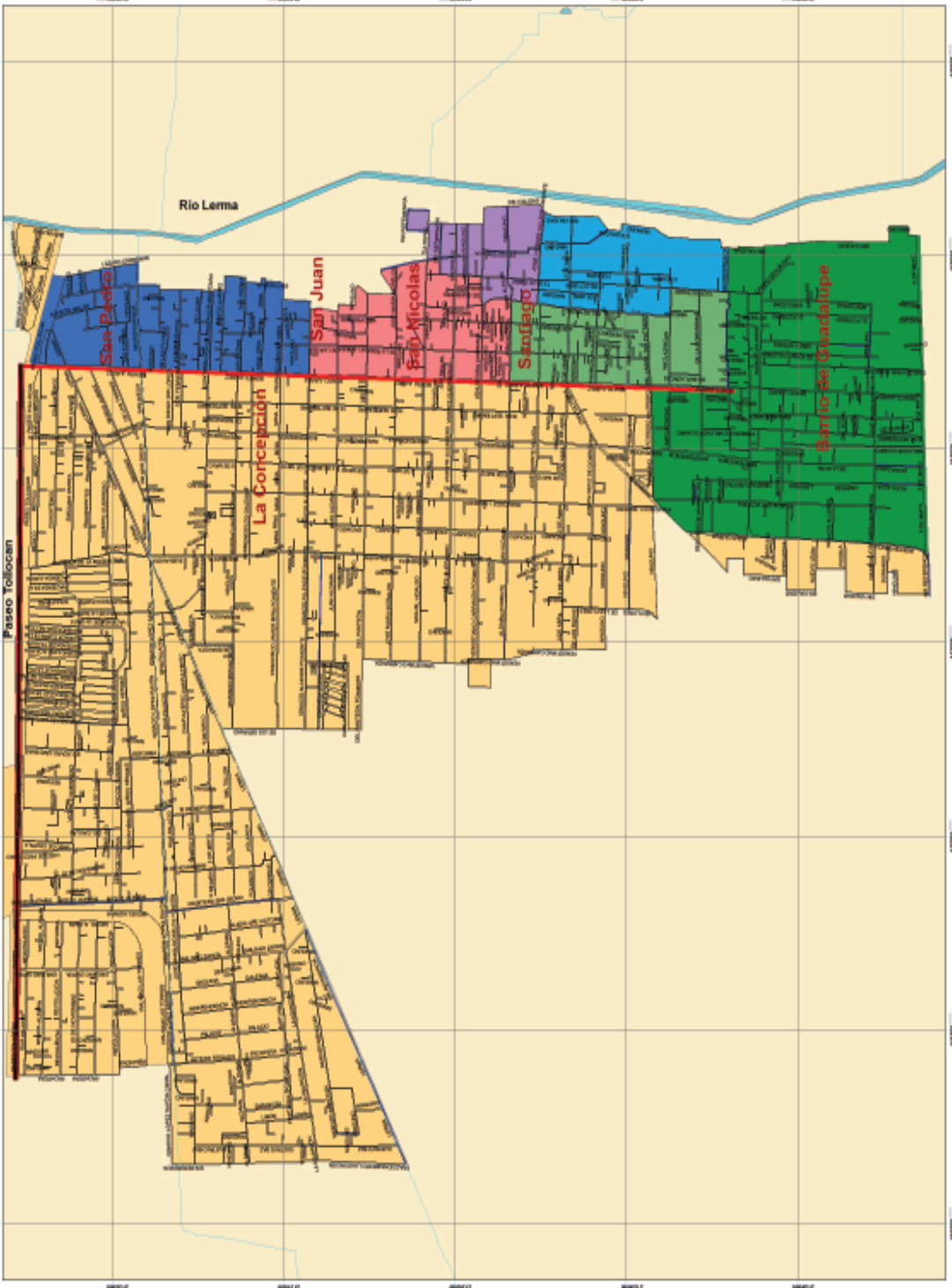
Fuente: Elaborada con datos del Censo de Población y vivienda 2010.INEGI.


Este AGEB se encuentra ubicado en la parte sur del municipio, es el AGEB de mayor tamaño con respecto a los analizados en la zona de estudio, presenta buena cobertura en cuanto al servicio de energía eléctrica y drenaje, pero en cuanto al agua entubada presente una cobertura baja con el 48%, siendo la menor de todos los AGEBS analizados.

AGEB	Energía eléctrica	Agua potable	Drenaje
1	91%	75%	89%
2	89%	79%	89%
3	75%	75%	91%
4	79%	62%	78%
5	88%	82%	84%
6	90%	48%	87%

Fuente: Elaborada con datos del Censo de Población y vivienda 2010.

Podemos ubicar 2 AGEBS que cuentan con una cobertura baja en cuanto al servicio de agua entubada, siendo el 4° y 6° los que presentan esta deficiencia con un 60% y 48% respectivamente.



  
**Universidad Autónoma del Estado de México.**  
 Facultad de Planeación Urbana y Regional  
  
**Licenciatura en Planeación Territorial**

## MAPA AGEBS

**Simbología Base**

- Área Urbana
- Unidad Regional
- Unidad Principal
- Traza Urbana
- Río Lerma
- Canal
- Comento de Agua

**Simbología Temática**

**AGEBS**

- 1507600010066
- 1507600010077
- 1507600010086
- 1507600010094

**Ubicación Geográfica del Municipio.**



N

**ESCALA: 1: 10,000**



Metros

**Datos Geodésicos:**  
 Proyección: UTM 214  
 Datum: WGS84, Elipsoida: WGS84  
 Elaboró: Ricardo Alberto Hidalgo Peñafoza  
 Fuente: INEGI 2010

### 3.2.2 Análisis de zonas en riesgo por AGEB.

Para el análisis se tomaron en cuenta 6 AGEBs(ver plano de AGEBS) , los cuales forman parte de la zona de estudio, dentro de cada uno se seleccionaron de 3 a 4 manzanas para su análisis, todas ellas siendo las más cercanas al límite de estudio que es el Río Lerma.

Las presentadas a continuación, tienen el fin de comprender la situación de la población, condiciones de vida, el riesgo ante el problema entre otros aspectos.

La información se presenta por grupos de manzanas que pertenecen a un mismo AGEB.

#### **AGEB 1 Manzana 1.**

Se localiza sobre la calle Adolfo López Mateos, contando con viviendas de autoconstrucción con materiales como tabicón, principalmente y sin acabados, algunas viviendas con techos de lámina.

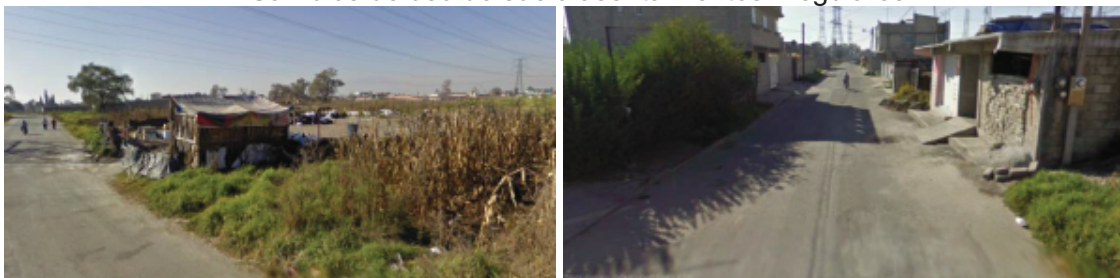
Vivienda de autoconstrucción



Google Street View 2012

Esta zona tiene una gran presencia de uso agrícola, mayor que la urbana; y donde existen asentamientos irregulares como se aprecia en la fotografía, las condiciones de la vialidad son buenas, aunque las vialidades secundarias a esta son de terracería en su mayoría.

### Cambios de uso de suelo asentamientos irregulares



Google Street View 2012

### AGEB 1 Manzana 2-3.

Dentro de esta zona predominan los terrenos para uso agrícola, cuenta con escasas viviendas de autoconstrucción con materiales principalmente de tabicón, techos de teja, o lamina, todas sin acabados, viviendas de adobe y algunas muy deterioradas.

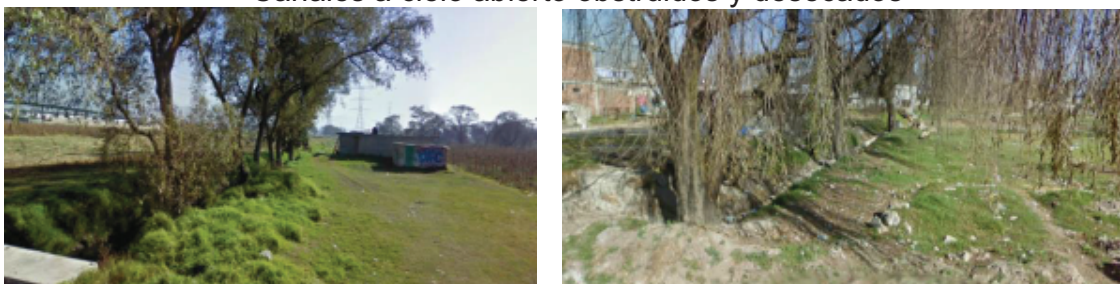
### Viviendas de adobe deterioradas



Google Street View 2012

Cuenta con un canal a cielo abierto formado de manera natural, donde se han establecido de manera irregular y a escasos metros, como se aprecia en la fotografía; donde también es utilizado para depositar basura.

### Canales a cielo abierto obstruidos y desecados



Google Street View 2012

#### **AGEB 1 Manzana 4.**

Dentro de esta manzana se encuentran viviendas de autoconstrucción, en las mismas condiciones que las de las manzanas anteriores, pero la particularidad de esta manzana es la presencia de viviendas, las cuales descargan de manera directa al canal el cual desemboca en el Río Lerma a escasos metros.

Vivienda a un costado de un canal a cielo abierto



Google Street View 2012

También se puede observar que en algunas viviendas existe una barrera de costales para impedir el paso del agua, esto debido a inundaciones que probablemente año tras año les afecta.

Vivienda afectada por inundaciones



Google Street View 2012

Las viviendas tienen marcas de agua, de inundaciones con una altura aproximada de 1.30m.

En la imagen de satélite podemos observar de mejor manera los canales existentes en esta zona, así como la presencia de pocas viviendas, pero muy cercanas todas al Río Lerma, algunas más que otras, pero todas con marcas de agua por presencia de inundación.



**Fuente:** Google Earth imagen de satélite 2012.

### **AGEB 2 manzana 1.**

En esta zona podemos encontrar comercio sobre la vialidad principal Benito Juárez así como en las vialidades Allende y Aldama; esta manzana se encuentra urbanizada al 75%, existiendo un terreno baldío como se aprecia en la fotografía, donde existe un pequeño asentamiento.

#### Terrenos baldíos



Google Street View 2012

El tipo de vivienda localizada es de autoconstrucción la mayoría sin acabados como se observa en la fotografía, donde el uso es mixto en la mayoría de las viviendas. Se encuentra también un equipamiento de educación privado llamado TENTLI.

### Construcciones con coeficientes de utilización distintas



Google Strret View 2012

Se observó la presencia de otro canal a cielo abierto así como viviendas establecidas a un lado de él; donde descargan directamente sus residuos, y como se observa en la fotografía basura tanto en baldíos como en el canal a pesar de que hay señalamientos que sancionan esta acción.

### Viviendas a un costado de canales a cielo abierto

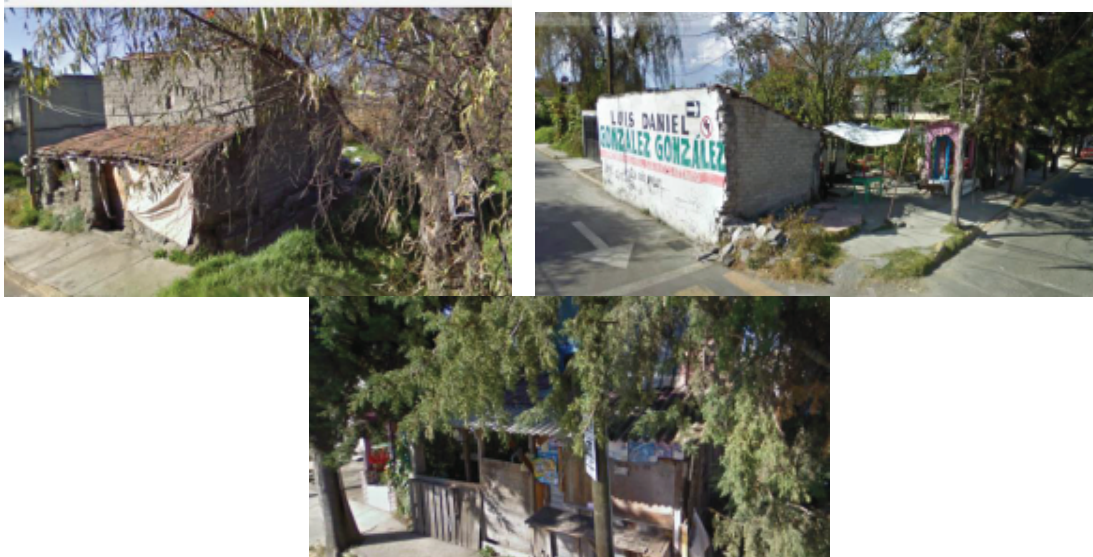


Google Strret View 2012

### **AGEB 2 manzana 2.**

La presencia de terrenos baldíos predomina dentro de este lugar, viviendas de autoconstrucción de recursos bajos, como se parecía en las fotografías son casas de adobe y teja, algunas de madera; y otras contruidas incluso sobre la vialidad, sin ninguna normatividad, además de que se encuentra en el caso de la imagen, asentado sobre un canal natural.

### Viviendas sin alineamiento y de bajos recursos



Google Street View 2012

Se localizó en esta zona una escuela primaria y canchas de fútbol, así como una iglesia, aproximadamente a unos 1000m del Río; además de encontrar sólo una vivienda de 3 niveles y de una extensión mayor a las que rodean la propiedad.

### Escuela y vivienda de 3 niveles unica en la zona



Google Street View 2012

### **AGEB 2 manzana 3.**

Existe un alto número de viviendas de autoconstrucción sin normatividad alguna, encontrando viviendas irregulares en su mayoría, hechas de tabicon, adobe, teja, plastico, terrenos con uso habitacional y agrícola además algunas con grandes cantidades de basura.

### Terrenos con basura y zonas de cultivo



Google Strret View 2012

El estado de las vialidad principal de esta manzana esta en condiciones deficientes ya que en zonas de la misma se encuentra pavimentada y en otras partes con terracería; además es muy angosta como se aprecia en la imagen; existe equipamiento básico obstruyendo la vía. por otra parte existen varias calles terciarias de terracería que dan a viviendas precarias.

Infraestructura en sitios indebidos

Vivienda en zona de riesgo



Google Strret View 2012

También se pudo apreciar que estas viviendas la energía electrica se toma de manera irregular de la infraestructura, para poder satisfacer sus necesidades, debido a la falta de recursos.

#### **AGEB 2 manzana 4.**

Esta zona localizada frente a la manzana anterior 3, tiene un gran número de viviendas de tipo irregular, construidas con adobe, lamina, tabicon, teja; siendo una zona con gran marginación o en situación de pobreza.

Asentamientos precarios



Google Street View 2012

Se encuentra ubicada a 3 cuadras de la vialidad principal Benito Juárez, donde la parte final de esta zona encontramos terrenos únicamente con uso agrícola, donde en la imagen de satélite se parecía, poco a poco la invasión de terrenos altamente riesgosos para el desarrollo urbano, pero debido a la falta de espacio, se ven en la necesidad de invadir estos terrenos cada vez mas cerca del Río.

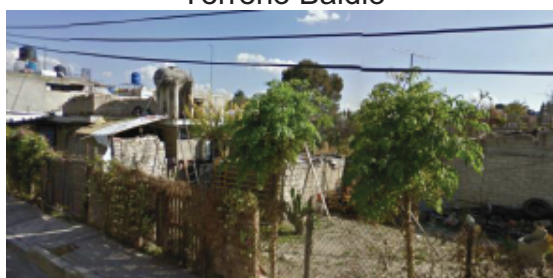


**Fuente:** Google Earth imagen de satélite 2012.

### **AGEB 3 manzana 1.**

Este AGEB colinda con la vialidad principal Benito Juárez en la cual se encuentran viviendas deterioradas, precarias hechas de tabicon, con tejas y laminas; toda esa zona de la vialidad consta de comercio de diverso tipo, y algunas zonas con uso mixto habitacional comercial.

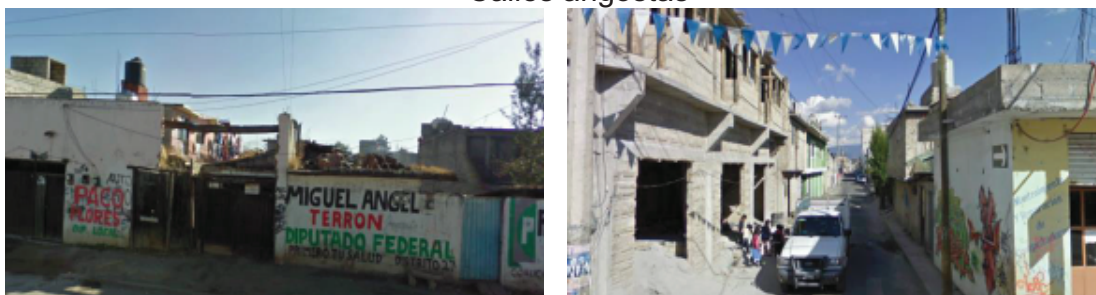
Terreno Baldio



Google Street View 2012

Entrando por la vialidad Juan Aldama que limita esta manzana tiene un acceso muy angosto de 4 a 5 mts aproximadamente, lo que dificulta el tránsito.

Calles angostas



Google Street View 2012

Cuenta con equipamiento de tipo religioso con canchas de recreación en continuidad con el primer equipamiento como se muestra en la foto, además de que el servicio básico de energía eléctrica en varios puntos se encuentra obstruyendo la vialidad, y ubicado abajo del nivel de la banqueta.

### Infraestructura invadiendo calle



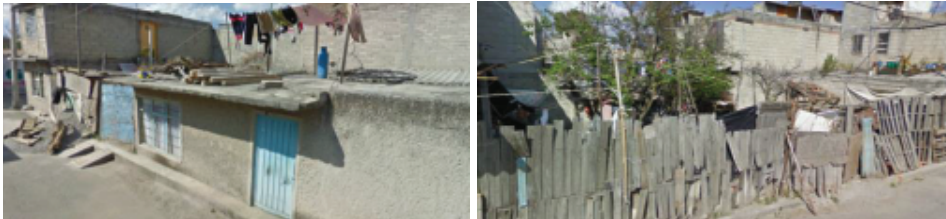
Google Strret View 2012

Existen terrenos para uso agrícola, hacia el interior de la zona habitacional, quedando en la parte central de la manzana sin un acceso para observarse.

### AGEB 3 manzana 2.

Se localizan nuevamente asentamientos muy precarios, viviendas elaboradas propiamente con materiales como plástico, teja, madera, tabicón sobrepuesto, viviendas viejas hechas de adobe, que se han deteriorado.

### Viviendas de autoconstrucción



Google Strret View 2012

Existe la prescencia de terrenos baldíos, con basura y nuevas construcciones, en varias partes de la manzana y alrededores.

### Construcciones abandonadas y baldíos



Google Strret View 2012

### AGEB 3 manzana 3-4.

Estas 2 zonas presentan una tendencia de crecimiento urbano, ya que en este momento, la mayoría de los terrenos son zonas de baldíos, de uso agrícola y pocos con uso habitacional y comercial.

#### Terrenos de cultivo



Google Street View 2012

Sobre la vialidad principal Juárez encontramos este tipo de construcciones inconclusas, en inicio de obra sin licencia de construcción.

Se encontró un canal a cielo abierto con gran cantidad de basura, del lado contrario se encuentra totalmente tapado por vialidad pública; además toda esta zona carece de pavimentación en sus vialidades y son muy angostas.

#### Basura en canales



Google Street View 2012

Las pocas viviendas que existen son muy precarias como se observa en la imagen anterior, las vialidades son totalmente de terracería, las viviendas se encuentran muy dispersas.

#### **AGEB 4 manzana 1.**

En esta primera parte del AGEB se observa una presencia escasa de viviendas, siendo en un 80% viviendas construidas con tejas, laminas, algún tipo de madera, de tabicón el 90% sin terminados presencia de construcciones abandonadas, probablemente por incumplir la normatividad de usos, densidades.

Viviendas de piedra y lamina



Google Street View 2012

Se localizaron viviendas construidas sobre el margen de canales naturales, que han sido secados, utilizados para depositar basura, lo que en temporada de lluvia obstruye el paso natural del agua por medio de este sistema de canales, los cuales regulaban el nivel de cauce del Río.

Canales a cielo abierto obstruidos



Google Street View 2012

Predominan grandes terrenos con aptitud agrícola, como se parecía en las fotografías, pero también gran presencia de canales naturales donde se ha depositado basura provocando una desecación total, y debido a la cercanía con el Río Lerma, probablemente el agua no siga su curso y estos tapones de basura generan inundaciones.

#### **AGEB 4 manzana 2.**

En esta zona existe al igual que el AGEB anterior un porcentaje bajo en cuanto a viviendas, pero muy dispersas, sin embargo en una parte como se ve en la fotografía se encuentran totalmente congregadas, siendo viviendas autoconstruidas, el 90% sin acabados.

Viviendas dispersas



Google Street View 2012

En la fotografía anterior se ve claramente la dispersidad de vivienda, rodeadas en su mayoría por terrenos de uso agrícola, o simplemente terrenos baldíos o sin algún uso.

#### **AGEB 4 manzana 3.**

En esta parte sur del AGEB existen aproximadamente 20 viviendas de autoconstrucción, donde 2 o 5 tienen algún terminado, el resto sin terminados, algunas de lámina.

Se ubicó la presencia de una vivienda construida a menos de 1m sobre un canal a cielo abierto que aún lleva en su cauce agua.

### Canal a cielo abierto con cauce



Google Street View 2012

Se encontró también sólo 1 vivienda a 80 metros aproximadamente del Río, separándola únicamente terrenos agrícolas.

En general en las vialidades principales de la zona no se encuentran sistemas de alcantarillado. Son muy escasas.

Con lo anterior, podemos observar que el porcentaje urbano sigue en aumento, agotando terrenos para el cultivo, y generando una problemática de urbanización a largo plazo, como dato se tiene que en 1986 el área de cultivo correspondía al 75% de la superficie total del municipio, para el año 1990 se pierde más de la mitad quedando un 35% de aprovechamiento agrícola, y para el año 2000 en adelante comienzan a establecerse en zonas de alto grado de vulnerabilidad por la cercanía al Río Lerma.

#### **AGEB 5 manzana 1.**

En esta zona el uso intensivo es agrícola, existen viviendas dispersas, hechas de tabicon, madera, lamina, aluminio, teja, acero. En distintos lugares de la manzana se encuentran construcciones nuevas, en proceso de construcción, lo que nos indica hacia donde está la tendencia de crecimiento del municipio; acabando con áreas de cultivo para darle un uso habitacional.

### Uso mixto agrícola y urbano



Google Street View 2012

### AGEB 5 manzana 2.

La presencia de viviendas se hace notar como en las anteriores zonas ,cada vez más, sobre terrenos agrícolas; ahora la población se encuentra habitando zonas mas y mas cercanas al Río Lerma, algunas mas que otras, y algunas ya establecidas sobre el Río.

### Puente de autoconstrucción y vivienda a un lado del Río



Google Street View 2012

En el territorio restante se encuentran grandes extensiones agrícolas que año con año se pierden por la demanda de viviendas, en su mayoría realizadas de manera irregular y por lo tanto desconociendo el riesgo de ubicarse en estos lugares.



**Fuente:** Google Earth imagen de satélite 2012.

Dentro de todos los AGEBS encontramos diversidad de asentamientos, en su mayoría precarios, todas de autoconstrucción, cada vez mas cerca del Río Lerma, detonando un riesgo existente para aquellos que comienzan a establecerse en esos espacios, ya sea por falta de recursos, o de espacios que cumplan con la normatividad.

### **3.3 ACCIONES CONTRA LAS INUNDACIONES EN SAN MATEO ATENCO.**

Es importante analizar las acciones que se han realizado en materia de inundaciones, tener noción de los proyectos que se han llevado a cabo para dar solución al problema, además de ver el impacto que ha tenido cada acción que se ha realizado, saber la importancia que se le da a este problema en cada administración.

Con ello, podemos analizar si el problema pudo ser solucionado, ya sea parcial o totalmente en alguna zona en específico, si se ha invertido en infraestructura, si la

población está satisfecha con las acciones realizadas por el Ayuntamiento; si están creando soluciones efectivas, o sólo para aminorarlo temporalmente.

Identificar las zonas a las que les dan mayor prioridad, y en general mostrar las soluciones que han dado al problema, comprobar si ha sido suficiente, para poder aportar alguna solución a largo plazo que sea funcional.

De acuerdo a los Atlas de inundaciones de la CAEM (Comisión del Agua del Estado de México) en el municipio de San Mateo Atenco, se han cuantificado los daños y las afectaciones causadas por las lluvias de temporada.

**En la temporada de lluvias 2007** (ver mapa de inundaciones 2007) las zonas afectadas fueron los barrios de Guadalupe, Santiago, San Nicolás, San Juan, San Pedro, San Mateo y La Concepción; siendo afectadas 1242 viviendas, 120 locales comerciales y 10 edificios públicos, siendo un total de 1372 inmuebles afectados.

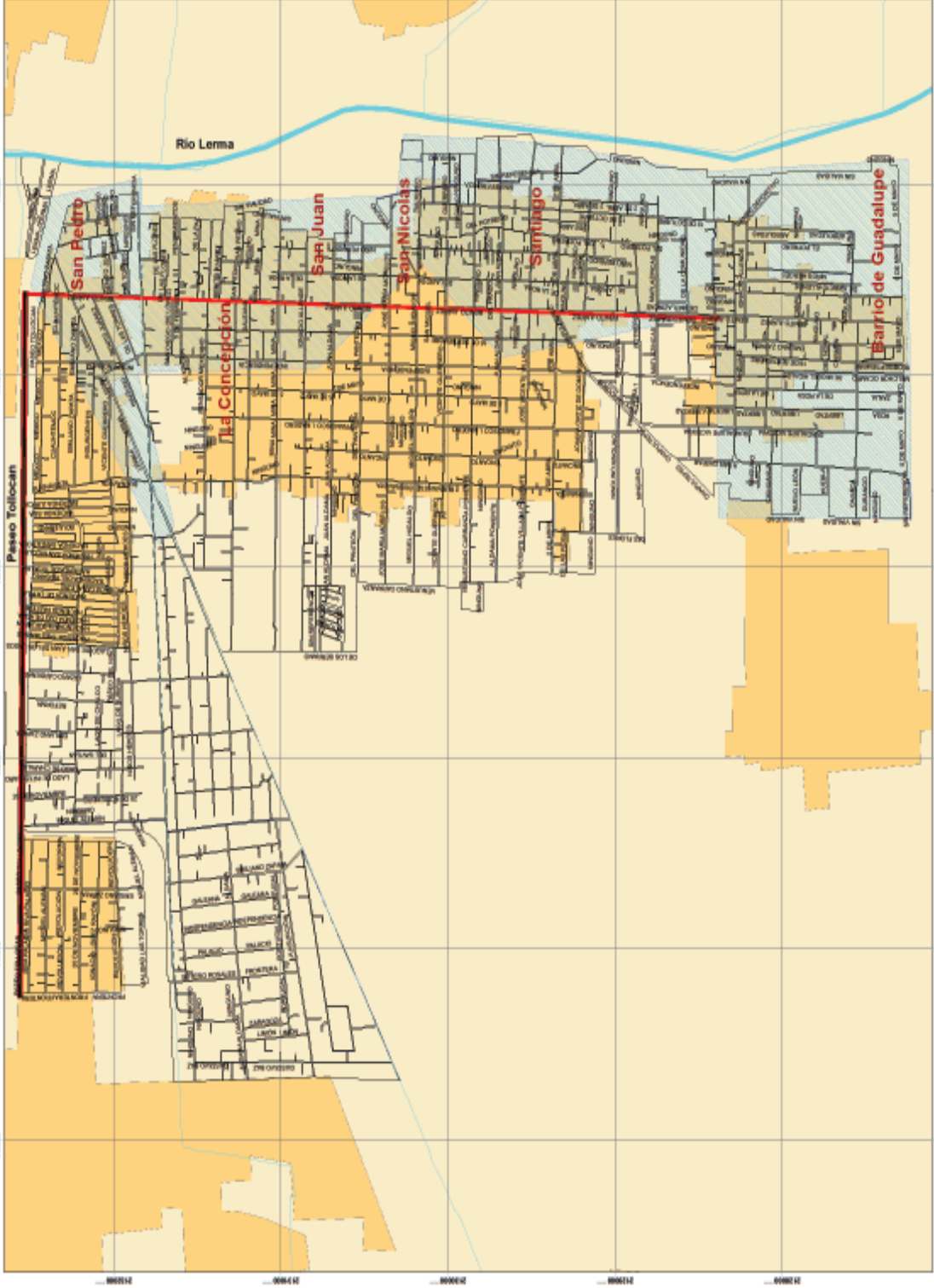
La población afectada fue de 7, 460 habitantes en un área de 6.494km<sup>2</sup>, con una lámina de agua sobre vialidad de .90m y al interior de .60m; las causas de esta inundación fueron, la falta de Infraestructura hidráulica, precipitación pluvial extraordinaria, desbordamiento de cauces.

Esta reincidencia se registró en las temporadas de lluvias de los años 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 y 2007.

#### **Acciones emergentes realizadas para disminuir las afectaciones.**

Limpieza y desazolve de la red de drenaje y de los drenes a cielo abierto y traspaleo de los escurrimientos excedentes al Río Lerma, canales existentes y colectores sanitarios.

El equipo utilizado por la CAEM, en el total de los eventos: 310 personas, 4 retroexcavadoras, 50 equipos de bombeo, 35 camiones tipo vector, 13 pipas, 44 pickups, 16 camiones especiales, 7 camiones Hiab y 1 camión de volteo (**Atlas de inundaciones CAEM, 2007**).



**Universidad Autónoma del Estado de México.**  
**Facultad de Planeación Urbana y Regional**  
**Licenciatura en Planeación Territorial**

**Mapa**  
**Temporada de lluvias 2007**

**Simbología Base**

- Área Urbana
- Vialidad Regional
- Vialidad Principal
- Trazo Urbana
- Río Lerma
- Canal
- Corriente de Agua

**Simbología Temática**

- Zonas afectadas por inundación

**Ubicación Geográfica del Municipio.**

**ESCALA: 1: 10,000**  
 0 175 350 700 1,050 1,400  
 Metros

**Datos Geodésicos:**  
 Proyección: UTM Z14  
 Datum: WGS84, Elipsoid: WGS84  
 Elaboró: Ricardo Alberto Hidalgo Peñafoza  
 Fuente: INEGI 2010

**En la temporada de lluvias 2008**(ver mapa de inundaciones 2008) no se afectó a la población, hubo inundaciones en las calles Al norte: Av. Lerma. Al sur: Pensador Mexicano. Al oriente: Av. Juárez. Al poniente: Av. Lerma – Poniente.

Hubo desbordamiento de los canales San Carlos y San Isidro, debido a la falta de capacidad de los colectores pluviales de 1.83 y 1.52 metros de diámetro, afectando el tráfico vehicular. El evento se presentó en 17 ocasiones en los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

**Acciones emergentes realizadas para disminuir las afectaciones.**

Desazolve con excavadora y retroexcavadora de los canales San Carlos, San Isidro y San Diego, en una longitud de 5,700 m.l.

Retiro de lodo, desazolve y limpieza de Av. Juárez, limpieza de la red de atarjeas con equipo de presión-succión en una longitud de 46,698 m.l.

Desalojo de aguas pluviales con equipo de bombeo especializado y motobombas. **(Atlas de inundaciones CAEM, 2008).**

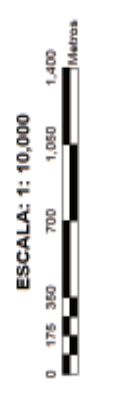
**Mapa**  
**Temporada de lluvias 2008**

**Simbología Base**

-  Área Urbana
-  Vialidad Regional
-  Vialidad Principal
-  Traza Urbana
-  Río Lerma
-  Canal
-  Corriente de Agua

**Simbología Temática**

-  Zona afectada por inundación



**Datos Geodésicos:**  
 Proyección: UTM Z14  
 Datum: WGS84, Elipsoid: WGS84  
 Elaboró: Ricardo Alberto Hidalgo Peñalosa  
 Fuente: INEGI 2010



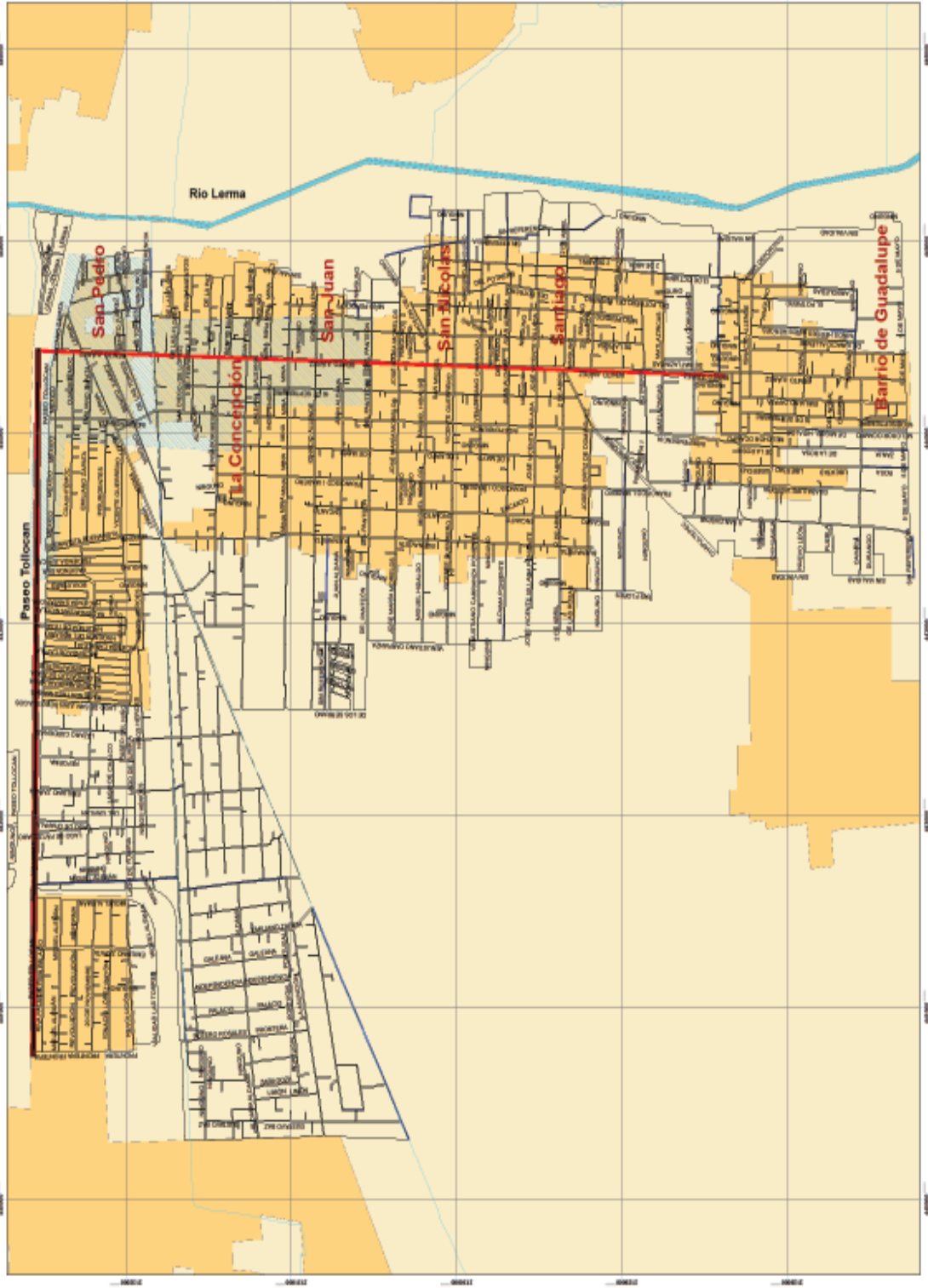
**En la temporada de lluvias 2009**(ver mapa de inundaciones 2009) las zonas afectadas fueron los barrios de La Concepción, Barrio San Pedro y Barrio San Juan, siendo afectadas 200 viviendas.

La población afectada fue de 1,000 habitantes en un área de 1.197km<sup>2</sup>, con una lámina de agua sobre vialidad de .70m y al interior de .50m; las causas de esta inundación fueron; precipitación pluvial extraordinaria y desbordamiento de cauces. Los días 3, 4 y 5 de febrero se presentó lluvia invernal atípica de forma constante registrándose 143.7 milímetros en tan solo dos días, esto debido a los frentes fríos número 28 y 29, causando el desbordamiento de los canales San Carlos, San Isidro y San Diego, afectando a 200 casas habitación.

Esta reincidencia se registró en las temporadas de lluvia de los años 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008, 2009 y 2010.

**Acciones emergentes realizadas para disminuir las afectaciones.**

Durante 6 días la CAEM utilizó 8 equipos tipo Vactor, 3 equipos de bombeo especializado, 2 retroexcavadoras, 1 camión de volteo, 1 pickup y 32 elementos, los niveles fueron abatidos hasta el día 8 de Febrero(**Atlas de inundaciones CAEM**).




  
**Universidad Autónoma del Estado de México.**  
 Facultad de Planeación Urbana y Regional  
**Licenciatura en Planeación Territorial**

**Mapa Temporada de lluvias 2009**

**Simbología Base**

-  Área Urbana
-  Vialidad Regional
-  Río Lerma
-  Vialidad Principal
-  Canal
-  Corriente de Agua
-  Traza Urbana

**Simbología Temática**

-  Zona electada por inundación

**Ubicación Geográfica del Municipio.**





**ESCALA: 1: 10,000**



0 175 350 700 1,050 1,400  
Metros

**Datos Geodésicos:**  
 Proyección: UTM Z14  
 Datum: WGS84, Elipsoida: WGS84  
 Elaboró: Ricardo Alberto Hidalgo Peñaloza  
 Fuente: INEGI 2010



**En la temporada de lluvias 2010**(ver mapa de inundaciones 2010) las zonas afectadas fueron los barrios y colonias de Santa Elena, San Pedro, La Concepción, San Isidro y San Juan, siendo afectadas 1,334 viviendas.

La población afectada fue de 6,000 habitantes en un área de 2.529km<sup>2</sup>, con una lámina de agua sobre vialidad de .60m y al interior .30m; las causas de esta inundación fueron; precipitación pluvial extraordinaria, falta de mantenimiento, infraestructura hidráulica insuficiente y desbordamiento de cauces.

Precipitación pluvial continua de media a alta intensidad, provocando el desbordamiento de los canales: San Isidro, San Carlos y San Diego, a la entrada de los colectores pluviales de 1.83 y 1.52 m. de diámetro y cruce con la avenida Juárez, ocasionando escurrimiento en la avenida Lerma y encharcamiento en las avenidas Juárez, Independencia y zona Centro, siendo necesario el cierre de vialidades, así como agua en patios e interiores de las casas habitación al norte del Barrio San Pedro.

Esta reincidencia se presentó en las temporadas de lluvia de los años: 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2008, 2009 y 2010

#### **Acciones emergentes realizadas para disminuir las afectaciones.**

Operación y mantenimiento del cárcamo Atenco, operación de equipo hidraflow.

Operación de equipos del cárcamo nuevo, limpieza de vialidades por exceso de lodos con camiones presión - succión y camiones cisterna.

Instalación de equipo de bombeo especializado, motobombas y bombeo de achique (**Atlas de inundaciones CAEM, 2010**).



**Universidad Autónoma del Estado de México.**  
**Facultad de Planeación Urbana y Regional**  
**Licenciatura en Planeación Territorial**

**Mapa Temporada de Lluvias 2010**

**Simbología Base**

- Área Urbana
- Vivienda Regional
- Vivienda Principal
- Trazo Urbana
- Río Lerma
- Canal
- Conducto de Agua

**Simbología Temática**

- Zona afectada por inundación

**Ubicación Geográfica del Municipio.**

**ESCALA: 1: 10,000**  
 0 175 350 700 1,050 1,400  
 Metros

**Datos Geodésicos:**  
 Proyección: UTM Z14  
 Datum: WGS84, Elipsoid: WGS84  
 Elaboró: Ricardo Alberto Hidalgo Peñalosa  
 Fuente: INEGI 2010

**En la temporada de lluvias 2011**(ver mapa de inundaciones 2011) las zonas afectadas fue únicamente la cabecera municipal. (La Concepción), habiendo únicamente encharcamientos en las vialidades.

El área de afectación fue de .642km<sup>2</sup>, con una lámina de agua de .30m; las causas de esta inundación fueron; precipitación pluvial extraordinaria, desbordamiento de cauces e infraestructura hidráulica insuficiente. Desbordamiento de los canales San Diego, San Carlos y San Isidro, debido a la falta de capacidad de los colectores pluviales de 1.83 y 1.52 metros de diámetro, afectando el tráfico vehicular.

**Acciones emergentes realizadas para disminuir las afectaciones.**

Desazolve con excavadora y retroexcavadora de los canales San Carlos, San Isidro y San Diego.

Retiro de lodo, desazolve y limpieza de la Av. Juárez, limpieza de la red de atarjeas con equipo tipo presión-succión.

Desalojo de aguas pluviales con equipo de bombeo especializado y motobombas (Atlas de inundaciones CAEM, 2011).



**Universidad Autónoma del Estado de México.**  
**Facultad de Planeación Urbana y Regional**  
**Licenciatura en Planeación Territorial**

**Mapa**  
**Temporada de lluvias 2011**

**Simbología Base**

- Área Urbana
- Valle del Regional
- Valle del Principal
- Traza Urbana
- Río Lerma
- Canal
- Concreto de Agua

**Simbología Temática**

- Zona afectada por inundación

Ubicación Geográfica del Municipio.

**ESCALA: 1: 10,000**  
 0 175 350 700 1,050 1,400  
 Metros

**Datos Geodésicos:**  
 Proyección: UTM Z14  
 Datum: WGS84, Elipsoide: WGS84  
 Elaboró: Ricardo Alberto Hidalgo Peñafoza  
 Fuente: INEGI 2010

### **3.4 INFRAESTRUCTURA URBANA.**

Como elemento importante dentro del desarrollo urbano es la infraestructura, la dotación de servicios de agua entubada, drenaje, entre otros elementos, por ello para esta investigación es un factor principal identificar los sistemas de drenaje y alcantarillado existentes en el municipio, saber si cuenta con drenaje pluvial; el estado de los sistemas, si son suficientes, si la tubería es suficiente para contener aguas residuales, aguas pluviales, basura.

La infraestructura es otro elemento que debemos considerar cuando el proceso de urbanización va en aumento, por ello la importancia de tomar en cuenta esta parte fundamental del trabajo, pues en muchas ocasiones esta infraestructura queda limitada.

#### **3.4.1 Sistema Agua Potable.**

No se registran manantiales y el abastecimiento de agua, para la población se realiza a partir del bombeo de 16 pozos profundos. Dentro del municipio existen mantos freáticos derivados de las Lagunas Chignahuapan, Chiconahuapan y Chimaliapan (que alimentaban al río Lerma décadas atrás). La profundidad de ellos varía de acuerdo a la zona. Desde la superficie del suelo, hasta donde se encuentran los mantos freáticos, existe una profundidad aproximada de 45 metros. Sin embargo, el agua que se extrae de la mayoría de los pozos, se obtiene de una profundidad que fluctúa entre los 75 y los 125 m, cuya calidad no reúne las características mínimas para ser potable, ya que de acuerdo con las disposiciones sanitarias, las aguas para consumo humano deben extraerse a partir de los 150 m (SEDUR-GEM, 2003).

Dentro del municipio existe un organismos que presta el servicio de agua potable, este es el Organismo Público Descentralizado de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (OPDAPAS) que funciona a través de la gestión pública y los comités de agua potable de cada barrio, trabajan de forma autónoma por medio de la gestión social, ambos cubren el **91%** de la demanda.

OPDAPAS dota del servicio a Santa Elena, San Pedro, La Concepción, Santa María, La Magdalena, San Juan, San Nicolás, San Francisco, Santiago, San Lucas, Colonia Buena Vista y Colonia Álvaro Obregón, a través de siete pozos que cuentan con las características siguientes:

### Pozos administrados por OPDAPAS.

Pozo	Localización	Condición	Caudal Lts/seg.	Tanque Almacenamiento	Bomba	Profundidad
1	Santa María	Regular	20	30m <sup>3</sup>	60hp	300m
2	Santa Elena	Regular	24	40m <sup>3</sup>	50hp	300m
3	San Miguel	Regular	20	-	75hp	287m
4	Carlos Hank	Regular	5	30m <sup>3</sup>	75hp	300m
5	San Francisco	Buena	24	-	75hp	300m
6	San Pedro	Regular	12	-	20hp	95m
7	Col. Buenavista	Mala	4	12m <sup>3</sup>	75hp	ND
8	Col. Álvaro Obregón	Buena	12	-	40hp	250m
9	San pedro(viejo)	Mala	9	-	20hp	200m
10	Santa Elena(viejo)	Mala	12	-	40hp	ND

FUENTE: OPDAPAS

Existen 10,742 tomas domiciliarias y 195 Km. de red hidráulica subterránea; la capacidad de la red **no es aprovechada al máximo**, utilizándose más del 95 %; solamente en el área de su jurisdicción es explotada al 90 % de su capacidad de servicio; por otra parte los Comités de Agua Potable de cada barrio dotan del servicio al resto de las localidades que integran el municipio, aprovechando negativamente la interconexión de redes con lo municipalizado. Los comités administran nueve pozos para abastecer la demanda de agua potable, que tienen las características que a continuación se mencionan:

### Pozos administrados por comités.

Pozo	Localización	Condición	Caudal Lts/seg	Tanque Almacenamiento	Bomba	Profundidad
1	Álvaro Obregón	Regular	15	30m <sup>3</sup>	30hp	125m
2	Buenavista	<b>Mala</b>	4	30m <sup>3</sup>	10hp	44m
3	San Isidro	Regular	8	30m <sup>3</sup>	15hp	100m
4	La Concepción	<b>Mala</b>	8	20m <sup>3</sup>	20hp	125m
5	Santa María	Buena	19	30m <sup>3</sup>	40hp	300m
6	La Magdalena	Regular	6	30m <sup>3</sup>	15hp	86m
7	Santiago	Buena	14	40m <sup>3</sup>	30hp	160m
8	San Lucas	<b>Mala</b>	12.85	40m <sup>3</sup>	20hp	70m
9	Guadalupe	<b>Mala</b>	9.63	40m <sup>3</sup>	40hp	70m

FUENTE: OPDAPAS.

Estos pozos abastecen una red hidráulica, que asciende a 60 Km. atendiendo a 7,500 tomas domiciliarias. Es importante mencionar que en el área urbana, **el total de la red se encuentra en estado de deterioro**, debido al tiempo de vida útil de los materiales **presentando fugas** en diversos puntos de su recorrido, lo que provoca una irregularidad en el servicio y una disminución de la calidad del vital líquido.(PMDUSMN 2009-2012).

### **3.4.2 Sistema de drenaje y alcantarillado.**

El servicio que proporciona actualmente el OPDAPAS en San Mateo Atenco para evacuar las aguas residuales y servidas en su jurisdicción territorial, se realiza a través de una red de drenaje de 141,700 metros lineales (H. Ayuntamiento de San Mateo Atenco, 2006).

Dentro del municipio las descargas de aguas residuales y pluviales, el **74 %** son transportadas por un sistema de subcolectores a tres colectores principales la recolección, conducción y disposición de las aguas residuales y pluviales que se generan en el municipio, se efectúa a través de subcolectores que conducen los residuos líquidos a tres colectores. El primero Tollocan que tiene una longitud de 4,000 m y corre por el costado de la lateral sur del Paseo Tollocan, el segundo Lerma, cuya longitud es de 5,350 m que corre a lo largo de la Avenida Lerma y el último San Mateo, cuya longitud es de 5,700 m y desemboca directamente al río Lerma sin previo tratamiento que atenué el impacto ecológico (H. Ayuntamiento de San Mateo Atenco, 2006).

El sistema de drenaje cubre la mayor parte de las áreas urbanas; con excepción de las zonas periféricas, donde son utilizados canales a cielo abierto (zanjas) para la descarga de aguas tanto residuales como pluviales, transportando un 20 % del volumen total; estos canales se convierten en peligrosos focos de infección, contaminantes de los mantos freáticos y determinantes en la inundación de las zonas adyacentes, por lo que representan un riesgo para la población del municipio.

El cárcamo de bombeo existente en la av. Los Serranos, está conectado al colector Lerma, el cual es operado por la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM) y deposita las aguas del Infonavit Carlos Hank González y un 20% de las del Barrio Santa María (H. Ayuntamiento de San Mateo Atenco, 2006)

Asimismo, aunque existen siete canales a cielo abierto receptores de aguas negras y pluviales que contribuyen a desalojar las aguas residuales y trasladarlas a su destino final, ocasionan problemas sanitarios, ambientales y sociales. Estos canales son San Isidro, San Carlos, San Diego, San Sebastián, Río Lerma (viejo), Río Lerma, canales o zanjas medianeras (H. Ayuntamiento de San Mateo Atenco, 2006).

La disposición final de aguas residuales es por cauces naturales y canales a cielo abierto en un 74% y sólo un 26% es tratada en la Planta Tratadora Oriente a través del cárcamo de bombeo ubicado en la Av. Lerma y operado por la CAEM (H. Ayuntamiento de San Mateo Atenco, 2006).

A la fecha se registra un déficit en el sistema de drenaje sanitario de 7,110 metros lineales, sin considerar las privadas asentadas en el municipio (H. Ayuntamiento de San Mateo Atenco, 2006).

El municipio de San Mateo Atenco al estar ubicado topográficamente en la zona más baja sobre el margen izquierdo del río Lerma, frecuentemente se ve afectado por inundaciones ocasionadas por los escurrimientos pluviales provenientes de las faldas del volcán Xinantécatl, así como por la insuficiencia de los canales naturales existentes y a la cancelación de canales naturales por el crecimiento urbano, invasión de derechos de vía de canales y a la falta de infraestructura hidráulica pluvial (CAEM, 2009).

### 3.5 SERVICIOS PÚBLICOS MUNICIPALES.

Actualmente en el municipio se generan un promedio de 450 toneladas de Residuos Sólidos No Peligrosos (RSNP) a la semana, comúnmente llamada basura, las cuales son recolectadas por 16 unidades distribuidas en igual número de rutas, 2 unidades tipo Roll off que están encargados de la transferencia de los RSNP al relleno sanitario, 2 barredoras las cuales son utilizadas para realizar la limpieza de las vías públicas en la Cabecera Municipal. El volumen recolectado de RSNP se deposita en la localidad de Xonacatlán municipio de Lerma (relleno sanitario), sin embargo San Mateo Atenco comienza a percibir la problemática de la disposición final de sus residuos sólidos, por lo que fue necesario tomar medidas de solución al problema, por lo que se estableció un Centro de Transferencia en donde los residuos son clasificados y separados con el fin de disminuir el volumen a depositar, permitiendo que el servicio de limpia sea más eficiente( **PMDUSMN 2009-2012**).

Diariamente se recolectan de 60 a 70 toneladas de basura, para lo cual se tiene destinado un área provisional de tiro que se utiliza como centro de transferencia ubicado en el barrio de San Juan, en la calle de Mina s/n, a un costado de la Unidad Deportiva. En este depósito trabajan pepenadores que separan los desechos reciclables y el resto es trasladado a un relleno sanitario que se encuentra en San Luís Mextepec, municipio de Zinacantepec, Estado de México (**PDM 2009-2012**).

El municipio no cuenta con un sitio de disposición final de sus residuos, teniendo que trasladarlos a 2 municipios; tal efecto de no contar con un sitio propio para la disposición final es que la población haga uso inadecuado de espacios públicos para depositar su basura, afectando canales a cielo abierto, donde se contamina el agua. Fuente: (**Dirección general de prevención y control de la contaminación del agua, suelo y residuos, 2009**)

Anteriormente en el año 2009 en campo se observó que contaban con un tiradero a cielo abierto en la localidad de San Pedro, situado a unos metros del Río Lerma, lo que era un factor más para generar inundaciones en temporada de lluvias, así como la contaminación de este Río tan importante a nivel nacional.

A pesar de que se trató de dar una solución con la creación de un centro de transferencia; es una visión a corto plazo, y es insuficiente para las 650 toneladas semanales que se generan en el municipio, además de que no toda la basura es clasificada y separada.

### **3.5.1 Contaminación del Agua.**

El Río Lerma a su paso por el municipio forma parte de la división territorial entre los municipios de San Mateo Atenco y Lerma en la parte oriente; la corriente de este río presenta un alto grado de contaminación por residuos sólidos y descargas de aguas residuales, domésticas e industriales, que son vertidas en su trayecto por los municipios de Almoloya del Río, Santiago Tianguistenco, Santa Cruz Atizapán, Capulhuac, Chapultepec, Mexicalzingo, Metepec, Zinacantepec, Toluca, Lerma, Ocoyoacac y San Mateo Atenco.

Es importante destacar que en el municipio, existe un sistema de zanjas o canales, mismas que están siendo utilizadas por la población para descargar su drenaje; asimismo, los municipios de Toluca y Metepec desalojan sus aguas residuales urbano-industriales a los canales que atraviesan el territorio y que desembocan en el Río Lerma, contribuyendo al grave deterioro ambiental; no obstante la existencia de una planta tratadora de aguas residuales en el municipio de Lerma y una planta de bombeo para su recuperación.

De esta forma, la permeabilidad del suelo y la poca profundidad a que se encuentran las aguas subterráneas, han contribuido a la contaminación de los mantos freáticos, por las filtraciones de las aguas residuales y lixiviados que son expandidas por las inundaciones en parte del territorio municipal, ocasionando que el agua que se distribuye a las viviendas, comercios y servicios presente problemas de contaminación (**Atlas Ecológico de Salud de la Cuenca Alta del Río Lerma Estado de México**).

### **3.5.2 Contaminación del suelo.**

El municipio genera alrededor de 64 toneladas de basura al día. De aquí la necesidad de contar con un tiradero de basura en un lugar fijo y con las características apropiadas, de tipo regional y fuera del municipio, ya que en este no se cuenta con terrenos apropiados, pues en la actualidad la basura se deposita en distintos terrenos en forma rotativa y en los canales de agua, contaminando e inutilizando distintas áreas y recursos del municipio, generando con ello focos de infección o bien es depositada en tiraderos y rellenos de municipios vecinos como Metepec y Xonacatlán(**Programa de ordenamiento ecológico regional del territorio de la zona metropolitana del valle de Toluca 2011**).

# **CAPITULO IV. RESULTADOS Y PROPUESTAS.**

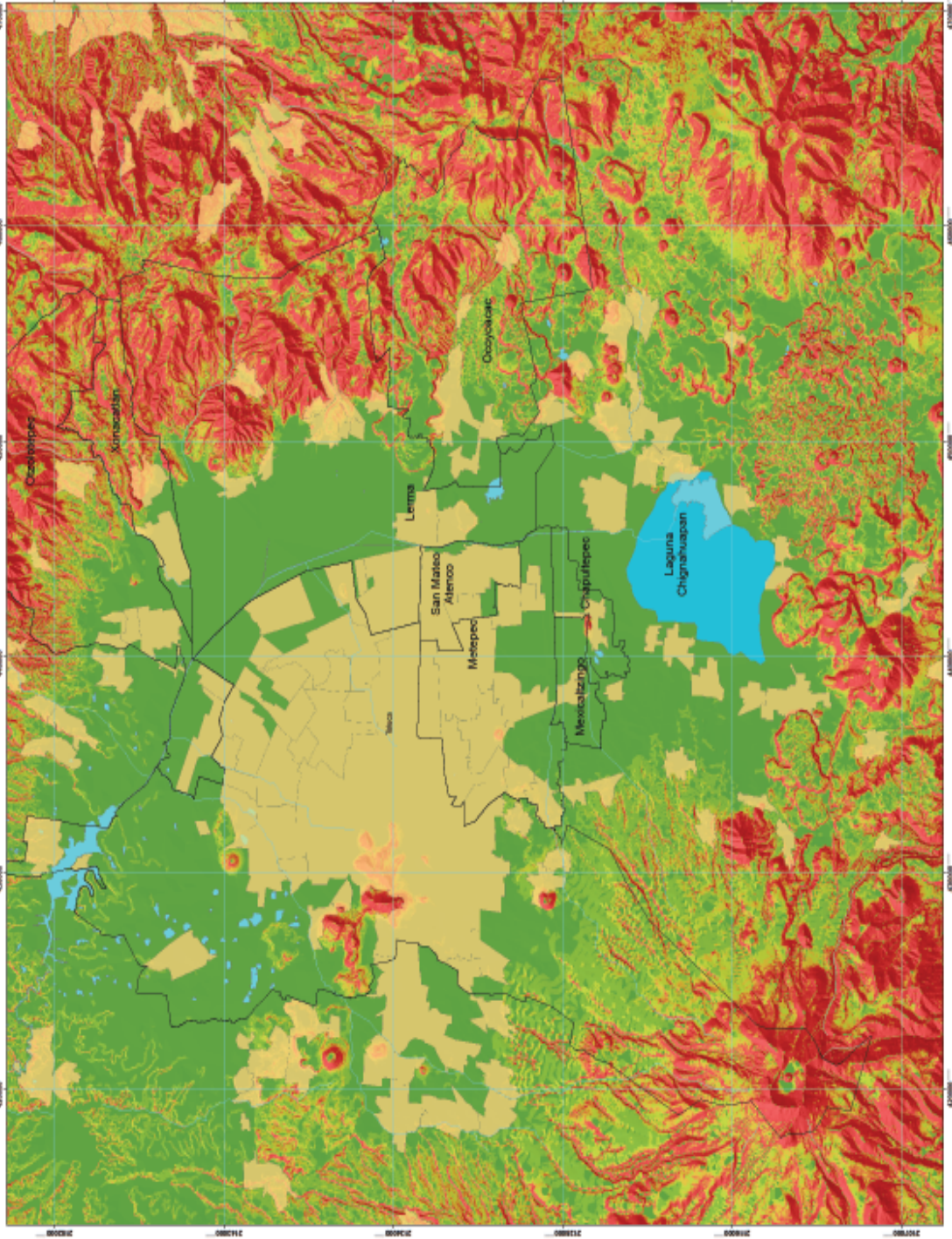

## 4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

Especialmente los actores fundamentales que influyen en las inundaciones en el municipio radican en lo siguiente:

Se obtuvieron las causas con base en mapas cartográficos de la región cercana al municipio de San Mateo Atenco, donde claramente se observa la situación particular del territorio, así como la situación de su contexto.

Se elaboró un mapa de pendientes del suelo (**ver mapa de pendientes**), con base en la edafología, geología de la región, con lo cual logramos identificar de manera clara las condiciones de cada municipio y la situación frente a fenómenos meteorológicos, principalmente vulnerables por su situación física aquellos en donde sus pendientes son nulas, siendo la zona que se encuentra en color verde con pendientes que van desde 0° a 6° y donde se encuentran municipios como San Mateo Atenco, parte de Toluca, Metepec, Lerma, Chapultepec, Mexicaltzingo, Almoloya del Río entre otros.

Esto nos comprueba el riesgo constante debido a que se encuentran en la zona más baja de la cuenca, rodeados por zonas montañosas que tienen pendientes que van desde los 12° y más, como lo es el Nevado de Toluca, parte de Ocoyoacac, principalmente, siendo desde estos terrenos donde conducirán escurrimientos dirigidos a la parte del valle; donde originalmente su actividad predominante era la actividad primaria, principalmente cultivo, ganadería y pesca, y que actualmente se ha transformado en una zona densamente urbanizada con el problema constante del control de las inundaciones.

**Universidad Autónoma del Estado de México.**  
**Facultad de Planeación Urbana y Regional**  
**Licenciatura en Planeación Territorial**

### Mapa de pendientes

**Simbología Base**

- Limite municipal
- A. urbana
- Laguna Chignahuapan
- Cuerpo de agua

**Simbología Temática**

**Pendiente del suelo**

- 0-3
- 3.1-6
- 6.1-9
- 9.1-12
- 12.1-15
- 15.1-40

**Ubicación Geográfica de la Región**




**ESCALA 1:85,526.01**



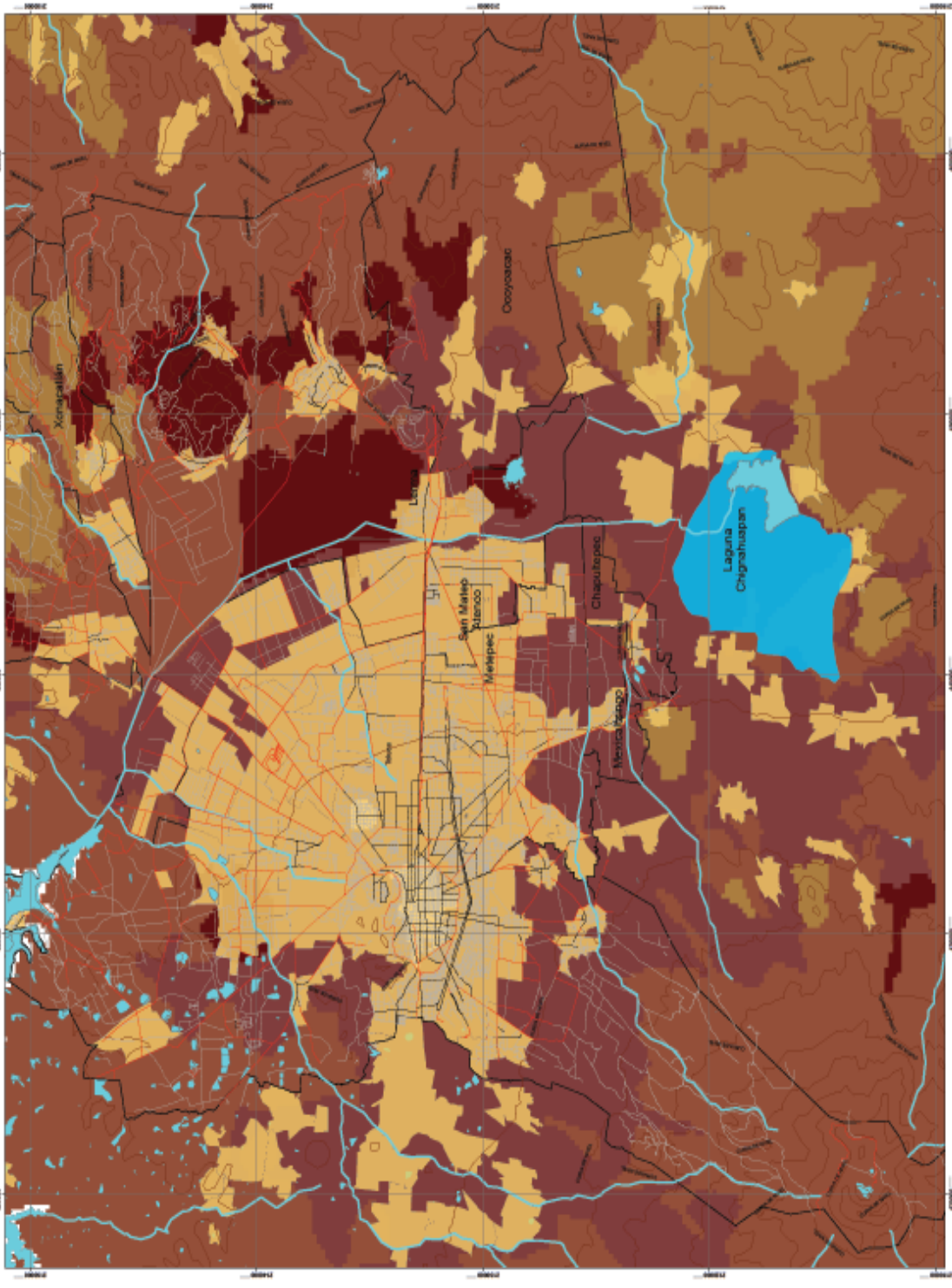
**Datos Geodésicos:**  
 Proyección: UTM Z14  
 Datum: WGS84, Elipsoida: WGS84  
 Elaboró: Ricardo Alberto Hidalgo Peñaloza  
 Fuente: INEGI/CONABIO

Otro factor encontrado fue la permeabilidad del suelo, se localizaron los tipos de suelo existentes en la zona (**ver mapa edafológico**), posteriormente se hizo el análisis para poder llegar al siguiente resultado.

Toluca, Metepec, San Mateo Atenco Ocoyoacac y Lerma contienen suelos con muy poca permeabilidad, y donde anteriormente existía una gran variedad de cuerpos de agua; por lo tanto es un factor más para deducir con fundamentos que San Mateo Atenco, Lerma, Metepec, Ocoyoacac principalmente se encuentran en riesgo constante de sufrir inundaciones.

Los escurrimientos que corren de manera natural, seguirán llegando a la parte más baja de la cuenca, donde anteriormente eran zonas naturales, hoy son totalmente urbanas, afectando ahora los nuevos modos de vida, transformando el uso del suelo, donde lo único que se ha generado es un proceso de nuevos conflictos urbanos de tipo natural, generado por la propia mano del hombre, por desconocer el territorio, transformar los espacios naturales; lo que ha tenido como efecto, una diversidad de riesgos urbanos en los procesos de construcción de la ciudad como remoción en masa, deslizamientos de tierra, inundaciones, principalmente.

Por lo tanto conservará la función que tenía anteriormente antes de todo el proceso de urbanización; ser una zona de cuerpos de agua, de almacenamiento natural, transformados ahora en zonas de encharcamiento urbano ,generando impactos directamente en la población, tanto en su economía, como en su salud, aunado a ello la pavimentación con material impermeable agudiza más el problema y las últimas obras que se realizaron en el municipio, en dónde las vialidades principales se re encarpitaron con concreto a un nivel más elevado que las demás , ocasionando o empeorando la situación en los asentamientos humanos ubicados en vialidades de 2° y 3er orden con respecto a las de 1er orden.



**Universidad Autónoma del Estado de México.**  
**Facultad de Planeación Urbana y Regional**  
**Licenciatura en Planeación Territorial**



### Mapa Permeabilidad del suelo

Simbología Base	
Limite Municipal	Curvas de nivel
A. urbano	Calle
LAGUNA CHIGNAHUAPAN	Primer orden
Cuerpo de agua	Segundo orden
Rio	Tercer orden
Comisario de Agua	Carreteras
	Casillo
Simbología Temática	
Permeabilidad	
Permeabilidad Muy Alta	
Permeabilidad Alta	
Permeabilidad Baja	
Permeabilidad Media	
Permeabilidad Alta	



**ESCALA: 1: 75,000**  
 0 175 350 700 1,050 1,400 Metros

**Datos Geodésicos:**  
 Proyección: UTM Z14  
 Datum: WGS84, Elipsoid: WGS84  
 Elaboró: Ricardo Alberto Hidalgo Peñalosa  
 Fuente: INEGI 2000

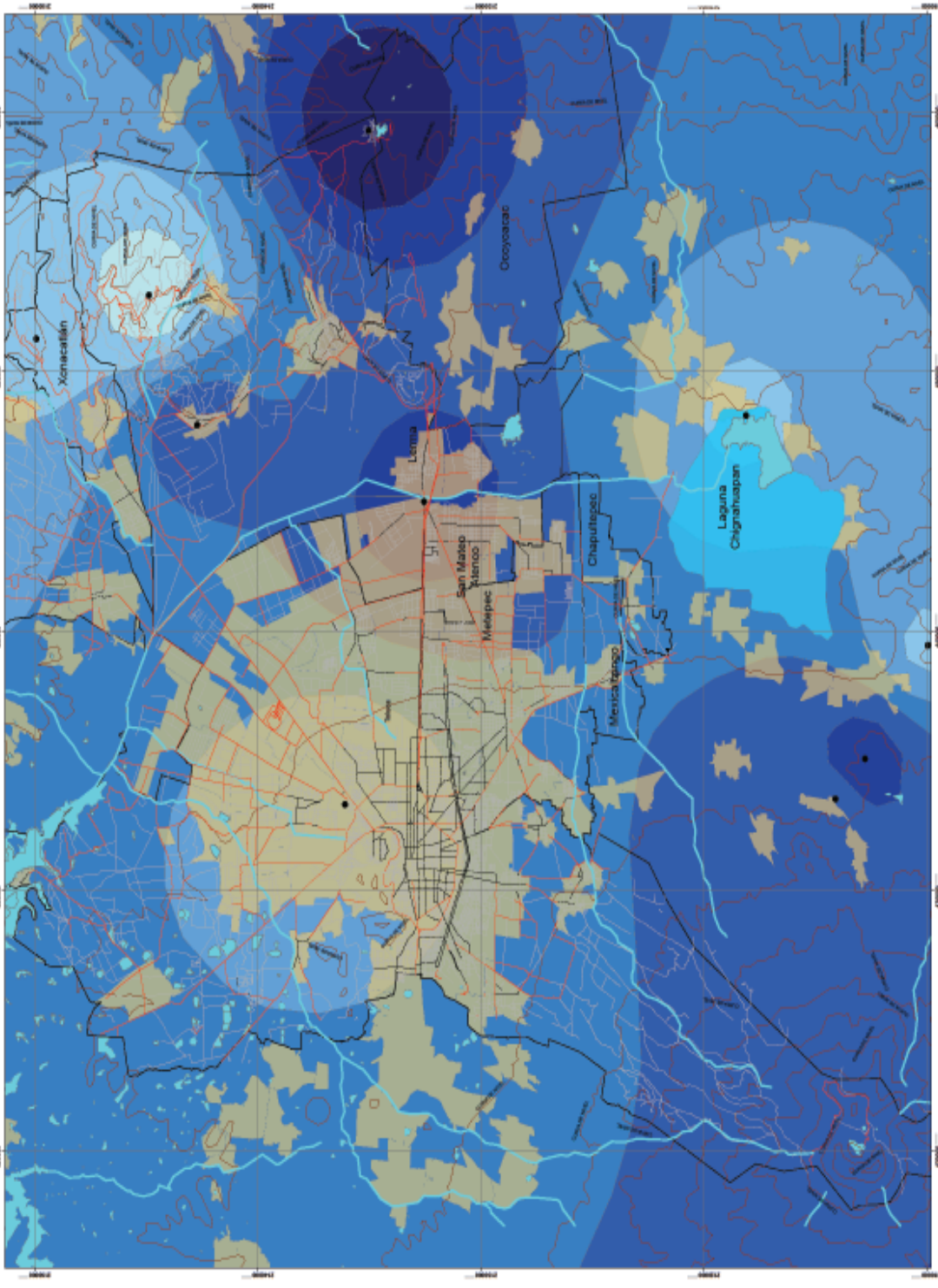
El problema también radica en que las medidas que se han tomado son pocas, como la creación de bordos que están sobre los costados del río, dejando el área del río por encima del nivel de la zona, ocasionando en su desbordamiento que el agua no retorne al río debido a su altura.

Otro resultado que se obtuvo fue un mapa de precipitación en 24hrs. (**ver mapa de precipitación**) con el cual se sustenta otra causa más a este problema de investigación, ya que tenemos en la zona de San Mateo y alrededores una precipitación de entre 100 y 120mm. en un día; sin embargo sabemos que es la zona más baja, si tomamos en cuenta el contexto que rodea al municipio, encontramos que parte de Lerma, Metepec y Toluca, las precipitaciones son similares, y en Ocoyoacac aún mayores con más de 120mm. En 24hrs.

Por lo tanto al ser zonas más altas, y con relación a las pendientes obtenidas en el mapa mencionado anteriormente, los escurrimientos llegan de forma natural a la zona base de la cuenca.

Cabe mencionarse que si hacemos hincapié en estos 3 resultados que se obtuvieron, se puede deducir que no es necesario que dentro del municipio se de alguna precipitación extraordinaria o muy fuerte ya que, depende más, de las zonas aledañas donde se presenten precipitaciones altas o medias, siendo las precipitaciones de Toluca, Metepec, Ocoyoacac, Almoloya del Río, Tenango, las que generan la causa y que sin necesidad de que sean muy fuertes o prolongadas, al conjuntarlas causan un gran impacto al punto más bajo de la cuenca.

Todo ello sin tomar en cuenta las descargas residuales de todos ellos, ya que también todos desembocan en el Río Lerma, parte de ellas cruzan por San Mateo Atenco, donde los sistemas de drenaje y alcantarillado son insuficientes para dar abasto a toda el agua generada tanto con lluvia, como con descargas. Entonces, tanto la precipitación generada en las zonas altas así como las descargas residuales a los sistemas de drenaje que son insuficientes, forman gran parte del problema.



**Universidad Autónoma del Estado de México.**  
**Facultad de Planeación Urbana y Regional**  
**Licenciatura en Planeación Territorial**

**Mapa Precipitación en 24hrs.**

**Simbología Base**

- Limbo Municipal
- Curvas de nivel
- Calle
- A. urbana
- LAGUNA-CHIGNAHUAPAN
- Campo de aguas
- Rbo
- Contorno de Agua

**Simbología Temática**

**Precipitación en 24hrs.**

- 0-20
- 20-40
- 40-60
- 60-80
- 80-100
- 100-120
- 120->

• Normales Climatológicas

**Ubicación Geográfica del Municipio.**

ESCALA: 1: 75,000  
 0 175 350 700 1,050 1,400 Metros

**Datos Geodésicos:**  
 Proyección: UTM Z14  
 Datum: WGS84, Elipsoide: WGS84  
 Elaboró: Ricardo Alberto Hidalgo Peñalosa  
 Fuente: INEGI 2000

**Precipitación en 24hrs. con periodos de retorno a 5, 10, 20 y 50 años de los municipios circundantes a San Mateo Atenco.**

ESTACIÓN	Periodo de retorno (años)	Precipitación (en mm.)	Año estimado de retorno
Almoloya del Río (1990)	5	62.73	2015
	10	76.97	2020
	20	90.90	2030
	50	109.10	2040
Atarasquillo, Lerma (1988)	5	70.10	2019
	10	88.33	2018
	20	106.16	2028
	50	129.46	2038
San Pedro Atlapulco, Ocoyoacac (1992)	5	78.30	2017
	10	96.28	2022
	20	113.87	2032
	50	136.86	2042
Caseta, Lerma (1992)	5	75.42	2017
	10	95.01	2022
	20	114.17	2032
	50	139.21	2042
San Francisco Putla, Tenango del Valle (1999)	5	73.48	2019
	10	88.59	2019
	20	103.37	2019
	50	122.68	2049
San Lorenzo Huitzilapan, Lerma (1988)	5	61.96	2019
	10	74.85	2018
	20	87.46	2028
	50	103.94	2038
Col. Álvaro Obregón (1998)	5	74.57	2018
	10	94.25	2028
	20	113.49	2018
	50	138.64	2048
La Marquesa, Ocoyoacac (2000)	5	87.70	2015
	10	108.10	2020
	20	128.05	2030
	50	154.14	2050
CODAGEM, Metepec (1998)	5	60.68	2018
	10	72.25	2028
	20	83.57	2018
	50	98.36	2048
Tenango del Valle (1998)	5	76.72	2018
	10	91.95	2028
	20	106.84	2018
	50	126.32	2048
Mimiapan, Xonacatlán (2000)	5	70.10	2015
	10	84.44	2020
	20	98.47	2030
	50	116.80	2050

**FUENTE:** Elaboración Propia con base en las precipitaciones máximas diarias. Normales Climatológicas. CONAGUA.

Como se muestra en la tabla anterior, entre el año 2000 y 2010, las precipitaciones que hubo en las zonas que rodean al municipio fueron de entre 70 y 95 mm. de lluvia aproximadamente en un día; esto presentó afectaciones a viviendas y zonas de comercio.

En un período estimado de 10 a 20 años la precipitación en 24hrs supero los 100mm. De lluvia lo que representa un nivel alto de afectaciones tanto para el municipio de San Mateo Atenco, como para la región baja de la cuenca; por lo cual deben tomarse medidas preventivas y acciones en materia de infraestructura que eviten un impacto a la población en su salud, su economía, viviendas, etc.

Es de importancia tener claro que la zona baja de la cuenca será inundada en período de lluvia por la naturaleza de su terreno de su clima y de su precipitación anual.

Por otra parte como se puede observar en los resultados de la cartografía, se hace notar que el municipio es 95% vulnerable a inundaciones y de manera constante, pudiendo inundarse totalmente en periodos de retorno donde se presenta precipitación extraordinaria (**ver mapa de precipitación, mapa de permeabilidad**).

San Mateo Atenco es receptor de precipitaciones diarias, sin recibir directamente esta lluvia en su territorio, Ocoyoacac, Metepec, Toluca principalmente, a una estimación de 5 y 10 años pueden generar una precipitación en 1 día de entre 90 y 100mm. de lluvia, cada uno respectivamente.

Por otro lado en la precipitación media anual podemos observar la acumulación de lluvia en lo que sería la zona que rodea el nivel base de la cuenca del Río Lerma, donde se obtuvieron los siguientes datos:

## Precipitación media anual en periodos de retorno a 5, 10, 20 y 50 años.

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL.		
	Periodo de retorno (años)	Precipitación (en mm.)
Estaciones cercanas a San Mateo Atenco (13).	5	1138.62
	10	1254.67
	20	1368.12
	50	1516.37

**FUENTE:** Elaboración con base a la precipitación media anual de las Normales Climatológicas de la Comisión Nacional del Agua.

Queda claro que toda la zona comprendida con los municipios de Toluca, Metepec, Ocoyoacac, Lerma, principalmente a un período de entre 5 y 10 años, la precipitación anual se encuentra entre los 1138.62 y los 1254.67mm., sin importar dónde se presente la mayor parte de esta precipitación, el impacto se verá reflejado en las zonas más planas; lo cual seguirá generando impactos directamente en San Mateo Atenco y Lerma; y como se mencionó anteriormente esto radica en 3 aspectos naturales principalmente: la precipitación que se genera en la región que escurrirá a la zona más baja; el tipo de suelo que genera una permeabilidad nula, y las pendientes inexistentes en el territorio; pero es de importancia también, tomar en cuenta las medidas que los municipios realizan para enfrentar el problema.

Hablamos de la red de infraestructura existente que se encarga de llevar todos los escurrimientos a través de los municipios hasta la zona de desembocadura, siendo el Río Lerma; las tuberías se han vuelto insuficientes, la infraestructura satisface únicamente la demanda de las zonas habitacionales, comerciales, industriales, las cuales son controladas por la red actual, aunque con el incremento de población se va haciendo insuficiente, no obstante se mantiene la misma infraestructura.

El problema radica entonces, en que la tubería y los sistemas de drenaje están pensados en coleccionar las aguas generadas por la población, y no se toma en

cuenta, la precipitación generada en la región y en cada municipio, por lo cual el sistema se vuelve insuficiente, ya que el mayor volumen que se genera es el que ha existido con anterioridad a los residuos generados por procesos de urbanización, es decir, de las precipitaciones de cada lugar; actualmente no se cuenta con un sistema metropolitano que controle esta situación, donde el agua de lluvia pueda captarse y así poder utilizarla para consumo y no tener un efecto negativo en la población.

Hablamos de 4 aspectos primordiales que son la causa de la inundación, por lo cual se deben tomar medidas de mitigación para dar solución al problema regional; cambiar o crear una red de infraestructura pluvial para la captación y reutilización del agua de lluvia, mejorar y ampliar la recolección municipal de residuos sólidos, crear sitios adecuados para la disposición final, rellenos sanitarios funcionando adecuadamente y de acuerdo a la norma; crear plantas de tratamiento de residuos sólidos, ya que muchas veces los rellenos no erradican la basura, solo se almacena, por lo cual plantas de tratamiento son una mejor opción, además de que generan ingresos considerables, que bien pueden ser utilizados en beneficio de la población y de proyectos municipales.

Se deben tomar en cuenta todos estos elementos mencionados para tener una efectividad positiva ante un problema que enfrentan diversas zonas del país, y donde además, el tema de la basura también juega un papel importante, ya que mientras que en esta región hablamos de problemas generados por aspectos naturales, y físicos como una red insuficiente, también la disposición final de residuos genera un impacto negativo que tiene que ver con las inundaciones, por obstruir el paso del agua, obstruir la red de drenaje, alcantarillado.

## 4.2ANÁLISIS DEL ENTORNO URBANO.

El municipio se ubica en un territorio anteriormente lacustre, por lo tanto, existe una concentración de escurrimientos provenientes de las partes altas de la cuenca, situación por la cual municipios como Lerma y San mateo Atenco principalmente, son vulnerables, por lo que requieren infraestructura con capacidad para descargas residuales, infraestructura para captación pluvial, medidas de prevención, proyectos integrales que busquen mitigar y aminorar su situación.

En caso particular, el municipio de San Mateo Atenco cuenta con diversos problemas que agravan su situación frente al riesgo; pavimentación de vialidades con pendientes pronunciadas que impiden la libre circulación del agua a través del municipio, deficiencia de infraestructura hidráulica, basura en calles y banquetas, no contar con un sitio de disposición final de sus residuos, canales a cielo abierto que anteriormente regulaban el nivel del río, actualmente desecados, en su mayoría obstruidos por basura y hierba; incluso obstruidos por la misma urbanización, viviendas, negocios.

Además de lo anterior el canal Lerma a cielo abierto que recibe descargas de Zinacantepec, Toluca, Metepec, tanto residuales como pluviales, se observa en todo el territorio municipal un arrastre de sedimento, basura de diversos tipos, además de que la infraestructura no concuerda con la capacidad que demanda actualmente, es decir, únicamente tiene capacidad para las descargas residuales, sin embargo, en temporada de lluvias el nivel llega a su máxima capacidad, en ocasiones desbordándose.

## Canal Lerma



Ricardo Hidalgo 2013



Ricardo Hidalgo 2013

Actualmente se realizaron obras para la ampliación de la Av. Solidaridad Lázaro Cárdenas” Las Torres”, donde se realizó en algunas partes un embovedado del canal Lerma, siendo de utilidad sólo para la ampliación de la vialidad; no se llevó a cabo ningún trabajo de mantenimiento o desazolve alguno al canal durante la realización de dicha obra.

## Arrastre de residuos Canal Lerma



Ricardo Hidalgo 2013



Ricardo Hidalgo 2013

Por otra parte la vialidad si bien ha mejorado la conectividad con otros municipios como Toluca y Metepec, ha traído una serie de consecuencias, como el establecimiento irregular de comercio, pequeños asentamientos humanos, dejando ver la situación de la población en este municipio, personas que no cuentan con viviendas dignas, ocupando espacios indebidos donde además, ponen en riesgo su vida, por la cercanía de la vialidad, además de que se encuentra infraestructura eléctrica con cableado de alta tensión.

### Av. Las Torres y Av. Juárez



Ricardo Hidalgo 2013



Ricardo Hidalgo 2013

Al igual que no se han tomado medidas para buscar solución o aminorar la problemática de asentamientos irregulares, de la mano se ha dejado la cuestión de la imagen urbana, pues no se ha tomado en cuenta, ya que con todo el proceso de esta obra se han desatendido los espacios donde se encuentran ubicadas las torres; dejando escombros y tierra en estos lugares.

### Escombros sobre Av. Las Torres



Ricardo Hidalgo 2013



Ricardo Hidalgo 2013

Como consecuencia de todo ello se han aprovechado espacios inadecuados para equipamiento urbano, como la unidad deportiva que se localiza en la parte oriente del municipio, la cual se encuentra aproximadamente a 50m. del Río Lerma, siendo un riesgo para la población que asiste a esta unidad, ya que se respira un olor tóxico derivado de la zona industrial Lerma; siendo esto razón de que la unidad no debe estar instalada en dicho terreno.

Además el antiguo sitio donde se depositaban los residuos, el tiradero municipal se encuentra ubicado dentro de las instalaciones de la unidad deportiva, a un costado de la cancha de fútbol, esta parte del territorio aún contiene residuos sólidos urbanos. Por lo tanto este sitio no es factible para el desarrollo de actividades deportivas de ningún tipo debido al grado de contaminación en el ambiente y terreno.

#### Antiguo sitio de disposición final



Ricardo Hidalgo 2013



Ricardo Hidalgo 2013

De manera gráfica se observa con mayor claridad el espacio donde se llevó a cabo esta obra de equipamiento urbano, siendo una zona que se encuentra rodeada por el río, lugar que puede quedar expuesto cuando se presente alguna inundación o desbordamiento del río.

#### Deportiva a orilla del Río Lerma



Google Maps 2015



Ricardo Hidalgo 2013

Se hace notar también el gran impacto que ha generado la población en esta zona, cómo, erosión del suelo, deforestación y contaminación, todo ello debido a la invasión de espacios no permitidos, la irregularidad de asentamientos humanos, con viviendas en situación de riesgo establecidas, al margen del río, desorden del crecimiento urbano, la falta de espacio para equipamiento urbano y servicios públicos; como lo es contar con un relleno sanitario o sitio de disposición final que cuente con los requerimientos necesarios para el procesamiento, separación y recicle de la basura, parques, áreas de recreación, espacios deportivos, por mencionar algunos.

#### Erosión del suelo



Ricardo Hidalgo 2013



Ricardo Hidalgo 2013



Ricardo Hidalgo 2013

Actualmente se cuenta con un centro de transferencia, dentro del cual se lleva a cabo la separación de materia inorgánica; sin embargo, la realidad es que sigue siendo un problema grave, debido a la cercanía que tiene con el río y el lugar no se encuentra debidamente establecido conforme a lo que establece la norma, sino como tiradero a cielo abierto; pudiendo observar que parte de la basura depositada en este sitio, no está debidamente almacenada, ya que en temporada

de lluvia existe arrastre de basura hacia el río, dejando ver las deficiencias con las que cuenta para tener un control adecuado de los desechos sólidos.

#### Centro de Transferencia a un costado del río Lerma



Ricardo Hidalgo 2013



Ricardo Hidalgo 2013

El sitio donde se deposita la basura es también sitio de un cárcamo, que se ve afectado por el sitio de disposición final, ubicado en el mismo terreno, limitando los trabajos en temporada de lluvia debido al arrastre de sedimento hacia el río. Cabe mencionar que el equipo no se encuentra en condiciones óptimas motivo por el cual se convierte en una herramienta poco eficiente en temporada de lluvia, cuando el nivel del río comienza a incrementar.

#### Cárcamo deteriorado



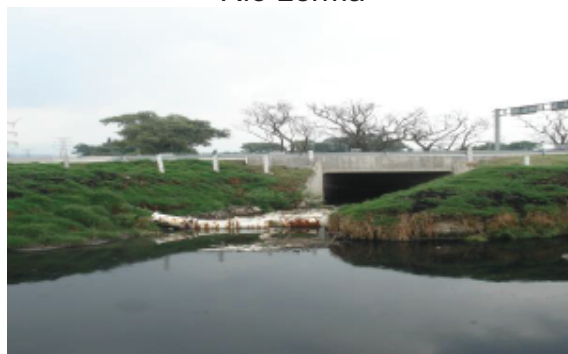
Ricardo Hidalgo 2013

Al igual que el cárcamo los sistemas de drenaje que llegan al río se encuentran deteriorados, existe una demanda que requiere de infraestructura de mayor capacidad; además de que no se cuenta con una infraestructura pluvial, cisternas pluviales que eviten la saturación de la red para las descargas residuales; siendo

una opción benéfica para obtener mayor cantidad de agua a través de la lluvia; pudiendo mejorar el abastecimiento en el municipio y en el Estado.

Además se ubicaron las desembocaduras hacia el río con un nivel muy bajo y de un diámetro pequeño, pudiendo quedar totalmente cubierto si el nivel del río lo sobrepasa, impidiendo el continuo flujo de agua, y dificultando la salida del agua del interior del municipio, esto repercute en inundaciones principalmente en tiempo de lluvias.

Río Lerma



Ricardo Hidalgo 2013

Anteriormente el Río Lerma contaba con vasos reguladores naturales que mantenían estable su nivel, cuerpos de agua, pequeñas lagunas y un sistema de canales, actualmente sin función.

Canales a cielo abierto obstruidos contaminados



Ricardo Hidalgo 2013

Existen asentamientos localizados al margen de estos canales, dentro de los cuales descargan directamente sus aguas residuales, desconociendo si la corriente del canal aún tiene su desembocadura hasta el río.

#### Canales a cielo abierto con descargas residuales directas



Ricardo Hidalgo 2013

Durante todo su proceso de urbanización en los años 50`s el municipio ha sufrido una transformación en su territorio, debido al desorden y demanda en el crecimiento urbano, en gran medida por el proceso de industrialización que se generó en Toluca.

Anteriormente en los años 1980-1986 se tenía un porcentaje considerable en materia de cultivo que correspondía a un 75.44% de la superficie total del municipio y de zona urbana un 19.95%. Para 1989 cambian drásticamente estos datos con pasando de 75.44% a 35.18% y de 19.95% a 64.65% respectivamente.

Esto nos demuestra el proceso de transformación que hubo en el municipio, anteriormente dependientes del sector primario, se fueron transformando las actividades y de la mano un crecimiento descontrolado y acelerado de la población ocupando espacios no aptos para el desarrollo urbano, incrementándose de manera acelerada la población en 1970 se tenía un total de 18,140 habitantes y 2,541 viviendas; para el año 2000 se tenía un total de 59,647 habitantes y 11,983 viviendas, es decir, hubo un incremento de 500% en cuanto a viviendas.

Este crecimiento descontrolado, dio lugar a que los pobladores ocuparan zonas lacustres, zonas donde no existen pendientes, zonas bajas que incluso en la actualidad la zona oriente se encuentra por debajo del nivel del río; por lo que se requieren medidas preventivas, correctivas, y medidas de mitigación.

El problema sabemos, no radica principalmente al interior del municipio, sino en todo su contexto en el que se encuentra inmerso, debiendo buscar alternativas en conjunto con otros municipios, tomando en cuenta tanto el crecimiento urbano, el crecimiento demográfico, el contexto medioambiental buscando la recuperación de espacios naturales que se han perdido por causas antrópicas, recuperar los mantos acuíferos, a través de proyectos integrales, de cultura de prevención, entre otras.

### **4.3 PRESENTACIÓN DE PROPUESTAS.**

#### **4.3.1 Cultura de prevención.**

La finalidad de esta propuesta es crear un **plan de emergencia municipal contra inundaciones** dentro del cual se establezcan los lineamientos, conocimientos, acciones, rutas y zonas de seguridad necesarios, para que la población se encuentre a salvo frente a este proceso, así como mostrarles su situación respecto al problema, además de otorgarles las herramientas necesarias para que actúen de manera independiente cuando se presente el desastre.

Donde el municipio organice actividades preventivas contra inundaciones, en distintas zonas del territorio, priorizando a las zonas con alto riesgo, aquellas colonias, barrios que se encuentren cercanos al Río Lerma, con la finalidad de mostrar a la población la problemática constante en la que se encuentran; para que con ello se vean más involucrados en estas actividades que se pretenden realizar, pláticas, simulacros y darles el conocimiento necesario para actuar ante el problema, antes, durante y después.

Así también es importante que se implementen planes familiares, donde todos los integrantes de una vivienda, tengan el concomimiento necesario para actuar ante el riesgo.

Para ello debemos dejar claro en que consiste esta propuesta. La cultura de prevención se basa en saber qué hacer, cómo hacer y tener con qué actuar ante una contingencia de cualquier orden; mediante acciones de prevención, mitigación. Puede ser, por ejemplo, un suceso hidrometeorológico, un fenómeno que combina agua, viento, etc. (**Dirección General de Protección Civil**).



## **Introducción.**

Debido a que en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano 2009-2012 así como el Bando Municipal 2013-2015 de San Mateo Atenco carecen de la creación de un plan de contingencia o emergencia para concientizar a la población sobre el problema al que están expuestos constantemente, se propone el siguiente plan de emergencia, para involucrar más a la población y con ello buscar mitigar el riesgo.

Se tiene como finalidad brindar el conocimiento y las herramientas necesarias a la población, así como dar a conocer su situación frente al problema; lo que se debe hacer antes, durante y después de una inundación, todo ello para aminorar la problemática que enfrentan y darles la preparación adecuada para actuar ante el fenómeno.

Por otra parte es importante dejar en claro algunos términos para comprender mejor el problema.

### **Precipitación.**

Es agua en cualquier estado físico, líquido (lluvia) o sólido (nieve y granizo), que cae de la atmósfera y alcanza el terreno.

### **Lluvia**

Gotas de agua o cristales de hielo que caen de una nube por efecto de la gravedad.

### **Inundaciones pluviales**

Sucedan cuando el agua de lluvia satura la capacidad del terreno para drenarla, acumulándose por horas o días sobre éste.

### **Inundaciones fluviales**

Se generan cuando el agua que se desborda de ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos.

### **Inundaciones por ruptura de bordos, diques y presas**

Cuando falla una obra contenedora de agua, ocurre una salida repentina de una gran cantidad de agua, provocando efectos catastróficos e inundación de amplias extensiones de terreno.

## ¿Qué es un desastre?

Un desastre se define como un evento concentrado en tiempo y espacio, en el cual la población, o parte de ella, sufre un daño severo e incurre en pérdidas para sus miembros, de manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento de las actividades esenciales de la sociedad afectando, el funcionamiento vital de la misma.

## ¿Por qué prepararse para un desastre?

Cada desastre generalmente produce efectos perdurables y arroja un lamentable balance en cuanto a la pérdida de vidas humanas. Además de la secuela emocional que deja en las personas que lo sufren, los daños a la propiedad, a los servicios y a la ecología ascienden a miles de millones de pesos.

El problema que más frecuentemente se presenta con respecto al comportamiento individual o comunitario de la población ante los desastres, es la falta de preparación para enfrentarlos en sus tres momentos básicos: antes, durante y después.

### **Antes**

Porque generalmente las personas no consideran la posibilidad de que algún desastre pueda ocurrir o afectarles, razón por la cual no se preparan física ni psicológicamente para enfrentarlos. Esta es la etapa de prevención.

### **Durante**

Porque en muchos casos, el miedo y la confusión del momento no hacen posible que la persona tome la mejor decisión para actuar en consecuencia y resguardar su vida y la de su familia.

### **Después**

Porque la visión de desorden y desequilibrio que puede presentarse a su alrededor, aunada a su desgaste emocional y físico, puede llevar a la persona a realizar acciones en su perjuicio, tales como ingerir agua contaminada, encender fuego sin cerciorarse de que no haya fugas de gas y tantas otras actividades que podrían ocasionar nuevos desastres.

**CENAPRED: Guía de prevención de desastres, Centro Nacional de Prevención de Desastres.**

# PLAN DE EMERGENCIA CONTRA INUNDACIONES.

## ¿Qué es?

Es el conjunto de actividades que los miembros de una familia, o grupos de familia deben realizar antes, durante y después de que se presente una situación de desastre por inundación; en él se deben considerar las medidas preventivas y los conocimientos necesarios para actuar de manera organizada.

Un plan de emergencia requiere que quienes participan en él, lo hagan de manera coordinada y con sentido de unión. Por ello es importante que todos los miembros de la familia conozcan las medidas incluidas en el mismo.

## Objetivos.

- Dar a conocer a la población los conocimientos básicos, las herramientas y las medidas de protección en caso de inundaciones.
- Identificar el grado de seguridad del hogar y su entorno, y las acciones que se deben efectuar para corregir y mejorar las condiciones de seguridad.
- Diseñar rutas de evacuación, identificar salidas cercanas, seguras y próximas para alejarse del riesgo y asignar zonas de seguridad dentro del territorio municipal, donde se concentrarán las familias en caso de que sus viviendas sufran algún daño.
- Reunir los utensilios, materiales y documentos que se recomiendan tener a la mano para su mejor protección, comunicación y abastecimiento.

Retomando las medidas del **Programa de difusión, “Guía de prevención de desastres”**, Secretaría de Gobernación, a través de la Subsecretaría de Comunicación Social, la Coordinación General de Protección Civil, la Dirección General de Protección Civil y el Centro Nacional de Prevención de Desastres, se tienen las siguientes medidas de prevención para el municipio de San Mateo Atenco.

# PLAN DE EMERGENCIA MUNICIPAL VS INUNDACIONES.

## RECOMENDACIONES GENERALES.

### CÓMO PREPARARSE CON ANTICIPACIÓN.

- ❖ **Evite las áreas comúnmente sujetas a inundaciones repentinas, encharcamientos.**

Dentro del territorio municipal se detecta toda la zona oriente del municipio susceptible a inundarse, esto debido a la cercanía del Río Lerma con esta parte del territorio siendo afectados el barrio de San Pedro, La Concepción, San Juan, San Nicolás, Santiago, San Lucas y el barrio de Guadalupe.

Todas aquellas viviendas cercanas al Río Lerma se encuentran en situación de riesgo de manera permanente, por lo cual año con año deberán estar pendientes de la temporada de lluvias más severas e intensas que principalmente para la zona son entre los meses Junio y Septiembre; así como aquellas viviendas que se encuentren establecidas sobre, o a un costado de los canales a cielo abierto, los cuales cumplen la función de regular el nivel del Río para evitar su desbordamiento.

Estos canales deberán estar en un constante mantenimiento y desazolve con el fin de evitar obstruirlos con basura, lodo, y otros desechos y ocasionar con ello inundaciones en viviendas establecidas en estos canales.

- ❖ **Evite construir en terrenos susceptibles a inundación o con cercanía al río, aunque no se perciba la presencia de agua en la zona, no se establezca en dichos suelos, ya que podría sufrir algún tipo de riesgo, si ya se encuentra en estos terrenos, este pendiente de la temporada de lluvias.**

Se recomienda que en los terrenos urbanizables, se lleve a cabo un análisis del territorio, principalmente con mayor cercanía con el Río , así como con los canales a cielo abierto, ya que cuentan con mayor susceptibilidad de inundarse, esto con el fin de evitar un daño a la población.

Las zonas establecidas como urbanizables que se encuentren cercanas a canales a cielo abierto y al Río Lerma, se recomienda que se construyan a una altura del suelo de 50cm., partiendo de esa altura para la elaboración de la vivienda, edificio, comercio etc., esto con el fin de mitigar el riesgo, aminorar el daño en caso de inundación, evitar daños materiales y daños a la salud.

- ❖ **Antes del periodo de lluvias, limpie la azotea y sus desagües, así como la calle, coladeras y rejillas que se encuentren obstruidas por tierra, basura o algún objeto que obstruya el paso del agua.**

#### **EN ÉPOCA DE LLUVIAS:**

- ❖ **El personal a cargo de Protección Civil deberá informar año tras año a la población, la temporalidad de lluvia más intensa y con mayor peligro para las familias, con la intención de prevenirlas a tiempo.**

- ❖ **Esté pendiente de las señales de aviso, alarma y emergencia, manténgase alerta ante posibles inundaciones.**

Debe estar prevenido y contar con las siguientes provisiones y artículos que le ayudarán a prepararse para enfrentar emergencias ocasionadas por sismos, inundaciones, entre otros fenómenos; en este caso para inundaciones.

### **Alimentos y utensilios**

Agua: un mínimo de dos litros por persona al día. Almacenar en envases irrompibles tanta agua purificada como le sea posible.

Alimentos: de preferencia no perecederos, que necesiten poco o nada de cocimiento y de bajo peso (si se van a cargar). Por ejemplo leche en polvo, atún, sardinas, jugos, etc.

### **Comunicación, alumbrado y seguridad.**

**Impermeables y botas**, Radio de pilas con baterías de repuesto.

Linterna de pilas con baterías de repuesto.

### **Contenido básico del botiquín de primeros auxilios.**

Guarde el contenido del botiquín en una caja de metal o de plástico a prueba de agua. Revise periódicamente y reemplace los medicamentos que hayan caducado:

Alcohol. Algodón. Analgésicos. Aspirinas. Bolsa de plástico.

Cinta adhesiva. Jabón antibacterial. Manual de primeros auxilios.. Pastillas para casos de náuseas. Tijeras. Vendas. Cuerda.

### **Recomendaciones para guardar documentos y valores.**

Empacados en bolsa de plástico y dentro de una mochila o morral que pueda cargar de tal modo que le deje libres los brazos y las manos:

Actas de nacimiento y matrimonio.

Certificados o constancias de estudio.

CURP.

Documentos: agrarios, de seguros, escrituras.

Credencial del IMSS o del ISSSTE.

Licencia de manejo.

Dinero en efectivo y tarjetas de crédito.

Pasaporte. Credencial de Elector.

### **SI SE EMITE UN LLAMADO DE ALERTA DE LLUVIAS INTENSAS:**

- ❖ Si tiene vehículo, asegúrese del buen estado de su batería.
- ❖ Procure un lugar para proteger a sus animales.
- ❖ Mantenga una reserva de agua potable.
- ❖ No deje solos a los niños. Si lo hace, infórmelo a sus vecinos.
- ❖ Selle con mezcla de cemento la tapa de su pozo para tener agua de reserva no contaminada.
- ❖ Siga las indicaciones de las autoridades y prepárese para evacuar en caso necesario.

### **SI SU ALTERNATIVA ES QUEDARSE EN CASA:**

- ❖ Conserve la calma.
- ❖ Tenga a la mano los artículos de emergencia.
- ❖ Mantenga su radio, televisor encendido para recibir información e instrucciones de fuentes oficiales.
- ❖ Cubra con bolsas de plástico aparatos u objetos que puedan dañarse con el agua.

### **EN CASO DE EMERGENCIA:**

- ❖ Desconecte los servicios de luz, gas y agua.
- ❖ Cerciórese de que su casa quede bien cerrada.
- ❖ Siga las instrucciones de las autoridades o bien diríjase de inmediato a los lugares o refugios previstos.
- ❖ Si se traslada en algún vehículo, prevea que la ruta por donde se trasladará esté libre y no corra el riesgo de quedar atrapado.
- ❖ Si se quedara aislado, suba al lugar más alto posible y espere a ser rescatado.
- ❖ No cruce zonas inundadas, ni grandes encharcamientos.
- ❖ Retírese de casas, árboles y postes que pudieran ser derribados.

### SI TIENE QUE SALIR:

- ❖ Manténgase alejado de las áreas afectadas.
- ❖ Evite tocar o pisar cables eléctricos.
- ❖ Retírese de casas, árboles y postes en peligro de caer.
- ❖ El municipio deberá contar con herramientas necesarias para brindar apoyo adecuado a la población más vulnerable como, lanchas inflables para el rescate de personas en accesos difíciles, vehículos para traslado a refugios; cuerdas de alta resistencia, botas, impermeables, guantes, lámparas de mano de alta luminosidad por si el percance se genera en horario nocturno.

Para actuar de manera pronta y conjunta, se deberá contar con un brigadista por manzana que tenga los conocimientos necesarios en materia de protección civil para actuar de manera inmediata, para el resguardo y cuidado de la población más vulnerable.

En zonas con mayor vulnerabilidad, se sugiere que el brigadista cuente con 1 lancha inflable para rescate de persona que se encuentren atrapadas, aisladas en un lugar alto.

### INFRAESTRUCTURA PARA AUXILIO.

El municipio cuenta con las siguientes dependencias que pueden brindar apoyo en caso de emergencia:

<b>Centro de Salud Rural Población Concentrada (C.S.R.C.)</b>	
San Mateo Atenco Clave 1506076000101W003	Av. 16 de Septiembre No. 310, Barrio San Miguel.
<b>Centro de Salud Rural Población Dispersa (C.S.R.D.)</b>	
Barrio de Guadalupe. Clave 1506076000201V001	Av. 16 de Septiembre S/N. Barrio de Guadalupe
<b>Centro de Salud Rural Población Dispersa (C.S.R.D.)</b>	
Santa María la Asunción Clave 1506076001201V001	Av. Deportiva No. 100, Santa María la Asunción.
<b>Comandancia de Policía Estatal</b>	Hacienda San Diego de los Padres esq. Boulevard Sta. Elena.Fracc.Sta.Elena
<b>Clínica del IMSS No. 248</b>	Calle Libertad Bo. Guadalupe
<b>Cruz Roja Mexicana</b>	Boulevard Sta. Elena. Fracc. Sta. Elena

# PLAN DE EMERGENCIA FAMILIAR VS INUNDACIONES.



## RECOMENDACIONES GENERALES.

### SI USTED VIVE EN ZONAS DONDE YA HAN OCURRIDO INUNDACIONES.

- ♣ Establezca las rutas de salida más rápidas desde su casa o lugar de trabajo hacia los lugares altos que se hayan previsto como refugios, zonas de seguridad, etc.

Primero se propone que cada familia elabore un croquis sencillo de su casa y alrededores. En él se deberá anotar sobre los posibles riesgos, así como las recomendaciones para reducirlos, tanto dentro de casa, como fuera.

En caso de que la vivienda se encuentre a escasos metros del Río Lerma o de algún canal a cielo abierto, deberá plasmar en el croquis las corrientes de agua, para marcar las zonas como peligrosas, o de alto riesgo y así evitarlas.

Con el fin de evitar inundación en su vivienda, se recomienda que en conjunto con los vecinos de la calle o de la manzana, se realice una limpieza de las calles, coladeras, principalmente en temporada de lluvias, eso es entre Junio y Septiembre para mantener libre el paso del agua, que pueda ser obstruida por basura, tierra, etc., todo ello con el fin de prevenir daños materiales y a la salud.

# 1.-IDENTIFICA, PREVIENE Y REDUCE DAÑOS.

- ♣ Revisa el estado de la construcción de tu vivienda.
- ♣ Revisa el estado de la instalación de gas, agua y energía eléctrica.
- ♣ Revisa el mobiliario que pueda presentar un peligro, que obstruya el paso en caso de la emergencia; en caso de que así sea, sujeta los muebles que puedan presentar un peligro.
- ♣ Guarda en un lugar seguro y alto, tus pertenencias más importantes, como documentos, dinero, etc.
- ♣ Evita dejar aparatos electrodomésticos en el suelo o a una altura baja, como televisores, radios, computadoras, licuadoras, etc., con el fin de mantenerlos a salvo ante una inundación y evitar un corto circuito.
- ♣ Asegúrate de que tu vivienda brinde seguridad frente a la inundación.
- ♣ Revisa peligro existente alrededor de la vivienda, como canales a cielo abierto, coladeras obstruidas por basura, transformadores de luz, cableado, etc.
- ♣ Si se encuentra habitando cerca del río, cerca de canales a cielo abierto donde exista la presencia de vegetación, cuídela, no permita la deforestación.
- ♣ No construya en áreas cercanas al río, canales donde exista alta incidencia de inundaciones, ya que el territorio es relativamente plano.

- ♣ Evite depositar basura o escombros en el cauce del río, en terrenos baldíos, en coladeras, en canales, ya que esto ocasiona obstrucción del sistema de drenaje.
- ♣ Limpie coladeras, canales, terrenos que se encuentren cercanos a su vivienda, para evitar afectaciones en su vivienda.

## **2.-ELABORA UN CROQUIS E IDENTIFICA ZONAS SEGURAS.**

- ♣ Crear conciencia y fomentar la cultura de prevención entre los vecinos.
- ♣ Realizar acciones en conjunto con el municipio, para capacitación y conocimiento de los riesgos en su localidad.
- ♣ Deberá formarse una comisión de protección contra inundaciones con los vecinos, para asignar responsabilidades y tareas.
- ♣ El comisionado de cada manzana deberá contar con herramientas de ayuda contra inundaciones, tanto de prevención como de reacción.
- ♣ Cada familia deberá elaborar un croquis sencillo de su casa y alrededores, en él anota las observaciones sobre los posibles riesgos, así como las recomendaciones para reducirlos.
- ♣ Revisa la construcción y ubica las sustancias inflamables almacenadas, tanques de gas, toma eléctrica, etc. En el croquis indica, con color rojo, aquellos daños y averías que encuentres.

♣ Marca otros elementos de peligro que puedan dañarte como por ejemplo:

- ✓ Alcantarillas o registros sin tapa
- ✓ Roturas o desniveles en el piso
- ✓ Salientes de muros
- ✓ Rejas
- ✓ Cables tendidos
- ✓ Macetas o jardineras

♣ **El municipio deberá instalar en zonas con alto riesgo y probabilidad de inundación mapas donde se ubiquen los refugios y albergues en caso de emergencia.**

♣ Identifica los objetos que puedan ser un obstáculo en las rutas de evacuación y retíralos. Ya sean muebles, cables, cajas, por mencionar algunos objetos que puedan impedir el paso en caso de emergencia.

Ubica las rutas para llegar a los lugares más seguros dentro de la casa, considera no sólo las más directas, sino las menos peligrosas, márcalas con flechas de color verde. En caso de que la vivienda sea de 2 niveles considera zona segura el segundo nivel, para el caso de 1 nivel considerar la azotea.

Para el caso de las rutas de evacuación hacia sitios de seguridad se establecerán dentro del mapa de inundaciones y zonas de seguridad.

### **La casa como refugio.**

En algunos casos de emergencia, usted y su familia deberán permanecer en su casa por algunas horas, hasta que el nivel del agua baje y usted pueda transitar tanto en su casa como en las calles afectadas; si su casa consta de 2 pisos resguárdese en el segundo piso hasta que el riesgo sea nulo, en caso de que sea

de 1 piso manténgase en las partes más altas, como la azotea de su casa, sino puede subir, suba a un mueble alto y resistente como una mesa.

En caso de que su vivienda no cuente con algún sitio seguro durante el riesgo y sea altamente probable de que sufra daños y se inunde, anticipese y dirijase al refugio o albergue más cercano.

### **El refugio temporal público.**

Generalmente es un lugar acondicionado para proteger a la población en caso de emergencia; puede ser una escuela, una iglesia o cualquier edificio que reúna las condiciones necesarias de seguridad frente al hecho de que se trate.

Particularmente para dicho municipio las zonas de seguridad serán las iglesias ubicadas en cada barrio (ver mapa zonas de seguridad) las cuales tienen un espacio amplio para poder albergar un gran número de personas, dependiendo del tamaño de cada iglesia.

El municipio por su parte deberá proveer de alimento, vestido, etc. cuando sea necesario, para resguardar a las personas dentro de las zonas de seguridad.

## **3.-PREPARATE CON ANTICIPACIÓN.**

- ♣ Realiza periódicamente ejercicios o simulacros en el hogar.

Un **simulacro** es un ensayo o práctica acerca de cómo se debe actuar en caso de una emergencia por inundación, ciclón tropical, incendio, sismo, etc.

Las ventajas de llevar a cabo un simulacro es:

- ✚ Comprobar anticipadamente si las acciones de preparación son eficientes.
- ✚ Permite corregirlas para estar bien entrenados y poder actuar correctamente ante desastres.
- ✚ Fomenta la cultura de protección civil entre la familia y la comunidad.

Debes llevar a cabo lo siguiente en un simulacro:

- ✚ Imagina algunas situaciones de emergencia contra inundaciones en tu hogar o localidad.
- ✚ Asigna responsabilidades conforme a esta guía a cada miembro de la familia.
- ✚ Emite la voz de alarma, la cual puede ser a través de:
  - Campanas – Silbatos – Timbres – Sirenas - Luces y sonido

- ✚ Interrumpe inmediatamente las actividades.
- ✚ Desconecta los aparatos eléctricos.
- ✚ En caso de evacuación debes salir con calma y orden.

**NO CORRER, NO GRITAR, NO EMPUJAR.**

- ✚ Recorre las rutas de evacuación y condúctete con orden.
- ✚ Llega al lugar de reunión convenido.
- ✚ Revisa que nadie falte y que todos estén bien.
- ✚ Evalúa los resultados.

Después de realizar uno o varios simulacros, tanto con tu familia como los comités conformados por manzana, deberán analizar y evaluar las etapas que considere incorrectas y corregirlas, para perfeccionarlo y quedar convencidos de lo que se ha de hacer en una situación real. La participación de los niños, niñas, personas con capacidades diferentes y adultos mayores es muy importante, ya que deberás tomar en cuenta el tiempo de traslado a zonas seguras.

## QUÉ DEBE CONTENER UN BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS.

Alcohol y agua oxigenada	Cotonetes	Merthiolate
Antiácidos	Cinta adhesiva	Medicinas específicas que algún miembro de la familia esté tomando
Aspirinas para adultos y niños	Curitas de varios tamaños	Navaja
Bolsa para agua caliente	Gotero	Paquete de algodón
Bolsa de plástico	Jabón antibacterial	Paquete de alfileres
Carbonato	Laxantes	Paquete de gasa
Caja de fósforos	Manual de primeros auxilios	Pastillas de ampicilina
Pinzas para ceja	Tabletas o gotas para purificar el agua	Termómetro
Tijeras	Vendas elásticas de varios tamaños	

## NÚMEROS DE EMERGENCIA.

### COMANDANCIA

28-7-97-99 Y 28-7-32-81 EXT. 119

### CRUZ ROJA

28-5-25-50

### PROTECCIÓN CIVIL

28-7-43-65

### BOMBEROS

28-5-47-47 Y

### SUEM

72-22-72-01-22

### DIF

28-7-24-25 Y 28-7-28-26

### CENTRO DE SALUD

28-7-26-90

#### 4.4 CONCLUSION Y RECOMENDACIONES.

El riesgo es la probabilidad de daños sociales, económicos ambientales; si lo vemos desde el punto de vista urbano, el riesgo es un elemento que anteriormente ya existía, pero con la evolución del hombre, los procesos masivos y sin control del desarrollo urbano de manera regular e irregular principalmente, entonces, los riesgos urbanos se crean debido a la falta de conocimiento de los fenómenos que existen en diversas partes del territorio; y que al inicio de los procesos de urbanización no eran tomados en cuenta o se desconocían por aquellas personas encargadas de desarrollar los asentamientos humanos y las actividades del hombre; por consecuencia de ello las zonas urbanizadas son protagonistas de riesgos de diversos tipos fracturas, fallas, remoción en masa, pero principalmente de inundaciones, **de acuerdo con el sistema de inventario de desastres para América Latina.**

Las características particulares de la zona en estudio, generan lo que es el riesgo, donde el municipio se ve amenazado principalmente por fenómenos de origen hidrometeorológicos, como lo son granizadas y lluvias torrenciales; **aproximadamente el 95.24 % de la superficie del municipio es inundable al encontrarse en la zona más baja del altiplano**; sin embargo, sólo se cuenta con el 10.68% de la superficie total del territorio (la zona de la ribera) bajo una vulnerabilidad real, en los períodos de lluvia, lo que representa un riesgo para los asentamientos humanos y sus efectos pueden reflejarse en pérdidas humanas, daños a la infraestructura, servicios, actividades económicas y daños en la salud **(Atlas Ecológico de Salud de la Cuenca Alta del Río Lerma Estado de México).**

El hecho es que cada año la zona de afectación por inundación es distinta, como se puede observar en los Atlas de inundaciones 2007,2008, 2009, 2010, 2011 y 2012 realizados por la CAEM; esto debido a trabajos de reacción ante el problema, los cuales se han presentado en distintos puntos del territorio. **(Ver mapas de inundaciones 2007-2012).**

Por efecto de las lluvias anuales, se percibió la necesidad de restringir los asentamientos humanos por las autoridades, principalmente en las zonas que colindan con el Río Lerma, mediante la determinación de la zona de riesgo, ya que decenas de familias se ven en la necesidad de abandonar sus viviendas, por el constante aumento de la precipitación pluvial, así mismo estas aguas se mezclan con la de los drenajes y canales a cielo abierto que desembocan directamente en el Río Lerma, afectando a la población del municipio (**Atlas Ecológico de Salud de la Cuenca Alta del Río Lerma Estado de México**).

A pesar de ello existen asentamientos invadiendo derechos de vía del Río Lerma, con lo cual, podemos darnos cuenta que las autoridades no cuentan con una herramienta de control en esta zona, ya que existen zonas de cultivo y viviendas construidas en zonas no permitidas.

Para lograr un buen proceso de prevención es necesario contar con planes de emergencia que sean la base de cómo actuar y qué hacer ante riesgos de cualquier tipo, para este caso hidrometeorológico; además de contar con personal capacitado y con las herramientas necesarias para mantener a la población informada y capacitada de su situación y tener bases para poder prevenirse ante el fenómeno.

Es importante no solo contar con personal y planes de emergencia, sino además contar con todo el equipamiento necesario para reubicar, trasladar, y albergar a la población que sufra pérdida de su vivienda, y que de acuerdo a la Ley de Protección Civil Capítulo 15 de las medidas de seguridad Artículo 75. En el inciso II. Nos habla de un control de rutas de evacuación y acceso a las zonas afectadas y el III. Sobre acciones preventivas para la movilización precautoria de la población y su instalación y atención en refugios temporales; es indispensable tener un plan completo de prevención y reacción, en caso de que haya que reubicar a la población a otro territorio si es necesario, es decir estar completamente preparado para prevenirlos capacitarlos atenderlos y trasladarlos hasta obtener la seguridad de los habitantes.

Derivado de la propuesta realizada de los planes de emergencia y con base a lo ya mencionado se realizaron mapas donde se proponen los sitios de seguridad a donde se puede trasladar a la población en caso de inundación, donde además se muestran las rutas para llegar a estos sitios.

De acuerdo a la división de AGEBs se tiene un promedio de la población que tendría que evacuarse en caso de que el fenómeno sea catastrófico, teniendo así lo siguiente:

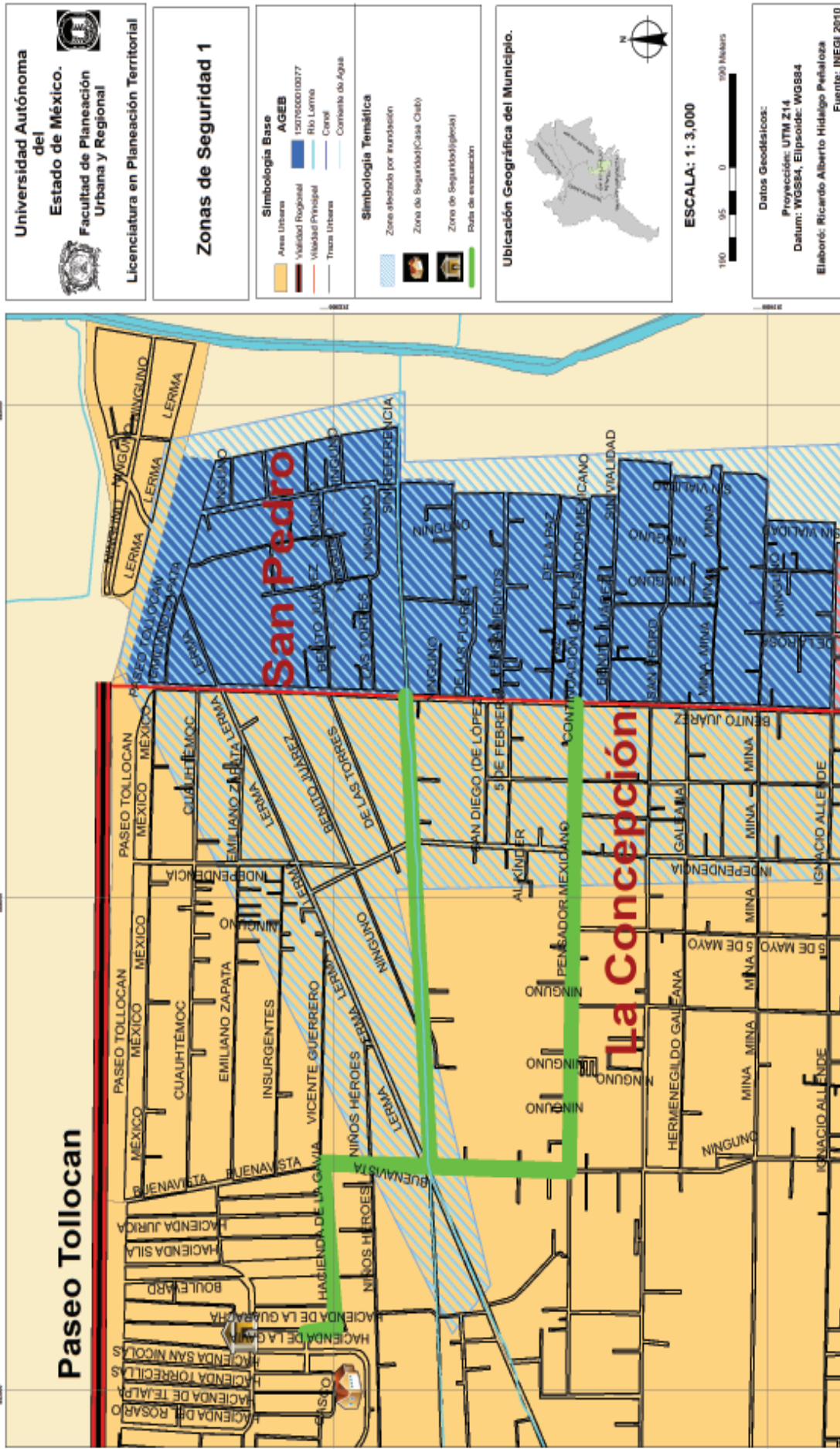
No. AGEB	Población	T. viviendas
1,507,600,010,077(1)	4,794	1,071
1,507,600,010,096(2)	3,175	745
1,507,600,010,128(3)	3,507	762
1,507,600,010,240(4)	892	242
1,507,600,010,202(5)	1,374	302
1,507,600,01,0058(6)	9,637	2,055
<b>TOTAL</b>	<b>23,379</b>	<b>5,177</b>

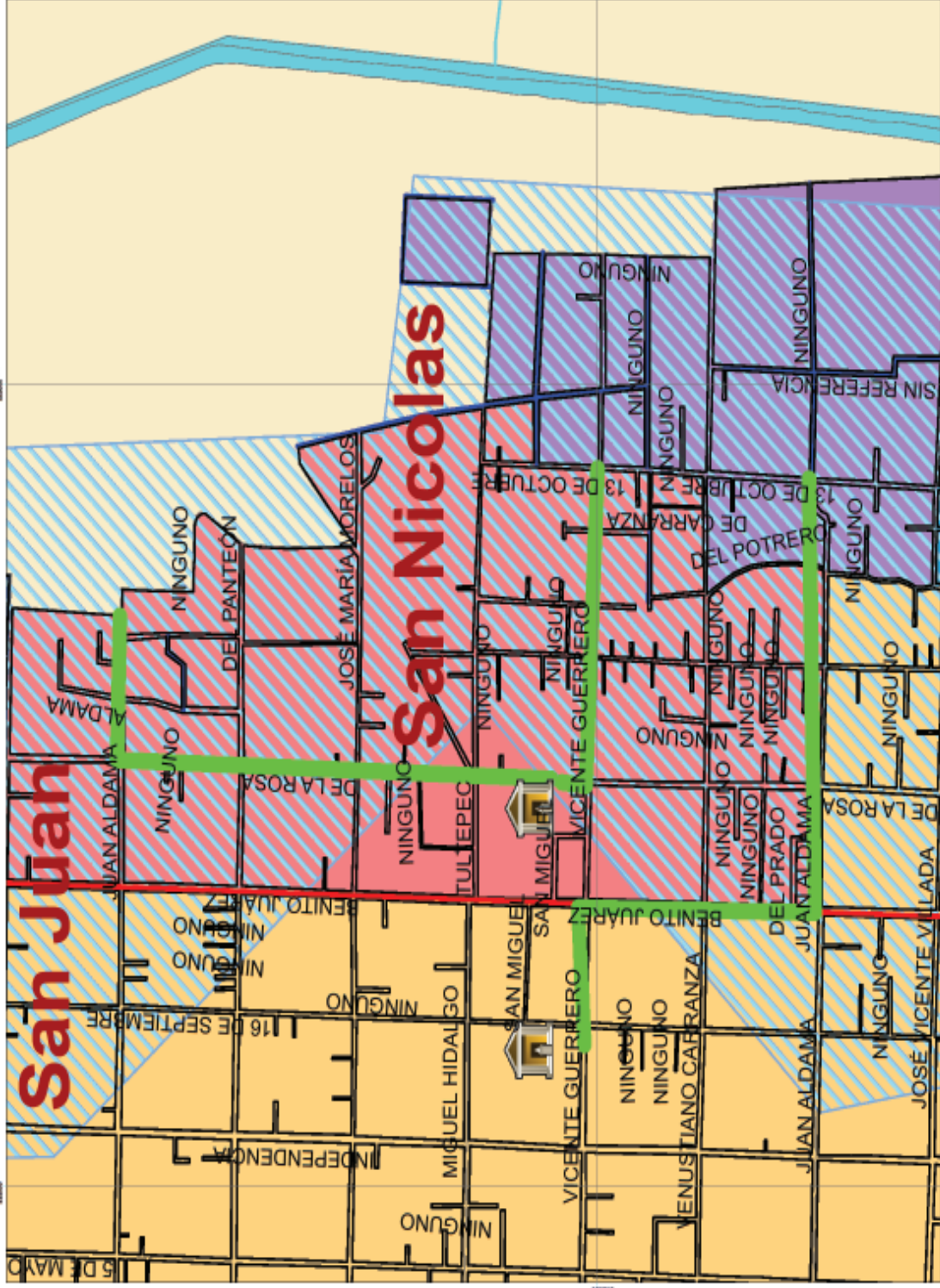
**Fuente:** Elaborado con información del SCINCE 2010.INEGI.


Para la primer zona con un total de 4,794 se tienen propuestos 2 sitios de seguridad donde en promedio podrían albergarse a 500 personas aproximadamente, siendo solamente el 10% de la población por lo cual se requiere de centros comunitarios, y de la creación de al menos 2 o 3 albergues que cuenten con el equipamiento necesario para albergar al menos a 24 mil personas directamente que serían las más afectadas por la cercanía al río.

Para el caso de la 2ª zona, se tiene un total de 3,175 personas y se cuenta con un sitio propuesto para resguardo de la población donde se tiene un aproximado de capacidad de 1,000 a 2,000 personas, siendo insuficiente nuevamente el espacio para el albergue, además de que son sitios provisionales, es decir que no cuentan con el equipo necesario para la atención de la población.

Para el albergue de la zona 3 se tiene una capacidad máxima aproximada de 200 personas de un total de 3,507, es en esta zona media de la zona oriente del territorio donde se requiere de un albergue para dar asilo al menos en esta zona a 8 mil personas de distintos puntos del territorio tomando en cuenta los posibles afectados de las zonas anteriores donde no se cuenta con la capacidad de albergar.






**Universidad Autónoma del Estado de México.**  
 Facultad de Planeación Urbana y Regional  
 Licenciatura en Planeación Territorial

### Zonas de Seguridad 2 y 3

**Simbología Base AGEB**

Área Urbana	1307600000206
Vialidad Regional	1007600010240
Vialidad Principal	Río Lerma
Trama Urbana	Canal
	Comedio de Agua

**Simbología Temática**

Zona afectada por inundación
Zona de Seguridad (Alta)
Ruta de evacuación



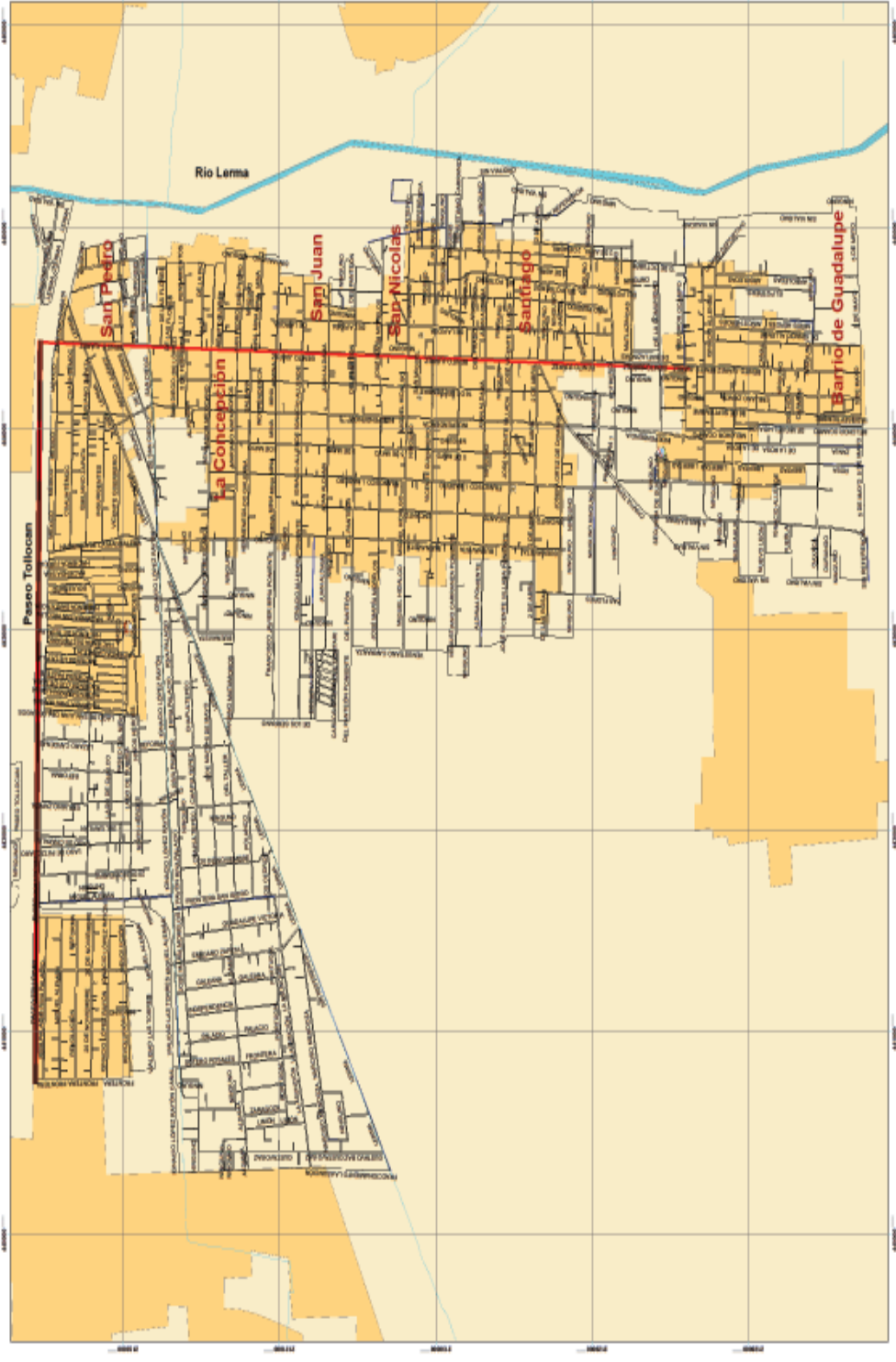
**ESCALA: 1: 3,000**  


**Datos Geodésicos:**  
 Proyección: UTM Z14  
 Datum: WGS84, Elipsoida: WGS84  
 Elaboró: Ricardo Alberto Hidalgo Peñañoza  
 Fuente: INEGI 2010

En toda la zona es insuficiente los sitios propuestos para albergar a la población fuera de la zona de riesgo; por ello la importancia de contar con un espacio adecuado, ya que para el caso de la zona 6 que es la parte sur del municipio se tiene una población de 9,637 habitantes, lo cual puede ser un peligro y una limitante ante la presencia del riesgo, ya que trasladar un volumen de población de dicha dimensión requiere además del sitio de resguardo, de vehículos para el traslado de la población.








**Universidad Autónoma del Estado de México.**  
 Facultad de Planeación Urbana y Regional  
 Licenciatura en Planeación Territorial

### Zonas de Seguridad

**Simbología Base**

- Área Urbana
- Vialidad Regional
- Trecha Urbana
- Río Lerma
- Canal
- Concreto de Agua

**Simbología Temática**

- Zona de Seguridad (Iglesia)
- Zona de Seguridad (Casa Chd)
- Zona de Seguridad (Hospital)

Ubicación Geográfica del Municipio.




ESCALA: 1: 10,000



Metros

Datos Geodésicos:

Proyección: UTM Z-14  
 Datum: WGS84, Elipsoido: WGS84  
 Elaboró: Ricardo Alberto Hidalgo Peñafoza  
 Fuente: INEGI 2010

Tomando en consideración las necesidades anteriores presentadas en la investigación se llegó a lo siguiente:

Como se planteó al inicio del trabajo la hipótesis queda totalmente comprobada ya que con el trabajo de campo y la realización de la cartografía queda sustentado que el problema efectivamente tiene su causa en primera parte a las condiciones físico-naturales de la región y de la cuenca ya que los asentamientos humanos localizados en la zona del valle se verán directamente afectados por la pendiente de los terrenos que lo rodean, lo anterior como primer factor originador de las inundaciones.

Otra evidencia clara es que existe un déficit de infraestructura, el sistema de drenaje no se ha desarrollado a la par del crecimiento urbano, el diámetro de las tuberías actuales únicamente tienen la capacidad de captar las descargas residuales principalmente; para la captación de lluvia que es el detonante de las inundaciones, no existe un lugar o un sistema que logre la absorción de este líquido, tanto a nivel municipal como a nivel región y sin duda sería una de las soluciones más factibles, no solo para contra restar las inundaciones sino para ver este riesgo como una amenaza sino como la oportunidad de lograr el almacenamiento de lluvia y poder utilizarlo para recargar los mantos acuíferos así como abastecer diversas zonas de la región que tienen un problema de abastecimiento de agua potable.

La falta de un sitio para la disposición final de residuos sólidos es también otro factor que se corroboró es indispensable para aminorar el problema, ya que el municipio no cuenta en primera instancia con el lugar óptimo para establecer un sitio de disposición final debido a que se encuentra altamente urbanizado, lo que dificulta la realización y control de los residuos, Toluca, Metepec entre otros municipios no cuentan con estos sitios donde se pueda depositar la basura, por lo que se requiere de un análisis a fondo al interior de la región para el control de este problema.

Queda claro que es importante incorporar al campo de la planeación urbana un análisis más a fondo cuando se crean procesos urbanos, ya que como se observó a lo largo del trabajo, no se toman en cuenta las condiciones del medio que existía antes de lo que ahora es, es decir, analizar el medio físico, las formas de vida que se llevaban a cabo con anterioridad; tomar en cuenta corrientes naturales, realizar una planeación de manera controlada y pensada hacia un crecimiento futuro, ya que en la mayoría de las veces este proceso se pierde y se descontrola, volviéndose un problema grave debido a que la población demanda servicios donde es difícil llevarlos, se sitúan en zonas desconocidas donde los terrenos pueden ser blandos, o son lugares donde existen fallas, o factores climáticos como lluvias que causan inundaciones.

Todo ello debe tomarse en cuenta, ya que cuando se rompe este sistema de planeación las ciudades comienzan a tener problemas que tienen su origen en la forma de establecerse; lo cual requiere de infraestructura donde no debería de instalarse, es costosa y genera gastos que se podrían evitar; así como problemas de riesgos o fenómenos naturales que difícilmente son tratados o resueltos debido a la complejidad de los asentamientos y la forma de vida que ya se desarrolla en el lugar.

Por lo anterior se están presentado propuestas o sugerencias de lo que ayudaría a combatir las inundaciones.

### **Infraestructura y Equipamiento Urbano.**

Es importante resaltar que el municipio no cuenta con mecanismos que registren la precipitación que puede generarse en el territorio. Por lo tanto, se recomienda contar con un sistema de estaciones de monitoreo del clima al interior del municipio, con la finalidad de conocer el comportamiento del clima, esto es una necesidad para poder dirigir políticas, apoyos y prevenir principalmente a la población ante posibles riesgos meteorológicos; además prevenir con mayor precisión el problema de inundación.

Además se deberá ampliar el sistema de estaciones a nivel de cuenca, ya que las actuales se encuentran muy dispersas una de otra, ocasionando la generalización de información, desconociendo la situación en dichas zonas donde no se cuentan con registros del clima, y que son indispensables para realizar análisis más precisos sobre las condiciones del clima, y con ello facilitar predicciones y estimaciones posteriores así como mejorar la aplicación de proyectos más adecuados al problema y con un mayor éxito en su ejecución.

Por otra parte es importante la creación de nuevos cárcamos en distintos puntos del municipio, con la finalidad de evitar las inundaciones urbanas que año con año surgen por la falta de planeación de los asentamientos humanos; así como la renovación de todo el sistema de drenaje por uno de mayor diámetro, ya que el crecimiento de la mancha urbana no se realizó en conjunto con el crecimiento, mantenimiento y mejoramiento del mismo.

Se sugiere la creación de una red de infraestructura de captación pluvial a nivel región, ya que el gran problema se presenta principalmente debido al temporal de lluvias este sistema disminuiría o mitigaría el problema de inundación en distintos puntos de la región, siendo principalmente zona urbana; no obstante es necesario para la realización de este proyecto, la colaboración de los municipios de la región, así como del gobierno estatal y federal para que el proyecto se realice de manera satisfactoria. Dicho proyecto podría satisfacer de manera más efectiva el servicio de agua potable, mediante un proceso de tratamiento de aguas pluviales, siendo esta una alternativa frente a las inundaciones en primera instancia, pero además beneficiar con el servicio de agua a los municipios de la región, principalmente en zonas donde el servicio es deficiente. Pero mayormente la posibilidad de recargar los mantos acuíferos que actualmente se encuentran sobreexplotados; como dato se tiene que en 1940 se contaba una superficie de 15,700ha de humedales en la cuenca, para el año 2003 solo se cuenta con una superficie de 3,023ha lo que significa que en 50 años se ha perdido el 70% de la superficie y almacenamiento original. **(Plan Maestro para la Restauración Ambiental de la Cuenca Alta del Río Lerma, 2010).**

## **Servicios Públicos Municipales**

Al igual que es necesario contar con infraestructura pluvial, es importante considerar otro elemento que influye en las inundaciones como lo los desechos sólidos.

Se requiere de lugares óptimos para la disposición final; se sabe que la mayoría de los municipios del Estado no cuentan en muchos casos con algún sitio donde depositar la basura; particularmente en el caso de San Mateo Atenco, no cuenta con este equipamiento obligatorio para cualquier municipio de acuerdo con normatividad de SEMARNAT, viéndose en la necesidad de depositar sus residuos en lugares como Xonacatlán donde cuentan con un relleno sanitario; agregando a ello un elemento más, que ocasiona las inundaciones ya que la recolección es de 450 toneladas a la semana de acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano 2009-2012 siendo la mayor parte de la zona comercial; no se tiene el dato exacto del porcentaje de basura que no es recolectado, pero en localidades alejadas a la cabecera se refleja y se agudiza el problema de basura, ya que existen tiraderos clandestinos, algunos obstruyendo canales naturales, los cuales regulan el nivel del río y que ahora, al estar obstruidos y obsoletos, agudizan el problema de inundaciones por el gran problema de recolección y disposición final de residuos.

Por lo tanto la recomendación sería la creación de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos a nivel región así como al interior de cada municipio; además de la creación de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos regional que se encuentre ubicado en un sitio óptimo y de acuerdo a las normas necesarias para su funcionamiento.

## **Protección Civil**

En materia de prevención se sugiere fortalecer y mejorar la instancia municipal en materia de protección civil debiendo contar con personal capacitado para combatir cualquier tipo de riesgo, como incendios, inundaciones, por mencionar algunos, se

requiere de equipar con herramientas de rescate, lanchas al personal de protección civil, camionetas grandes todo terreno para zonas de difícil acceso.

Realizar capacitaciones en materia de primeros auxilios y rescate en materia de inundaciones principalmente.

Elaborar guías y planes municipales de prevención contra inundaciones, sismo, incendio, etc., ya que los existentes como el Plan de Protección Civil mencionado con anterioridad hace referencia a cualquier tipo de riesgo y no se adecua a las necesidades del municipio, por ello se describe y desarrolla el Plan Familiar de Protección Civil para San Mateo Atenco; sin embargo se sugiere dentro de dicho plan que se acuda a los refugios, así que se deberán crear y localizar refugios temporales para albergar a las familias que sufren daños año con año en el territorio municipal.

Dichos refugios deberán tener los siguientes elementos: Protección, Entradas y Ventanas, Uso eficiente del Espacio, Ventilación, Abastecimiento de agua, Instalaciones sanitarias, Suministro de energía, Convivencia.

Así también es importante Diseñar rutas de evacuación en caso de que sea necesaria el rescate y traslado de la población desde el punto más vulnerable tomando en consideración vialidades accesibles hasta el refugio.

Desarrollar y crear la difusión necesaria con mapas de información acerca de la zona de inundación, informarles cual es la zona de riesgo, zonas más vulnerables, capacitarlos y orientarlos en materia de prevención, difundir estos conocimientos a través de trípticos donde se les informe los periodos de lluvia, posibles inundaciones etc., con el fin de brindarles los conocimientos necesarios para que actúen de manera satisfactoria al enfrentarse ante algún tipo de riesgo, en este caso particular las inundaciones en el municipio.

El municipio actualmente tiene un problema de accesibilidad, lo cual es un factor indispensable que debe tomarse en cuenta frente al problema de inundación, ya que el rescate y traslado de la población se dificulta frente a las inundaciones,

existen vialidades sin pavimentar principalmente cercanas al río, las casas se encuentran en zonas de riesgo donde en ocasiones no existe un camino por donde pueda acceder un vehículo.

Así también resaltar que las vialidades principales del municipio, en temporada de lluvia tienen los accesos cerrados a la circulación excepto la Av. Buenavista.

Lo anterior es de importancia considerarlo para establecer zonas seguras y rutas de salida del interior del municipio, las vialidades deben de estar pavimentadas, no deben encontrarse como zona de riesgo o zonas de inundación, deben de ser amplias y de fácil acceso, rápidas y seguras. Tomando lo anterior en consideración, la vialidad más accesible sería Buenavista que se encuentra ubicada en dirección Norte a Sur del municipio y cercana a la zona oriente del territorio, conectando directamente con la vialidad Solidaridad Las Torres.

Es importante también llevar a cabo campañas de la cultura ambiental, en cuanto al tema de la basura, creando guías para el manejo adecuado, recolección separación y disposición final desde los hogares y lugares públicos, donde la basura sea más un beneficio económico que un peligro para la salud, transformándola en recursos económicos para el municipio, ya que el tratamiento de la basura genera empleo y ganancias monetarias.

Todas estas necesidades son indispensables para dar soluciones a la problemática, ya que como se presentó en el documento, **en el periodo entre el 2015 y 2020** se estima que habrá una **precipitación de entre 90 y 110mm de lluvia en 24hrs para la zona de estudio**, lo que actualmente ya creó inundaciones en municipios como Lerma, San Mateo Atenco, Toluca, Metepec, principalmente; y que se ha corroborado que la problemática va en aumento, particularmente San Mateo Atenco, casos como el Fracc. Santa Elena que no sufría de este problema, actualmente las calles cercanas a Av. Baja Velocidad

sufre inundación. Por lo que las sugerencias descritas en este documento son de carácter preventivo y correctivo.

## INUNDACIÓN MAYO 2015



8 columnas 2015



8 columnas 2015



8 columnas 2015





8 columnas 2015



8 columnas 2015



Meganoticias 2015



# INUNDACIÓN AGOSTO 2015



Ricardo Hidalgo 2015

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

### ARTICULO

Alejandra Toscana Aparicio, María Milagros Campos Vargas y José Francisco Monroy Gaytán, "Inundaciones, protección civil y habitantes de San Mateo Atenco, Estado de México", *Invest. Geog. n.72 México ago. 2010*, Departamento de Política y Cultura, UAM-Xochimilco.

Antón-Danilo y Díaz-Delgado. 2000. "Sequía en un mundo de agua". Capítulo 9. *Un ejemplo de contaminación de aguas superficiales: El curso alto del río Lerma*. Ed. Piriguazú-CIRA-UAEM, 199 pp.

Ávila-Pérez P., Balcázar M., Zarazúa-Ortega G., Barceló-Quintal I. and Díaz Delgado C. 1999. "Heavy metal concentrations in water and bottom sediments of a mexican reservoir". *The Science of the Total Environ.* 234, 185-196 pp.

Barceló-Quintal I., Solís-Correa H., González-Cortés, Ávila-Pérez P. and García J. 2000. *Determination of Cadmium and Lead in the water column of the Jose Antonio Alzate Reservoir, México. Water Environ. Research.* 72, No. 2, 132-140 pp.

Campos, Armando "Educación y Prevención de Desastres", 2000, *La Red( Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina)*.

Cannon, T. (1994) "Vulnerability analysis and the explanation of "Natural" disasters", in Valey81994), *Disasters, Development and environment*, John Wiley & Sons, pp. 13-30.

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

Cardona A., Omar Darío, "La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo "Una Crítica y una Revisión Necesaria para la Gestión", Centro de estudios sobre desastres y riesgos CEDERI Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia, 2003.

Cardona, Omar," *La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. "Una crítica y una revisión necesaria para la gestión.* Centro de estudios sobre desastres y riesgos CEDERI. Universidad de los andes, Bogotá, Colombia.2001

Cutter, S.L. (ed)(1994). *Enviromental Risks and Hazards*, Prentice Hall, New Jersey.

D'Ercole, R 1994 "Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés: concepts, typologie et modes d'analyse". En *Revue de Géographie Alpine*, n° 4, p. 87-96

Dynes, De Marchi y Pelanda (eds.) *Sociology of Disaster*, Franco Angeli Libri, Milano, 1987, pp. 13-30.

Elizabeth Mansilla, "Riesgo y Ciudad", *La Red*, Diciembre, 2000.

Fabiani, J.-L.: Theys, J. 1987. *La société vulnérable. Evaluer et maitriser les risques.* Presses de l'École Normale Supérieure.París, 674p.

Hernández, Juan; Vieyra, Antonio, *Riesgo por inundaciones en asentamientos precarios del periurbano. Morelia, una ciudad media mexicana. ¿El desastre nace o se hace?*, *Revista de Geografía, Norte Grande*, núm. 47, 2010, pp. 45-62, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.

In: Schmidt-Thomé, P. (ed.) 2006. *Natural and Technological Hazards and Risks in European*

Kates,R. W. (1971). "Natural hazard in human ecological perspective: hypotheses and models", *Economic Geography*, Clark University.

Lavell, A. (1996). "Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación", en Ma. A. Fernández (comp.). *Ciudades en riesgo.* La Red-USAI. Lima.

Lavigne, J,-C.1988." *Au fil du risqué, la ville*". En *Annales de la Recherche Urbaine*,n°40.

Lemus, Jesús; Sáez-Sáez, Vidal; Oropeza, Mónica; Siso, Eunice; Barrios, Pedro "Riesgos por desbordamientos e inundaciones en la cuenca del río Guarenas, Estado Miranda, Venezuela, Terra Nueva Etapa, Vol. XXV, Núm. 38, julio-diciembre, 2009, pp. 141-166 Universidad Central de Venezuela, Venezuela.

Quarantelli, E.L. (1988): "Disaster Studies: An Analysis of the Social Historical Factor Affecting the Development of Research in the Area", *International Journal of Mass Emergencies*, Vol. 5 pp. 285-310.

Regions. Geological Survey of Finland Special Paper 42, 17-63. Schmidt-Thomé, P., Klein, J. y Schmidt-Thomé, K. 2006. (2) *Environmental Hazards and Risk Management - Thematic Study of Interreg and Espon activities*.

Rocha Priego Karina, 2006. En Edo. Méx., Río Lerma, cadáver. Artículo periodístico. *Uno más uno* 2006-12-11. México D.F.

Sánchez González, Diego; Egea Jiménez, Carmen, "Vulnerabilidad Sociodemográfica y Ambiental, viejos y nuevos riesgos", *Cuadernos Geográficos*, Núm. 45, 2009, Universidad de Granada España.

Schmidt-Thomé, P. y Kallio, H. (2006): *Natural and Technological Hazard Maps of Europe*.

Seguira, Y. (1998), *La caza, la pesca y la recolección: etnoarqueología del medio de subsistencia lacustre en las ciénagas del Alto Lerma*, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México.

Silva, M. y Arreygue, R. *Estudio preliminar de los peligros hidrológicos e hidráulicos de la ciudad de Morelia, Michoacán*. GEOS, 2005, N° 1, p. 112-125.

Sorokin, Pitrim A., *Man and Society in Calamity*, Dutton, Nueva York, 1942.

Starr C. (1969). "Social Benefist vs. Technological Risk" *Science*, American Association for the Advancement of Science.

Trejo, Sánchez, 2009: —*Memoria colectiva, vida lacustre y reserva simbólica en el Valle de Toluca* en *Revista Convergencia*, Núm. 50, mayo-agosto, México, UAEM.

Vázquez Sánchez, Martín; Méndez Ramírez, José Juan, "La vulnerabilidad de los asentamientos en espacios no urbanizables en el municipio de San Mateo Atenco, Estado de México" , *Quivera*, vol. 13, núm. 1, enero-junio, 2011, pp. 244-268, Universidad Autónoma del Estado de México Toluca, México

White, G.F. (1973). "Natural hazards research", *Directions in Geography*, R. Chorley (ed), 193-216, London.

## **ATLAS**

*Atlas de Inundaciones del Estado de México, 2006, Secretaria de Desarrollo Urbano.*

*Comisión Coordinadora para la Recuperación Ecológica de la cuenca del río Lerma. GEM. "Atlas Ecológico de la cuenca hidrográfica del río Lerma". Tomo I Cartografía. 1993*

*Comisión Coordinadora para la Recuperación Ecológica de la cuenca del río Lerma. GEM. 1993. "Atlas Ecológico de la cuenca hidrográfica del río Lerma". Tomo V, Industrial.*

*García E. y Falcón D. 1974. Nuevo Atlas Porrúa de la República Mexicana. Porrúa 2ª ed. México. 196 p.*

## **CONFERENCIA**

*Manuel Argüello-Rodríguez, Ph.D., "RIESGO, VIVIENDA Y ARQUITECTURA", Conferencia en el Congreso ARQUISUR, Universidad de San Juan, Argentina, Octubre del 2004*

*Manuel Argüello-Rodríguez, Ph.D., Catedrático de UNA (Costa Rica)," Riesgo, Vivienda y Arquitectura", Conferencia en el Congreso ARQUISUR, Universidad de San Juan, Argentina Octubre/2004, LA RED.*

## **ESTUDIOS**

*Bueno S. J., López A. J. B., y Márquez M. C. 1980. Consideraciones preliminares sobre la ecología de los insectos acuáticos del río Lerma. Analisis del instituto de ciencias del mar y limnología, UNAM, México.*

*Comisión Nacional del Agua. 1993. Presas de México. Gerencia de Información y participación ciudadana. Grupo Impergraf S. A. de C. V.*

*González A. Z. I., Ávila-Pérez P., Tejeda-Vega S., Zarazúa-Ortega G. y Longoria-Gándara L. C., Estudio del Curso Alto del Río Lerma desde una Perspectiva Sustentable Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.*

Mansilla, Elizabeth," *Riesgo Urbano y Políticas Publicas en América Latina: La Irregularidad y el Acceso al Suelo*"2010,Global assessment Reporto n Disaster Risk Reduction

Tejeda S., Avila-Pérez P., Zarazúa G., Carapia-Morales L., Diaz-Delgado C. y J. Lugo. 2005. "La medición de sedimentos en México. Distribución de metales pesados en sedimentos: Estudio del curso alto del río Lerma". Ed. IMTA-UJAT; Jiutepec, Morelos/Villahermosa, Tabasco, México, 318 pp.

### **INTERNET**

H. Ayuntamiento 2006-2009, San Mateo Atenco, Estado de México:  
<http://www.sanmateoatenco.gob.mx>.

Sistema de inventario de efectos de desastres <http://online.desinventar.org>

Elementos comunes a todo refugio

<http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/ASH/pdf/spa/doc1105/doc1105-2a.pdf>

### **LIBRO**

Bates, Frederick I. y Walter g. peacock. "Disasters and Social Change". En: Dynes, B. De Marchi y C. Pelanda (eds.) *Sociology of Disaster*, Franco Angeli Libri, Milano, 1987, pp. 291-330.

Blaikie, Piers et. Al. (1996) "Vulnerabilidad: El Entorno Económico, Social y Político de los Desastres". LA RED, IT-Peru. Tercer Mundo Editores, Bogotá, Colombia

Mansilla, Elizabeth "Riesgo y Ciudad", Diciembre, 2000, Universidad Nacional Autónoma de México, División de estudios de posgrado, facultad de arquitectura

Piers Blaikie, Terry Cannon, Ian David, Ben Wisner,"Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres", Primera Edición: Julio De 1996

Wenger, Dennis E., "Collective Behavior and Disaster Research". En: Dynes, De Marchi y Pelanda (eds.), *Sociology of Disasters*, Franco Angeli Libri, Milano, 1987, 213-238.

## **PLANES Y PROGRAMAS.**

*Dirección General de Protección Civil, Gobierno del Estado de México.*

*Agenda del Agua 2030 – CONAGUA*

*Gobierno del Estado de México-CAEM. “Programa Hidráulico Integral del Estado de México”. 2003. Plan De Desarrollo Municipal, 2009-2012: H. Ayuntamiento, San Mateo Atenco, Estado de México: Unidad de Planeación Información y Estadística*

*Programa de difusión, Guía de prevención de desastres, Secretaría de Gobernación, a través de la Subsecretaría de Comunicación Social, la Coordinación General de Protección Civil, la Dirección General de Protección Civil y el Centro Nacional de Prevención de Desastres*

*Secretaría de Recursos Hidráulicos. 1990. Comisión estatal para la recuperación de la cuenca alta del Río Lerma. CNA. Plan para la recuperación de la cuenca alta del río Lerma.*

## **TESIS**

*Cardona, Omar, “Estimación Holística del Riesgo Sísmico utilizando Sistemas Dinámicos Complejos”, Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, UPC, Barcelona, Dic/19/2001*

*Santos Peña Nadia, “Determinación de los parámetros fisicoquímicos en aguas del curso alto del río Lerma”. Tesina de licenciatura ININ-IP, 2006..*

# ***ANEXO 1***

# ***GLOSARIO.***

A continuación se presentan aquellos conceptos que se encuentran descritos a lo largo de la investigación, con el fin de obtener un mayor entendimiento.

De acuerdo con CENAPRED tenemos lo siguiente:

**Amenaza.** Peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural, de origen tecnológico o provocado por el hombre que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en las personas, los bienes, servicios y/o el medio ambiente. Técnicamente se refiere a la probabilidad de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un período de tiempo determinado (Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja)

**Acuífero.** Material permeable a través del cual se mueve el agua del subsuelo.

**Agua del subsuelo.** Agua que está bajo la superficie del terreno; también se menciona como agua subterránea.

**Clima.** Es el estado más frecuente de la atmósfera en un lugar determinado; conjunto de condiciones atmosféricas propias de un lugar o región, determinadas por los valores medios de los elementos del clima que son: temperatura, humedad, presión, vientos, ambos modificados por los factores del clima como son la latitud, la altitud, el relieve, las corrientes marinas, etc.

**Escurrimiento.** Agua que fluye sobre la superficie de la tierra.

**Frente frío.** Límite anterior de una masa de aire frío en movimiento. Cuando entra en contacto con una masa de aire caliente menos denso se produce una situación de inestabilidad que suele provocar fuertes lluvias.

**Hidrología.** Ciencia que estudia la presencia y el movimiento del agua, tanto la subterránea como la que escurre por la superficie.

**Humedad.** Cantidad de vapor de agua en la atmósfera.

**Infiltración.** Penetración de agua superficial hacia el interior de la tierra.

**Inundaciones.** Acumulación de niveles extraordinarios de agua, sobre terrenos normalmente planos y de poca elevación con respecto al nivel medio de agua presente en los receptáculos naturales y artificiales circundantes a una región.

**Neblina.** Visibilidad ligeramente reducida por la suspensión de gotitas de agua en el aire.

**Niebla.** Gotitas de agua en el aire que reducen la visibilidad a menos de 1000 metros.

**Nieve.** Cristales de hielo que caen de las nubes y que permanecen unidos para formar copos.

**Nivel freático.** Superficie más alta de la zona de saturación del agua subterránea. Es irregular, con pendiente y forma determinadas por la cantidad de agua freática o subterránea y por la permeabilidad de las rocas. En general, bajo lomas y cerros su profundidad es menor y mayor en los valles.

**Riesgo:** Probabilidad de exceder un valor específico de daños sociales, ambientales y económicos, en un lugar específico y durante un tiempo de exposición determinado.  $R = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$ .

Riesgo.- Para decir que existe un riesgo por inundación en cualquier municipio de la República Mexicana, se debe cumplir que haya una probabilidad alta de que ocurran precipitaciones mayores a las de su correspondiente umbral de lluvia en las siguientes 24 horas, y que esté clasificado con una vulnerabilidad alta o media, por lo que se podrían esperar efectos adversos en la comunidad o sus bienes.

**Sequía.** Período de tiempo durante el cual hay un déficit de agua tal que llega a afectar las actividades humanas.

**Vulnerabilidad:** Es un factor interno del riesgo de un sujeto, objeto o sistema, expuesto a la amenaza, que corresponde a su disposición intrínseca a ser dañado.

De acuerdo con el glosario internacional de hidrología (OMM/UNESCO, 1974), la definición oficial de inundación es: “aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”. En este caso, “nivel normal” se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas.

Por otra parte, avenida se define como: “Una elevación rápida y habitualmente breve del nivel de las aguas en un río o arroyo hasta un máximo desde el cual dicho nivel desciende a menor velocidad” (OMM/UNESCO, 1974). Estos incrementos y disminuciones, representan el comportamiento del escurrimiento en un río.

Con lo anterior, se entiende por inundación: 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.

La vulnerabilidad es una medida de que tan propensa es una localidad o una ciudad para tener daños debidos a fenómenos naturales o antropogénicos; el caso que nos interesa es el de las inundaciones, por lo que se ha tratado de definir el término en función de este fenómeno natural, que en ocasiones puede ser provocado indirectamente por el hombre.

Se ha recopilado un registro histórico de eventos extraordinarios, con el cual se ha tratado de estimar la vulnerabilidad de cada uno de los municipios que componen al país.

A pesar de que la tarea no es fácil, hay que adicionar que no se cuenta con eventos registrados en todos los municipios, por lo que existen “vacíos” en la base de datos.

Para definir la vulnerabilidad de un municipio se tomó en cuenta la ocurrencia de decesos y el monto de los daños generados por el evento, de tal suerte que surge la clasificación siguiente:

**Tabla 1. Clasificación de la vulnerabilidad.**

Vulnerabilidad	Efectos
<b>Alta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Decesos</li> <li>▪ Daños extraordinarios</li> <li>▪ Asentamientos irregulares en cauces, planicies de inundación o aguas debajo de presas o bordos</li> </ul>
<b>Media</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sin decesos</li> <li>▪ Daños moderado</li> </ul>
<b>Baja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No hay asentamientos irregulares</li> <li>▪ Sistema de drenaje eficiente</li> <li>▪ Daños mínimos</li> </ul>

### **Precipitación**

Es agua en cualquier estado físico, líquido (lluvia) o sólido (nieve y granizo), que cae de la atmósfera y alcanza el terreno.

### **Lluvia**

Gotas de agua o cristales de hielo que caen de una nube por efecto de la gravedad.

### **Inundaciones pluviales**

Suceden cuando el agua de lluvia satura la capacidad del terreno para drenarla, acumulándose por horas o días sobre éste.

### **Inundaciones fluviales**

Se generan cuando el agua que se desborda de ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos.

### **Inundaciones por ruptura de bordos, diques y presas**

Cuando falla una obra contenedora de agua, ocurre una salida repentina de una gran cantidad de agua, provocando efectos catastróficos e inundación de amplias extensiones de terreno

