

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, INGENIERÍA Y MEDICINA
PROGRAMAS MULTIDISCIPLINARIOS DE POSGRADO EN CIENCIAS
AMBIENTALES

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES

**ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA POR INUNDACIONES
EN LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ**

PRESENTA:

GEOG. MARÍA DE JESÚS GUEVARA MACÍAS

DIRECTOR DE TESIS:

DR. ALVARO GERARDO PALACIO APONTE

ASESORES:

DRA. PATRICIA JULIO MIRANDA

DR. DAMIANO SAROCHI

FECHA

28 de agosto de 2012

AGRADEZCO A CONACyT EL OTORGAMIENTO DE LA BECA-TESIS
Becario No. 332657

LA MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES RECIBE APOYO ATRAVÉS
DEL PROGRAMA NACIONAL DE POSGRADOS DE CALIDAD (PNPC)

AGRADEZCO A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ POR
BRINDARME LA APORTUNIDAD DE PREPARARME.

A LA HEMEROTECA DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ POR LA INFORMACIÓN
Y ATENCIÓN BRINDADA DURANTE EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN.

DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a mis padres,
a mis hermanas
por acompañarme siempre.*

*A todas las personas que han dejado una huella
importante en mi vida con sus enseñanzas.*

Agradecimientos

Al Señor, por el Don de la existencia, gracias por esta oportunidad de superación, por cada uno de los días y de los momentos que han transcurrido en mi vida y por estar siempre conmigo.

A mis por padres: Elvia Elena y Juan por brindarme su apoyo incondicional y su amor. A mis hermanas: Andrea por regalarme momentos felices y risas, Elvia por todo tu apoyo y ayuda técnica para la elaboración de esta tesis, y Liliana por estar siempre conmigo apoyándome.

A mis amigos: Memo por todos los momentos que hemos compartido, por brindarme tu amistad y apoyo incondicional, Neira, Quique Ibarra, Fabi Mata, Fabi Díaz y Karlita por echarme porras y estar siempre cuando los necesito.

A los amigos que hice en el PMPCA Mauricio, Quique Flores, Paola, Paulina y Rocío gracias por su ayuda y los buenos momentos que vivimos en este proceso. Mónica muchas gracias por todo, sobre todo por ser una gran amiga.

Emmanuel, Luis Cheldon, Karla, Alan y Nico gracias por haberme adoptado en su grupo como su amiga y por todo los ánimos.

A Mike y Arthur mis amigos de QL gracias por todo su apoyo, los consejos y las buenas vibras que me han dado para seguir adelante.

Adrián, Alex, Luis (los mejores primos que puedo tener), Emmanuel y Lila por hacer llevadero el estrés que causa hacer una tesis.

A mi Comité Académico: Dr. Gerardo Palacio, Dr. Damiano Sarocchi, Dra. Paty Julio y al Dr. Gregorio Álvares gracias por sus enseñanzas y por transmitirme sus conocimientos.

A mis profesores: Dr. Juan Carlos García, Dr. Antonio Reyes Agüero, MC. Lucy Nieto, Dr. Pedro Medellín, Dra. Guadalupe Galindo, Dr. Carlos Contreras, Dra. Paty Julio por el nuevo aprendizaje y ser un ejemplo a seguir.

Al personal administrativo del PMPCA: Maricela, Lorena, Laura y Farah

Índice de la tesis

Introducción.....	1
Capítulo I. Conceptualización del estudio de las amenazas siconaturales y la gestión local del riesgo.....	4
1.1 Conceptualización general del riesgo.....	8
1.2 Las amenazas naturales y siconaturales, evolución conceptual en el contexto de la planificación territorial.....	9
1.3 Enfoques teóricos en el estudio de la vulnerabilidad.....	9
1.4 La gestión del riesgo como alternativa para al manejo de las amenazas siconaturales.....	13
1.5 Las inundaciones como amenaza siconatural de carácter hidrometeorológico: conceptualización, caracterización e importancia en la escala mundial y regional.....	15
Capítulo 2. Procedimientos metodológicos para la evaluación de la vulnerabilidad por inundaciones en la gestión local del riesgo.	24
2.1. Planteamiento metodológico general para el estudio de las inundaciones.	25
2.2 Exposición Física.	26
2.3 Índice de Vulnerabilidad Prevalente e Índice de Desastres Locales.	28
2.4 Verificación y retroalimentación en las zonas inundables en la ciudad de San Luis Potosí.....	32
2.5 Evaluación Multicriterio como técnica integrada en los estudios de vulnerabilidad.....	35
Capítulo 3. Análisis espacio temporal de las inundaciones y sus efectos modificadores y/o destructivos en la ciudad de San Luis Potosí.....	38
3.1 Descripción general del área de estudio.....	38
3.1.1 Caracterización físico-geográfica de la zona urbana de la ciudad de San Luis Potosí.	38
3.2 Caracterización de las inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí	43
3.3 Las inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí.....	45
3.3.1 Análisis histórico de las inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí.....	49
3.3.2 Las inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí en el período de 1967-1999.....	56

3.3.3 Las inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí en el período de 2000 a 2009.....	61
3.4 Zonificación de la Exposición Física de la población en la ciudad de San Luis Potosí.....	66
3.5 Zonificación del Índice de desastres locales en la ciudad de San Luis Potosí.....	68
3.6 Zonificación del Índice de Vulnerabilidad Prevalente en la ciudad de San Luis Potosí.....	71
3.7 Zonificación de la vulnerabilidad socioeconómica a inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí.....	82
3.8 Percepción de las inundaciones.....	84
Conclusiones	88
Bibliografía	92

Índice de Tablas	Pág.
Tabla 1. Indicadores que componen el índice de Vulnerabilidad Prevalente	30
Tabla 2. Zona Metropolitana de San Luis Potosí – Soledad de Graciano Sánchez tasa de crecimiento, superficie y densidad media urbana 1990-2005..	42
Tabla 3. Frecuencia de inundaciones en las colonias de la ciudad en el período 2000 – 2009.....	68

Índice de figuras

Figura 1. Construcción del Riesgo por inundaciones y su reducción.....	17
Figura 2. Total de víctimas mortales por inundaciones entre 1980 – 2000.....	18
Figura 3. Exposición física a las inundaciones, 1980 – 2000	18
Figura 4. Exposición física y vulnerabilidad relativa a las inundaciones, 1980 – 2000	20
Figura 5. Inundaciones Registradas entre 1950 – 2000	21
Figura 6. Estadísticas de los desastres meteorológicos ocurridos en México en el periodo de 1980 a 1999	21
Figura 7. Top 10 Desastres naturales en México en el periodo 1982 a 2011	22
Figura 8. Desastres naturales en México de 1929 a 2005	23
Figura 9. Análisis de la peligrosidad de inundación o inundabilidad.....	26
Figura 10. Ficha de la entrevista semi-estructurada aplicada en la ciudad.....	34
Figura 11. Sistema de Integración del SIG y EMC	36
Figura 12. Esquema metodológico EMC-SIG del estudio	37
Figura 13. Localización geográfica de la Ciudad de San Luis Potosí	40
Figura 14. Escurrimiento superficiales en la ciudad de San Luis Potosí.....	41
Figura 15. Precipitación máxima horaria registrada en el período 1981 – 2000..	44
Figura 16. Precipitación máxima registrada en 24 hrs. en el período 1981 - 2000.....	45
Figura 17. Precipitación máxima en 24 horas correspondiente a inundaciones en la Ciudad de San Luis Potosí	45
Figura 18. Localización geográfica de cuencas delimitadas al interior de la Ciudad	47
Figura 19. Localización geográfica de Áreas inundables en la Ciudad.....	48
Figura 20. Precipitación en el año de 1987	50
Figura 21. Principales zonas afectadas por la inundación en el centro de la ciudad de San Luis Potosí	51
Figura 22. La ciudad de San Luis Potosí en 1891	53
Figura 23. Inundaciones históricas en la ciudad de San Luis Potosí	55
Figura 24. Plano de la ciudad de San Luis Potosí en 1970	57
Figura 25. Plano de la ciudad de San Luis Potosí en 1981	57
Figura 26. Zonas afectadas por inundaciones en la Ciudad de San Luis Potosí el periodo 1976 – 2000	60
Figura 27. Zonas afectadas por inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí en el período 2000 – 2009	65
Figura 28. Exposición Física en la Ciudad de San Luis Potosí	67
Figura 29. Total de inundaciones presentes en diferentes décadas en la ciudad de San Luis Potosí	69
Figura 30. Coeficiente de Localización del Índice de Desastres Locales	70
Figura 31. Susceptibilidad Física del Índice de Vulnerabilidad Prevalente.....	72

Figura 32. Zonificación de la Susceptibilidad Física del Índice de Vulnerabilidad Prevalente ante la Presencia de Inundaciones en la Cd. de San Luis Potosí ...	73
Figura 33. Fragilidad Socioeconómica del Índice de Vulnerabilidad Prevalente	75
Figura 34. Zonificación de la Fragilidad Socioeconómica del Índice de Vulnerabilidad Prevalente ante la Presencia de Inundaciones en la Cd. De San Luis Potosí.	76
Figura 35. Falta de Resiliencia del Índice de Vulnerabilidad Prevalente	78
Figura 36. Zonificación de la Falta de Resiliencia del Índice de Vulnerabilidad Prevalente ante la Presencia de Inundaciones en la Cd. de San Luis Potosí.....	79
Figura 37. Índice de Vulnerabilidad Prevalente en la ciudad de San Luis Potosí.....	80
Figura 38. Zonificación del Índice de Vulnerabilidad Prevalente ante la Presencia de Inundaciones en la Cd. de San Luis Potosí	81
Figura 39. Zonificación de la Vulnerabilidad Socioeconómica a inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí	83
Figura 40. Tirantes de agua y tiempos de duración registrados en zonas afectadas por inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí	86
Figura 41. Medidas tomadas en viviendas para evitar las inundaciones.....	87

Introducción

Se considera que la población está dentro de una situación vulnerable cuando es susceptible a sufrir un daño y tiene dificultad para recuperarse de éste. Las condiciones de exposición y vulnerabilidad están asociadas a las características naturales y sociales de los ambientes susceptibles en donde se establece la población. Esta puede ocupar terrenos no apropiados al presentarse condiciones intrínsecas del terreno a hundimientos, avalanchas, deslizamientos e inundaciones entre otros fenómenos.

Las condiciones de vulnerabilidad están asociadas principalmente al desconocimiento de la población sobre las condiciones del ambiente, las cuales los llevan a habitar en lugares inapropiados. Aunando a esto las condiciones socioeconómicas desfavorables provocan en la población diferentes niveles de exposición al daño ante cierto tipo de eventos, que en algunos casos puede ocasionar desastres.

Los desastres naturales se producen de la correlación “entre fenómenos naturales peligrosos y determinadas condiciones socioeconómicas y físicas vulnerables. En otras palabras, se puede decir que hay un alto riesgo de desastre si uno o más fenómenos naturales peligrosos ocurrieran en situaciones vulnerables” (Romero, et al, 1993). Las condiciones naturales que puede inducir un desastre la mayoría de las veces están potencialmente presentes en los espacios habitados por la sociedad en donde se conjugan con factores sociales que hacen que estos se incrementen y la ciudad de San Luis Potosí no es la excepción.

Según el Plan del Centro de Población Estratégico San Luis Potosí- Soledad de Graciano Sánchez de 2003 la ciudad se encuentra expuesta a diferentes riesgos y lo hacen vulnerable en diferentes aspectos. Los principales riesgos a los que se hace referencia en el este documento son: naturales y antropogénicos.

Los riesgos naturales son de tipo geológico-geomorfológico, como los sismos, hundimientos, deslizamientos, avalanchas y fallas e hidrometeorológicos como las sequías y las inundaciones. Los riesgos antropogénicos por otra parte, se clasifican a su vez en: químicos, sanitarios y socio-organizativos; los riesgos químicos a los que se encuentra expuesta la población de la ciudad están asociados a la industria, ya que en la zona industrial de la ciudad se encuentran ubicadas algunas plantas químicas y por ende también se transportan estos insumos; los riesgos sanitarios a los que se enfrenta la ciudad son principalmente la contaminación del aire, suelo y agua como consecuencia de las diversas actividades que se llevan a cabo en la ciudad; los socio-organizativos se

encuentran asociados a accidentes ferroviarios y carreteros y a las inundaciones que se presentan dentro del área urbana.

Las inundaciones en la ciudad están asociadas a “los arroyos que se internan en gran parte de la ciudad con la posibilidad de desbordarse en su trayecto, debido a estrangulaciones o invasiones del cauce por parte de la población, ya sea con basura, escombros o construyendo en parte de sus cauces; además al llegar a sus puntos finales donde ya no existe cauce formado, resultan potencialmente peligrosos en cuanto al volumen de agua que conducen, pues pueden propiciar inundaciones que causarían cuantiosos daños materiales” (Plan del Centro de Población Estratégico San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez 2003). Las inundaciones al interior de la ciudad tienen orígenes diferentes, en donde principalmente la alteración del ambiente ha sido el que ha dado origen a este tipo de eventos, al no tomarse en cuenta este para la construcción de nuevos espacios destinados principalmente a la construcción de viviendas.

El estudio de las inundaciones no se ha mantenido como un tópico exclusivo para sólo un área del conocimiento, estas son estudiadas desde diferentes disciplinas dependiendo de lo que se necesite conocer y la disciplina que las aborda, variando de igual manera los métodos de análisis. Las áreas de las ingenierías han desarrollado los estudios sobre riesgos, enfocándose en la caracterización de las amenazas y/o los daños ocasionados después de ocurrido un desastre, en gran parte de ellos no se considera a la población y los daños que estos sufrieron, presentando en el mejor de los casos, sólo la cifra total de las pérdidas económicas generadas por dicho evento. Desde las ciencias sociales, el estudio de los desastres toma en consideración un enfoque integral en donde no sólo se caracteriza a la amenaza, sino también se toma en cuenta el papel que juega la población dentro de esta, como generadora participativa de la amenaza y como receptora de sus efectos o consecuencias.

La presente investigación tiene como justificación que la gestión del riesgo se enfoca en la atención a emergencias, ya que no cuentan con estudios previos sobre amenazas, vulnerabilidad y riesgos, aun sabiendo que muchos territorios se encuentran expuestos a diferentes fenómenos naturales y socio-naturales. De igual forma no se consideran las condiciones socioeconómicas de la población, de manera que los estudios sobre las amenazas naturales, vulnerabilidad y riesgos son una herramienta que puede contribuir a las medidas de prevención, mitigación y atención antes de que un evento ponga en riesgo a una población.

El objetivo general planteado en la investigación es realizar un análisis de la vulnerabilidad socioeconómica por inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí,

incluyendo el análisis, caracterización y frecuencia histórica con que ocurren y sus efectos o daños al ambiente urbano.

El trabajo de investigación se encuentra estructurado en tres capítulos y conclusiones. En el primer capítulo se conceptualiza los términos referentes al estudio de riesgos que dan sustento a la investigación. Además se contextualiza la importancia de las inundaciones a escala regional, nacional e internacional.

En el segundo capítulo se presenta la metodología utilizada en el desarrollo de la investigación, principalmente se describen los indicadores e índices utilizados para realizar el análisis de la vulnerabilidad socioeconómica a las inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí. Los indicadores seleccionados fueron: la Exposición Física del Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Índice de Desastres Locales (IDL) y el Índice de Vulnerabilidad Prevalente (IVP) ambos propuestos por Cardona (2005).

En el tercer capítulo se presenta en primer lugar una caracterización física y socioeconómica de la zona metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí, compuesta por los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez. Posteriormente con el fin de analizar las inundaciones como amenaza socio-natural que pone en riesgo a la ciudad, se realizó una caracterización general de las inundaciones incluyendo su contextualización histórica en periodos: de 1970-1999 y de 2000 – 2009. También dentro de este capítulo se presentan los resultados obtenidos con el uso de los indicadores Exposición Física, IDL e IVP, los cuales permitieron determinar las zonas vulnerables desde un enfoque socioeconómico de la ciudad de San Luis Potosí; además se presenta la percepción directa preliminar de la población que habita áreas inundables en la ciudad. Por último se presentan las conclusiones a las que se llegó durante el proceso de investigación.

Capítulo I. Conceptualización del estudio de las amenazas siconaturales y la gestión local del riesgo.

Los conceptos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo han estado sujetos a diversos cambios contextuales, estos van modificándose conforme existen mayores investigaciones en el área de los riesgos lo que actualmente ha hecho que vayan adquiriendo mayor precisión. Según Cardona (1986) el concepto de riesgo ha sido empleado, aun que no como tal, en algunas de las antiguas civilizaciones, quienes tomaron algunas medidas de prevención ante la presencia de eventos naturales que pudieron afectar las zonas en las que se encontraban, un ejemplo son los egipcios quienes tenían un sistema de predicción de hambrunas el cuál era determinado a partir de los niveles del agua que se registraban en el Río Nilo. Otras culturas que crearon medidas preventivas fueron los mayas, los aztecas, los incas, en China y Mesopotamia.

La aplicación de los conceptos de vulnerabilidad, riesgo y desastre creó confusión en su aplicación, principalmente en los dos últimos, en 1979 se realizó una reunión por parte de la Oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para el Auxilio en Caso de Desastre (UNDRO) donde se dieron cita especialistas en la materia, ahí se propuso la unificación de las definiciones de dichos términos mismos que fueron plasmados en el informe denominado *Natural Disasters and Vulnerability Analysis*, quedando como sigue:

“a) Amenaza, peligro o peligrosidad (Hazard - H) Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado.

b) Vulnerabilidad (Vulnerability - V) Es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso, expresada en escala de 0 ó sin daño a 1 ó pérdida total.

c) Riesgo específico (SpecificRisk - Rs) Es el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un proceso particular y como una función de la amenaza y de la vulnerabilidad.

d) Elementos en riesgo (Elements at Risk- E) Son la población, los edificios y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta de un área determinada.

e) Riesgo Total (Total Risk - Rt) Se define como el numero de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica

debido a la ocurrencia de un desastre, es decir el producto del riesgo específico (Rs), y los elementos en riesgo (E)” (Cardona, 1986).

A partir de los elementos presentados anteriormente es posible tener una evaluación del riesgo utilizando la siguiente ecuación:

$$R_t = E \cdot R_s = E \cdot H \cdot V$$

Posteriormente en 1985 se propuso un ajuste en la ecuación para conceptualizar la vulnerabilidad, la amenaza y el riesgo, la cual es mayormente aceptada por los diferentes enfoques, queda como sigue:

$$R_{ie} \Big|_t = (A_i, V_e) \Big|_t$$

En donde:

A_i Probabilidad de que se presente un evento con una intensidad igual o mayor a i .

t Período de exposición

V_e Vulnerabilidad de un elemento expuesto a ser afectado

R_{ie} Riesgo

El estudio de la evaluación del riesgo ha sido abordado desde diferentes enfoques en donde destacan aquellos realizados desde la perspectiva de las ciencias naturales, en los cuales se hace un mayor énfasis en la amenaza, dejando de lado la vulnerabilidad, esta última ha permitido el desarrollo de trabajos multidisciplinarios que buscaban integrar nuevas áreas del conocimiento tomando la amenaza y la vulnerabilidad dentro de la misma investigación.

En las ciencias aplicadas el estudio del riesgo no ha quedado exento, de manera primordial se ha visto abordada desde las ingenierías, las cuales a través del conocimiento de la amenaza han creado modelos probabilísticos y de estimación de daños que podrían presentarse, además se ha desarrollado la elaboración de mapas de riesgo o peligro, donde se presenta de manera espacial las zonas de amenaza dentro de un área determinada.

Los estudios de riesgo abordados desde las ciencias sociales habían dado mayor énfasis hacia la reacción sociológica e incluso psicológica de la población ante diferentes emergencias, esta perspectiva ha cambiado ya que en América Latina la vulnerabilidad aumenta o disminuye de acuerdo con las condiciones sociales y económicas que tiene un área expuesta. En este mismo sentido, La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (RED), planteó en 1992 que la vulnerabilidad es resultado de la configuración social y es resultado de los procesos políticos, sociales y económicos para una población específica en un momento dado.

Además dentro de las ciencias sociales se ha considerado el estudio de la percepción de los riesgos, dentro de las cuales se consideran diversas corrientes en donde destacan las siguientes: “el enfoque antropológico que estudia el papel de los desastres en la evolución socioeconómica de las poblaciones, su dispersión o su posible desaparición; el enfoque sociológico que considera la vulnerabilidad y los impactos teniendo en cuenta los patrones de comportamiento humano y los efectos de los desastres en la organización y funciones de la comunidad; los estudios de desarrollo, que destacan la importancia de los desastres en los países subdesarrollados debido a su alta vulnerabilidad global, por deficiencias en el orden económico; la medicina del desastre y epidemiología que dirige su atención hacia el manejo masivo de la salud de las poblaciones afectadas por desastres; y finalmente el enfoque geográfico que considera la distribución espacio-temporal del riesgo, impactos y vulnerabilidad” (Palm, 1990 en Palacio, 1995). Como se puede observar los estudios sobre la percepción del riesgo al igual que los de riesgo tiene diferentes aristas, dependiendo de lo que se pretende destacar es la perspectiva que se utiliza.

Palacio (1995) presenta una serie de principios generales para el estudio de los riesgos naturales, en estos se considera el comportamiento de los fenómenos naturales y de la vulnerabilidad de los espacios humanos ante la ocurrencia de estos, los principios son:

- Los eventos geofísicos de gran magnitud tienden a ocurrir con baja frecuencia y los de poca magnitud son más numerosos en el tiempo.
- La gente tiende a sobreestimar los desastres sensacionales y subestimar los desastres penetrantes (frecuentes).
- Las amenazas más crónicas, mejor conocidas y más integradas a la cultura local provocarán una reacción normal y las menos ocurrentes serán objeto de especial interés.
- El incremento de la distancia física o emocional hacia el desastre provoca la disminución del impacto psicológico a no ser que la muerte, la destrucción o las pérdidas se incrementen proporcionalmente. Esta es la ley de la magnitud inversa.
- Más que estimular una migración masiva o desplazamiento de poblaciones, la mayoría de los desastres aumentan en una "reacción de convergencia" la llegada de muchos grupos y organizaciones.
- Ningún fenómeno natural de carácter destructivo, se repite con las mismas características, por lo que la predictibilidad basada sólo en esta premisa no es del todo confiable. Sin embargo, es necesario aclarar que la ocurrencia futura, para algunos

fenómenos, sólo se puede definir en función de la forma en que se han presentado en el pasado.

-Los riesgos naturales resultan de la interacción de peligros creados por eventos geofísicos y la vulnerabilidad es resultado de la exposición del uso de la tierra por el hombre.

-Lo que determina un desastre no es tanto el tamaño del evento físico sino la incapacidad de la comunidad afectada para absorberlo dentro de sus propiedades ya sean construcciones o valores.

-Como resultado de la convivencia entre el entorno natural, ocasionalmente agresivo, y la organización territorial de los grupos humanos, se genera una percepción específica de riesgo determinada por las diversas situaciones de peligro experimentadas en el pasado. Dependiendo de la percepción de las situaciones de peligro existen tres formas de adaptación al riesgo:

1).- Ocupación persistente del área de riesgo

a).-Con medidas de protección (diques contra inundaciones, códigos para la construcción en zonas sísmicas, etc.)

b).-Con planes de alerta y evacuación.

c).-Sin ninguna medida de protección (estado de máxima vulnerabilidad)

2).- Cohabitando con el daño causado por desastres naturales del pasado (estado de máxima inercia geográfica).

3).- Abandonando asentamientos y estructuras dañadas o destruidas pero reubicándose

dentro de la zona de riesgo (estado de inercia geográfica secundaria).

-Las formas de adaptación al peligro real y potencial muestran que mientras exista alguna forma de apropiación del espacio por el hombre, la percepción del riesgo variará en función directa de la carga de subjetividad involucrada. Partiendo de este hecho, las superficies de percepción o zonas peligrosas en general y el fenómeno mismo deben ser considerados equilibrando a nivel perceptivo las imágenes mentales para así encontrar en la práctica alternativas que permitan la adecuada ocupación del espacio.

1.1 Conceptualización general del riesgo.

El riesgo, es una conjugación de diferentes factores, que pueden perjudicar a la población, por lo tanto puede definirse como “la probabilidad de daños y pérdidas, es un concepto fundamental que supone la existencia de dos factores: amenazas y vulnerabilidades. El riesgo se crea en la interrelación o intersección de estos dos tipos de factores, cuyas características y especificidades son sumamente heterogéneas. Aún 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 susceptibilidad 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, 2000).

El riesgo también puede considerarse como una creación social, ya que considera aspectos sociales importantes “El riesgo constituye una posibilidad y una probabilidad de daños relacionados con la existencia de determinadas condiciones en la sociedad, o en el componente de la sociedad bajo consideración (individuos, familias, comunidades, ciudades, infraestructura productiva, vivienda etc.). El riesgo es, en consecuencia, una condición latente que capta una posibilidad de pérdidas hacia el futuro. Esa posibilidad está sujeta a análisis y medición en términos cualitativos y cuantitativos” (Lavell, 2001).

El riesgo puede aumentar o disminuir en diferentes regiones, de acuerdo a las características de la población, y al fenómeno natural al que se encuentre expuesta, ya que los daños pueden variar según la magnitud con la que se presente el fenómeno natural y su tipo.

El PNUD define al riesgo como “la probabilidad de que se produzcan consecuencias perjudiciales, o eventuales pérdidas (muertos, heridos, destrucción de propiedades y medios de vida, trastornos de la actividad económica o daños al medio ambiente), como resultado de la interacción entre las amenazas naturales o provocadas por las actividades humanas y las condiciones de vulnerabilidad. El riesgo se expresa convencionalmente mediante la ecuación: $\text{Riesgo} = \text{Amenaza} + \text{Vulnerabilidad}$ ” (PNUD, 2004).

1.2 Las amenazas naturales y socionaturales, evolución conceptual en el contexto de la planificación territorial.

El concepto de amenaza se ha ido modificando de acuerdo con las nuevas investigaciones, al igual que puede cambiar de acuerdo con el área del conocimiento con la que es abordada, en este caso “la amenaza se refiere a la probabilidad de la ocurrencia de un evento físico dañino para la sociedad” (Lavell, 2000).

Las amenazas pueden variar de acuerdo a su origen, ya que pueden ser de origen natural o provocadas por el hombre. Las de origen natural son: los sismos, los huracanes, actividad volcánica, entre otras, que están asociadas a los procesos naturales de la Tierra, y las amenazas provocadas por el hombre están asociadas al desarrollo económico-tecnológico y a los comportamientos sociales extremos de diferentes orígenes, en donde muchas veces los procesos pueden salir de control.

Para esta investigación el término de amenaza que se empleara, por considerarse el más apropiado es el de *amenaza socionatural*, Lavell (2001) considera que estas “son producidas como resultado de la intersección o relación del mundo natural con las prácticas sociales, como son muchos casos de inundación, deslizamiento y sequía. En estas, la deforestación, cambios en los patrones de uso del suelo u otros procesos sociales, crean o amplían las condiciones de amenaza.”

En la presente investigación las inundaciones son consideradas como la principal amenaza socio-natural en la ciudad de San Luis Potosí, ya que durante las últimas tres décadas, las zonas inundables han ido en aumento principalmente por la modificación antrópica de los patrones de escurrimiento e infiltración, asociada al crecimiento espacial de la ciudad.

1.3 Enfoques teóricos en el estudio de la vulnerabilidad.

El término de vulnerabilidad hace referencia a diferentes aspectos, de acuerdo con la perspectiva que se utiliza, en un concepto general la vulnerabilidad puede considerarse como “peligro latente que representa la posible manifestación dentro de un período de tiempo y en un territorio particular de un fenómeno de origen natural, socio-natural o antrópogenico, que puede producir efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura, los bienes y servicios y el ambiente. Es un factor de riesgo externo de un elemento o grupo de elementos expuestos, que se expresa como la probabilidad de que

un evento se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y en dentro de un periodo de tiempo definido” (Lavell, 2001).

Para el presente trabajo se privilegia el enfoque social, por lo que puede decirse que “hace referencia a las características que le impiden a un determinado sistema humano adaptarse a un cambio del medio ambiente” (Wilches-Chaux, 1993). La vulnerabilidad puede disminuir ó aumentar de acuerdo a los cambios que se hayan realizado en el entorno natural de un lugar, ya que algunos aspectos pueden ayudar a disminuir ciertos impactos, como por ejemplo la vegetación en algunas laderas, pueden evitar, ante la presencia de lluvias, que se presenten futuros deslizamientos.

La vulnerabilidad también representa “la propensidad de una sociedad o elemento de la sociedad de sufrir daño ó de ser dañada, y de encontrar dificultades en recuperarse posteriormente” (Lavell, 2001). Entonces, no sólo se deben considerar las condiciones o factores del ambiente que podrían volver vulnerable a la población, sino, también tener en cuenta las condiciones en las que vive la población, básicamente se refiere a las condiciones económicas en las que se encuentra ésta, ya que en muchas ocasiones los principales grupos que quedan expuestos a diferentes daños, son grupos que no cuentan con los recursos para salir adelante.

A continuación se presentan tres categorías o factores que según Cardona (2005) se deben considerar al momento de evaluar la vulnerabilidad:

- a) *Exposición y susceptibilidad física*, que corresponde a un riesgo ‘duro’, relacionado con el daño potencial en la infraestructura física y en el ambiente,
- b) *Fragilidades socioeconómicas*, que contribuyen a un riesgo ‘blando’ relacionado con el impacto potencial sobre el contexto social,
- c) *Falta de resiliencia* para enfrentar desastres y recuperarse, que contribuye también al riesgo ‘blando’ o factor de impacto de segundo orden sobre las comunidades y organizaciones.

Entonces considerando los posibles daños que podría sufrir la infraestructura en una localidad o ciudad de acuerdo con su condición, puede hacer más o menos susceptible a la población, aunando a ésta las condiciones del ambiente biofísico, al tener mayor número de perturbaciones o alteraciones, puede que la vulnerabilidad potencial de la población se incremente. Algunas condiciones socioeconómicas de la población, pueden incrementar la vulnerabilidad, como un nivel bajo de ingresos económicos, la dificultad para acceder a servicios como educación, salud, infraestructura y vivienda, y la carencia de planes o programas para hacer frente a posibles amenazas y formas de recuperación posteriormente ocurrido un evento.

Al final el riesgo representa una variable compleja que va mas allá de la amenaza y la vulnerabilidad, en donde los factores que lo constituyen se vuelven interdependientes: la economía, la economía doméstica, la cultura, el medio físico y factores tradicionales de supervivencia, los cuales se entrelazan para disminuir o potencializar el riesgo sin dejar de considerar la intensidad y frecuencia con la que se presenta una amenaza.

La vulnerabilidad es consecuencia de la intersección de una serie de características y factores dentro de un lugar, es por eso que Clement (2002) considera diferentes ángulos de la vulnerabilidad:

- Vulnerabilidad natural: se refiere a la modificación de los ecosistemas naturales en alguna región.
- Vulnerabilidad física: hace referencia a la localización de asentamientos humanos en sitios no propicios que ponen en riesgo a la población.
- Vulnerabilidad económica: Los sectores con menos recursos socioeconómicos son más vulnerables frente a riesgos naturales, en el nivel local se puede contemplar parte de este tipo de vulnerabilidad al desempleo, explotación, acceso a servicios de salud, otro aspecto importante es la descentralización de los recursos económicos gubernamentales.
- Vulnerabilidad social: Se considera la organización existente al interior de un grupo o una comunidad que pueda resultar afectada por algún tipo de desastre, entre mas organizada se encuentre una comunidad y tenga un buen nivel de empoderamiento, la capacidad para absorber y recuperarse de dicho desastre será mayor al contar con un sistema para hacer frente a este tipo de eventos. En este tipo de vulnerabilidad también se considera la infraestructura técnica y física.
- Vulnerabilidad política: Hace hincapié en la autonomía que posee un lugar para tomar sus propias decisiones en diferentes aspectos que la afectan, al depender las comunidades de un lugar central son aun más vulnerables.
- Vulnerabilidad técnica: En este tipo se consideran las obras estructurales y técnicas de construcción de las viviendas, para disminuir los impactos.
- Vulnerabilidad ideológica: en esta se debe tener en cuenta la cosmovisión o grupo de creencias que tiene determinado grupo, ya que de esta depende la concepción del riesgo que tenga la población.
- Vulnerabilidad cultural: se considera las características personales de los habitantes de cada comunidad y sobre la influencia que ejercen los medios masivos de comunicación.

- Vulnerabilidad educativa: considera que la educación es importante para el conocimiento de la realidad de los niños para que puedan ponerla en práctica.
- Vulnerabilidad institucional: hace referencia al sistema político y sus instituciones existentes en los países en vías de desarrollo al quedar estos rebasados por las necesidades actuales de la población.

En los estudios sobre riesgo se debe considerar la vulnerabilidad como parte importante, pero debe ser una vulnerabilidad participativa que contemple a la sociedad que habita en el lugar afectado ya que muchas veces esta se deja de lado.

Lavell (2000) muestra que los desastres urbanos tienen sus orígenes en tres factores: el primero es de origen causal que aumenta ó disminuye el riesgo en las ciudades, el segundo se refiere a la respuesta de la población ante un evento de desastre y un tercero relacionado con la reconstrucción del entorno. Por otra parte trata de resumir los factores riesgo urbano en sólo dos tipos las amenazas y vulnerabilidades, la primera de estas se encuentra clasificada en cuatro tipos, los cuales se presentan a continuación:

- Amenazas naturales: se refiere aquellos fenómenos naturales que se presenta en un área determinada y que por distintas circunstancias estas son ocupadas por algún grupo de población.
- Amenazas siconaturales: estas se producen por el inadecuado manejo del ambiente natural donde se han establecido las ciudades al no existir una planeación para que evitar riesgos en la población.
- Amenazas tecnológicas: se encuentran asociadas a las formas de producción en las ciudades, ya que en muchas de estas se pueden utilizar tecnologías y productos los cuales necesitan un manejo adecuado para mantenerse segura a la población.
- Amenazas sociales: se considera la violencia y atentados que pueden sufrir diferentes grupos sociales en los centros urbanos, ya que muchas veces estos se presentan en eventos masivos.

El PNUD en el Informe Mundial “La Reducción de los Riesgos de Desastres un Desafío para el Desarrollo” utiliza el término vulnerabilidad humana que hace referencia a la “situación o proceso en el que intervienen factores físicos, sociales, económicos y ambientales, que determinan la magnitud del daño que puede acarrear el impacto de un determinado fenómeno” (2004).

La vulnerabilidad humana incluye la vulnerabilidad de los sistemas sociales y económicos, el estado de salud, la infraestructura física y los activos ambientales. Estos subgrupos de sistemas vulnerables pueden ser considerados por separado, pero en este documento nos interesa presentar un panorama general de la vulnerabilidad humana” (PNUD, 2004). En este término se están considerando diferentes aspectos como lo son el social y el económico que son importantes para el desarrollo y planificación territorial de un lugar.

1.4 La gestión del riesgo como alternativa para al manejo de las amenazas siconaturales.

Durante las últimas décadas se ha tratado de estudiar el riesgo desde diferentes perspectivas, algunas son la prevención y mitigación. La gestión del riesgo según Wilches (1998) “es el proceso a través del cual una sociedad, o subconjunto de una sociedad, influye positivamente en los riesgos que sufren, o podrían sufrir, está captado en la idea o noción genérica de la Gestión del Riesgo o, más precisamente, la Gestión de la Reducción del Riesgo.” Entonces el principal objetivo de la gestión del riesgo es la reducción del mismo, en donde deben de estar involucrados diferentes actores para que este funcione de manera adecuada. Los principales actores son la población de las áreas afectadas o posiblemente afectadas y las autoridades correspondientes.

Por otra parte Lavell (2001) explica que la gestión “no significa simplemente reducir la vulnerabilidad o mitigar las amenazas, sino también plantearse y tomar decisiones colectivas sobre los niveles y formas de riesgo que se pueden asumir como aceptables en un período determinado y los cambios que deben impulsarse para evitar las consecuencias que podría tener la ocurrencia efectiva del daño al que se ha estado arriesgando tal sociedad, localidad o comunidad.” Por lo tanto no sólo se deben considerar medidas estructurales para reducir el riesgo, sino contar con diferentes tipos de prevención no estructurales o físicas como los sistemas de alerta temprana que son de utilidad, para que la población conozca el nivel de riesgo al que se encuentra expuesto y el proceso que debe seguir en caso de presentarse un evento.

La gestión del riesgo tiene un contenido y principios básicos para su mejor ejecución. Según Lavell (2003), dicho contenido se constituye por una serie de fases:

“i) La toma de conciencia, la sensibilización y educación sobre el riesgo.

- ii) El análisis de los factores y las condiciones de riesgo existentes en el entorno bajo consideración o que podrían existir con la promoción de nuevos esquemas, y la construcción de escenarios de riesgo de manera continua y dinámica. Este proceso exige el acceso a información fidedigna, disponible en formatos y a niveles territoriales adecuados a las posibilidades y recursos de los actores sociales involucrados.
- iii) El análisis de los procesos causales de los riesgos ya conocidos y la identificación de los actores sociales responsables o que contribuyen a la construcción del riesgo.
- iv) La identificación de opciones de reducción del riesgo, de los factores e intereses que obran en contra de la reducción, de los recursos posibles accesibles para la implementación de esquemas de reducción, y de otros factores o limitantes en cuanto a la implementación de soluciones.
- v) Un proceso de toma de decisiones sobre las soluciones más adecuadas en el contexto económico, social, cultural y político imperante y la negociación de acuerdo con los factores involucrados.
- vi) El monitoreo permanente del entorno y del comportamiento de los factores del riesgo.”

En las fases presentadas anteriormente se toman en consideración diferentes aspectos que se encuentran relacionados con la población, en donde cada uno de los actores son importantes y tiene un papel que desempeñar al tratar de disminuir el riesgo de una población, al igual que considerar los aspectos socio-económicos y ambientales dentro del cual se pretenda aplicar la gestión del riesgo, ya que la población en conjunto con las autoridades buscan la reducción de este.

A continuación se presentan los principios básicos de la gestión del riesgo, los cuales hacen mayor referencia a la búsqueda de soluciones del riesgo:

- “i) el riesgo tiene su expresión más concreta en el ámbito local aún cuando sus causas pueden encontrarse en procesos generados a gran distancia de la escena del mismo.
- ii) la gestión del riesgo no puede prescindir de la participación activa y protagónica de los actores afectados, y de una consideración de las visiones o imaginarios que estos actores tengan del problema que enfrentan, de su prioridad en su agenda cotidiana, y del contexto humano y económico en que se de.
- iii) La gestión requiere de la consolidación de la autonomía y el poder local y de las organizaciones que representan a la población afectada por el riesgo.
- iv) Aún cuando el nivel local se perfila como el más apropiado para iniciar y concretar la gestión, este no puede prescindir de estructuras, normatividad, y sistemas interinstitucionales en el nivel nacional que avalan, promueven y estimulan la gestión sin apropiarse del proceso” (Lavell, 2003).

De igual manera que el contenido de la gestión del riesgo, sus principios básicos dicen que se debe involucrar a los actores que han sido afectados o que podrían ser afectados, para que la gestión sea aplicada desde el interior de la población pero sin prescindir de las autoridades y el contexto legal, ya que este en la práctica permite aplicar medidas correctivas, preventivas y prospectivas.

1.5 Las inundaciones como amenaza socionatural de carácter hidrometeorológico: conceptualización, caracterización e importancia en la escala mundial y regional.

En México el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) considera como 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 causa daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura.”(CENAPRED, 2007). Se puede considerar que las inundaciones en México se pueden deber a estos cuatro diferentes factores que pueden presentarse como fenómeno causal único o combinado.

Las inundaciones también se presentan “cuando debido al exceso de lluvia se rebasa la capacidad de infiltración del terreno, y se relacionan directamente con la precipitación pluvial en la cuenca analizada, las características geomorfológicas y cobertura del terreno circundante.” (www.ecapra.org). Por otra parte, el CENAPRED ha realizado una clasificación para las inundaciones y su estudio, primero de acuerdo con su origen, segundo por falla en la infraestructura hidráulica y la tercera corresponde al tiempo de respuesta de la cuenca.

En la primera clasificación se encuentran las inundaciones pluviales, estas tienen su origen como consecuencia de la precipitación al saturarse el agua en el terreno e iniciar su acumulación. Las inundaciones fluviales tienen su origen cuando algún río se desborda y queda el agua sobre terrenos cercanos, el agua que se desborda sobre los terrenos puede provenir de cualquier parte de la cuenca tributaria donde se haya presentado la precipitación.

Otro tipo de inundación son las costeras; estas se presentan cuando el nivel medio del mar asciende debido a la presencia de vientos y la disminución de la presión

atmosférica, esto sucede principalmente con algunos eventos meteorológicos, y permite que el agua del mar entre tierra adentro cubriendo el terreno.

Las inundaciones por falla en la infraestructura hidráulica, pueden presentarse al ser insuficientes dicha infraestructura o por algún caso de lluvia extraordinaria. Según el CENAPRED existen tres causas principales por las que una obra hidráulica puede fallar, la primera de estas es el diseño escaso, esto al no contar con la información hidrológica y climatológica necesaria para el desarrollo y diseño dichas obras. La mala operación hace referencia únicamente a las presas que cuentan con compuertas, al no ser estas abiertas cuando es necesario disminuir los niveles de agua en las presas y sobrepasa la capacidad de la cortina, aumentando el riesgo; por último se encuentra la falta de mantenimiento o término de la vida útil de la obra, esto ocurre principalmente con obras que fueron diseñadas durante el siglo pasado y resultan insuficientes a las demandas actuales de los lugares.

La clasificación de las inundaciones por el tiempo de respuesta de la cuenca depende de las características fisiográficas de esta, y se encuentran divididas en dos grupos en inundaciones lentas e inundaciones rápidas (CENAPRED, 2007) “en cuencas cuya respuesta hidrológica es lenta se generan avenidas en un tiempo relativamente largo (del orden de varias horas o días); en ellas ocurren principalmente daños materiales. La inundación se forma en poco tiempo (desde unos cuantos minutos, hasta un par de horas) y causa principalmente la pérdida de vidas humanas en zonas pobladas.”

Díez-Herrero (2008) presenta una clasificación de las inundaciones en tres categorías: inundaciones naturales, inducidas o agravadas y antrópicas. Las inundaciones naturales se presentan al interior de los continentes, son consideradas terrestres porque se producen al ser desalojado el cauce de un río, al desbordarse éste, al inundarse las planicies de inundación de los ríos, y al producirse avenidas debido a los incrementos de los caudales; también cuando las inundaciones se presentan alrededor de los litorales, se consideran costeras como consecuencia del aumento del nivel del mar debido a la presencia de eventos atmosféricos.

Las inundaciones inducidas o agravadas y las antrópicas están relacionadas con las actividades humanas, las primeras aumentan con diferentes procesos, como la deforestación y la impermeabilización del suelo; las segundas se relacionan con la mala operación y falta de mantenimiento a las diversas obras hidráulicas que podrían tener como consecuencia una inundación.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM), dentro del Programa Asociado sobre Manejo de Inundaciones (APFM por sus siglas en inglés) y la Asociación Mundial

del Agua elaboran en conjunto el documento *“Urban Flood Risk Management. A Tool For Integrated Flood Management”* en donde se presentan las causas y los impactos específicamente para las inundaciones urbanas, proponiendo después un modelo para entenderlas según el siguiente esquema:

$$\text{Riesgo} = \text{Función} (\text{Amenaza} \times \text{Exposición} \times \text{Vulnerabilidad})$$

Dicha función queda mejor explicada en la Figura 1 que muestra como la intersección de la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad constituyen el riesgo. Además se presentan los factores que dan origen a las inundaciones en los centros urbanos, que son clasificados en tres grupos: a) factores meteorológicos, b) factores hidrológicos y c) factores humanos que agravan la amenaza por inundaciones naturales, los cuales al combinarse originan cuatro tipos de inundaciones en las zonas urbanas: las inundaciones locales, inundaciones súbitas, inundaciones rivereñas e inundaciones costeras.

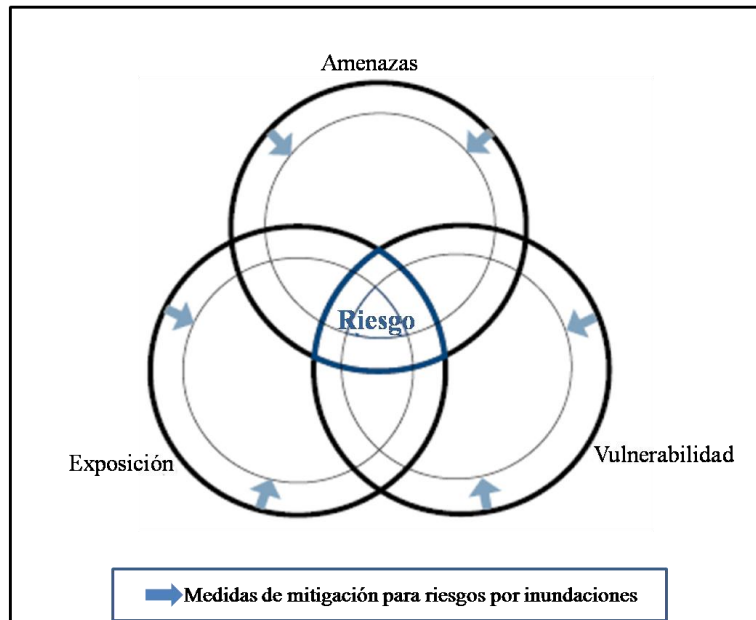


Figura 1. Construcción del riesgo por inundaciones y su reducción. Fuente: Urban Flood Risk Management – A Tool for Integrated Flood Management Version 1.0 Pág. 3.

Las inundaciones urbanas tienen como consecuencia diferentes impactos, principalmente pérdidas económicas que dependen de la exposición y de la vulnerabilidad de la población. Los impactos pueden ser físicos, económicos y ambientales y las pérdidas que traen consigo pueden ser directas o indirectas, tangibles e intangibles.

Las inundaciones han estado presentes como eventos que constantemente afectan a diferentes lugares y los daños sobre la población y sus bienes materiales dependen de la magnitud de estas. Según el PNUD (2004) “un promedio anual aproximado de 196 millones de personas en más de 90 países se encuentran expuestas a

inundaciones catastróficas. Se estima que un período comprendido entre 1980 y 2000, unas 170 010 personas murieron en inundaciones.” Como se puede observar en la Figura 2 en el periodo de 20 años entre 1980 y 2000 la cantidad de víctimas mortales por inundaciones se ha incrementado en el contexto internacional, este puede estar ligado a factores sociales y económicos dependiendo del lugar y su emplazamiento (causalidad de la localización), y la cantidad de personas expuestas por unidad de área.

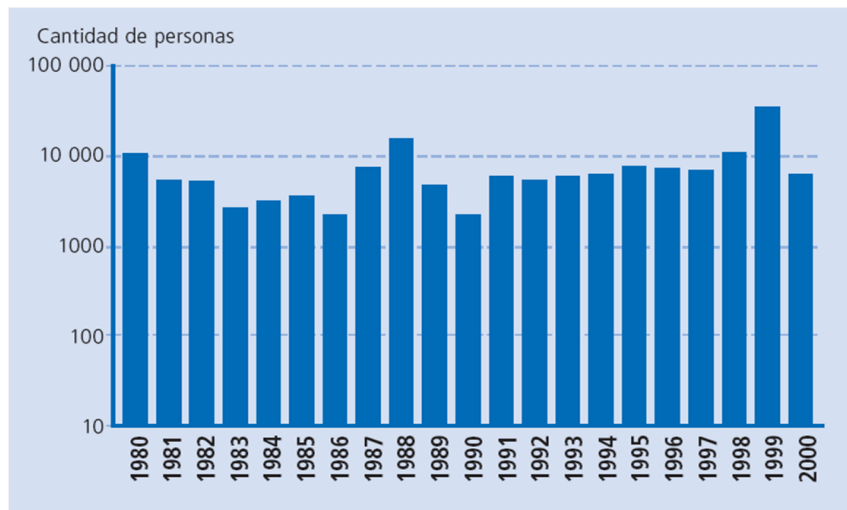


Figura 2. Total de víctimas mortales por inundaciones entre 1980 – 2000. Fuente: Informe Mundial. La reducción de riesgos de desastres. Un desafío para el desarrollo. PNUD. 2004. Pág. 40

El PNUD también calcula la exposición física por país para determinar la cantidad de población expuesta a inundaciones, un factor asociado a la susceptibilidad del terreno en su relación con poblaciones más o menos propensas a estas. A continuación en la Figura 3 se muestran los principales países afectados por las inundaciones.

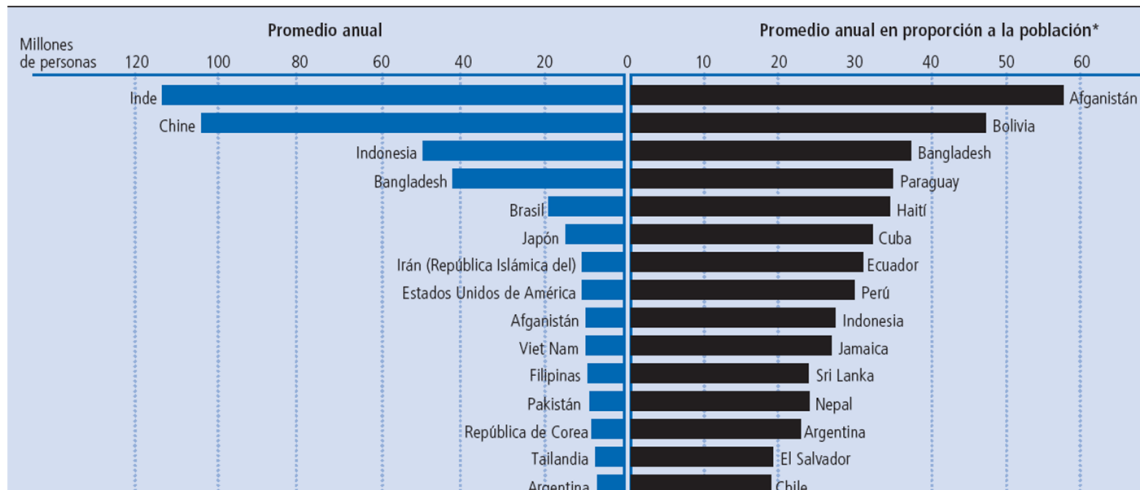


Figura 3. Exposición física a las inundaciones, 1980 – 2000. Fuente: Informe Mundial. La reducción de riesgos de desastres. Un desafío para el desarrollo. PNUD. 2004. Pág. 40

Como se observa en la Figura 3 la exposición física es mayor en los países con un mayor número de habitantes y este aumenta con las condiciones biogeofísicas de susceptibilidad de cada lugar, ya que se debe considerar que muchas de las inundaciones ocurren en el ámbito local.

En la figura 4 se presenta la exposición física y vulnerabilidad relativa a las inundaciones a nivel mundial y su distribución espacial, se puede observar que los países que tienen un mayor número de habitantes, son aquellos que cuentan con menos recursos económicos, lo que incrementa el grado de vulnerabilidad al que está expuesta la población.

Los países que se encuentran más expuestos se localizan en la parte central de Asia, en tanto que México se posiciona entre los rangos medio a alto para los dos casos, exposición física y la vulnerabilidad relativa, lo que nos muestra que hay una afectación considerable por inundaciones al país de manera general, y que no sólo se debe dar importancia a los daños y pérdidas económicas que las inundaciones generan, sino también a la cantidad de personas que están resultando afectadas por este tipo de eventos.

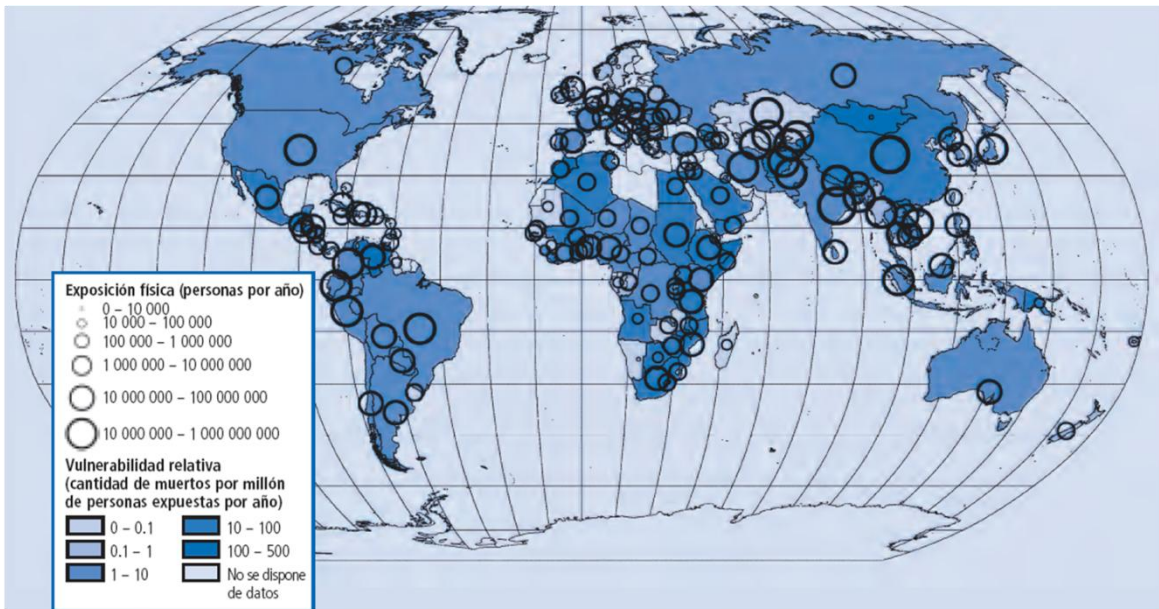


Figura 4. Exposición física y vulnerabilidad relativa a las inundaciones, 1980 – 2000. Fuente: Informe Mundial. La reducción de riesgos de desastres. Un desafío para el desarrollo. PNUD. 2004. Pág. 42

Las inundaciones son eventos que están presentes en diferentes contextos y escalas, México no es la excepción, año con año este tipo de eventos afectan diferentes lugares a lo largo del territorio, causando daños sociales y económicos. Según Bitrán (2000) “en México han ocurrido, por efecto de desastres, alrededor de 10,000 muertes, entre 1980 a 1999, aproximadamente 500 cada año. Las pérdidas económicas calculadas alcanzan 9,600 millones de dólares, con un monto promedio anual cercano a los 500 millones de dólares.” Los desastres han provocado una serie de daños, en la mayoría de los casos se realiza una estimación económica de las pérdidas para dimensionarlos.

Es necesario hacer una diferencia de las inundaciones en México, ya que las condiciones geográficas son diferentes en todo el territorio.

“En las planicies de los grandes ríos de México, prácticamente todos los años se producen inundaciones derivadas de sus desbordamientos. La causa principal es la pérdida de la capacidad hidráulica de esas corrientes, una vez que dejan la zona de sierras y se adentran en las planicies. En contraste, en las zonas semidesérticas las inundaciones son menos frecuentes, por lo que suelen olvidarse; sin embargo, cuando se presentan causan serios problemas” (CENAPRED, 2004).

Se hace mayor referencia a aquellas inundaciones que se presentan en los lugares que tienen una alta cantidad de precipitación, el sur y sureste del país, que año

con año experimentan este tipo de eventos, pero la parte semiárida del país no puede ser una excepción ante este tipo de eventos, lo anterior se ve representado espacialmente en la Figura 5.

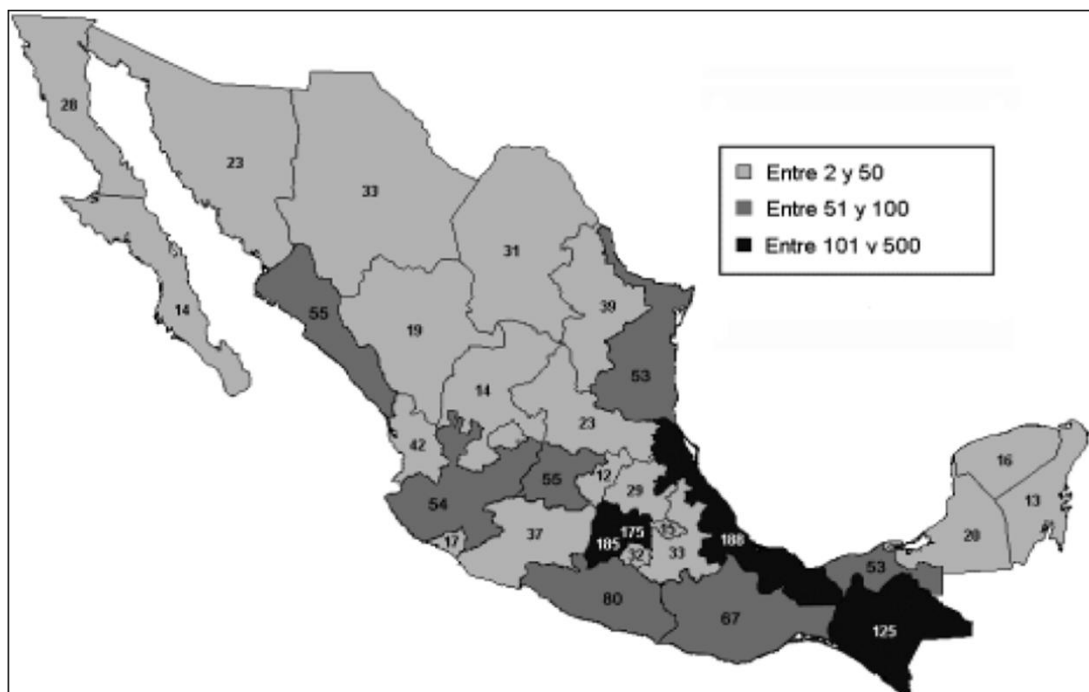


Figura 5. Inundaciones registradas entre 1950 y 2000 (Base de datos del área de Riesgos Hidrometeorológicos, CENAPRED). Fuente: Inundaciones. Serie fascículos CENAPRED. CENAPRED 2004. Pág. 5

A continuación se presenta la Figura 6 donde se observan los daños económicos aproximados que ocasionaron los desastres hidrometeorológicos de 1980 a 1999, en donde las inundaciones han causado estragos en diferentes lugares al interior del país.

Evento	Muertos	Daños Directos	Daños Indirectos	Total Daños
Huracán Gilbert 1988	225	76.0	-	76.0
Huracán Diana 1990	139	90.7	-	90.7
Heladas 1996	224	5.3	-	5.3
Inundaciones en Chihuahua 1990	200	2.5	-	2.5
Huracán Paulina 1997	228	447.8	-	447.8
Lluvias torrenciales en Tijuana 1998	92	65.6	-	65.6
Lluvias torrenciales en Chiapas 1998	229	602.7	-	602.7
Inundaciones en Veracruz 1999	124	216	77.4	293.4
Inundaciones en Puebla 1999	263	235.3	9.5	244.8
Otros	1243	2662.9	58.0	2720.9
Total	2767	4402.3	144.9	4547.2

Figura 6. Estadísticas de los desastres meteorológicos ocurridos en México en el período de 1980 a 1999. Fuente: Información para la gestión del riesgo de desastres. Estudio de caso México. BID – CEPAL 2005. Pág. 23

Como se observa las inundaciones son los principales eventos que presentaron importantes pérdidas en diferentes estados. En la Figura 7 se muestran los principales desastres naturales que se han presentado en México entre 1982 y 2011, donde se observa el número total de personas afectadas por eventos como actividad sísmica, tormenta e inundaciones. Las inundaciones no solo son los más frecuentes, sino que también son los fenómenos que han dejado una cantidad considerable de afectados.

De la misma manera en que las inundaciones han dejado personas afectadas a lo largo del territorio, también los impactos económicos por este tipo de eventos son considerables, ya que no sólo las pérdidas son por infraestructura que registran las autoridades sino, para la población total que resulta afectada por este tipo de eventos.

En la Figura 8 se muestran todos los desastres naturales a los que se ha enfrentado el país en el período de 1925 a 2005, en donde se observa que las inundaciones son las que ocupan el segundo sitio en promedio por número de total de eventos ocurridos en este lapso de tiempo, ocupando el primer lugar las tormentas, que también directa o indirectamente ocasionan inundaciones. Económicamente los desastres han causado diferentes estragos, como los sismos que son los que han causado mayor impacto en términos monetarios; aunque su frecuencia es menor a las inundaciones, las pérdidas económicas son mayores, de igual manera que el promedio de afectados por evento es el mayor, quedando las inundaciones en el tercer sitio con un promedio de 33 408.

Desastre	Fecha	No. Total de afectados
Terremoto (Actividad sísmica)	19-sep-1985	2 130 204
Tormentas	1-oct-2005	1 954 571
Inundación	28-oct-2007	1 600 000
Tormentas	19-oct-2005	1 000 000
Inundación	20-sep-2010	1 000 000
Tormenta	7-oct-1997	800 200
Inundación	12-sep-1999	616 060
Tormenta	20-sep-2002	500 030
Tormenta	20-jul-2008	500 000
Tormenta	dic. 1983	257 500

Figura 7. Top 10 Desastres naturales en México en el período 1982-2011 almacenado por números del total de personas afectadas. Fuente: www.em-dat.net - Université Catholique de Louvain - Brussels - Belgium.

	No. de eventos	Muertos	Heridos	Sin hogar	Afectados	Total de afectados	Daños US (000's)
Sequias	8	0	0	0	65 000	65 000	1 772 463
Promedio por evento		0	0	0	8 125	8 125	217 808
Terremotos	27	10 677	33 287	112 275	2 411 015	2 556 577	4 691 000
Promedio por evento		395	1 233	4 158	89 297	94 688	173 741
Epidemias	2	68	0	0	11 525	11 525	0
Promedio por evento		34	0	0	5 763	5 763	0
Temperaturas extremas	16	1 207	0	16 000	0	16 000	82 600
Promedio por evento		75	0	1 000	0	1 000	5 163
Inundaciones	45	4 083	659	165 990	1 336 695	1 503 344	1 491 900
Promedio por evento		91	15	3 689	29 704	33 408	33 153
Deslizamientos	6	202	0	120	200	320	0
Promedio por evento		34	0	20	33	53	0
Volcán	10	1 120	500	15 000	146 408	161 908	117 000
Promedio por evento		112	50	1 500	14 641	16 191	11 700
Incendios forestales	3	83	0	0	0	0	83 200
Promedio por evento		28	0	0	0	0	27 733
Tormentas de viento	61	4 972	1 803	616 250	4 927 386	5 545 439	3 953 345
Promedio por evento		82	30	10 103	80 777	90 909	64 809

Figura 8. Tabla resumida de los desastres naturales en México de 1929 a 2005. Fuente: Información para la gestión del riesgo de desastres. Estudio de caso México.BID – CEPAL 2005. Pág. 29

Capítulo 2. Procedimientos metodológicos para la evaluación de la vulnerabilidad por inundaciones en la gestión local del riesgo.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) presentó dos metodologías utilizadas para conocer el impacto socioeconómico de los desastres, la primera de estas llamada *Metodología Abreviada de Evaluación de Daños de los Desastres* y la segunda *Evaluación Retrospectiva del Impacto Socioeconómico de los Desastres*.

La metodología abreviada de evaluación de daños de los desastres fue desarrollada especialmente para México y ha sido empleada por el CENAPRED. La metodología requiere de un trabajo de gabinete para el conocimiento previo de la zona y los datos necesarios son:

- a) Identificación del área afectada,
- b) Características socioeconómicas y demográficas
- c) Información macroeconómica y
- d) Censos y estadísticas disponibles (generales de vivienda, de actividades económicas, empleo, entre otras).

Además en esta etapa se debe considerar algún tipo de comunicación con autoridades en diferentes niveles de gobierno, principalmente el municipal y el estatal. Posteriormente se puede dar paso al trabajo de campo en donde principalmente se van a delimitar las zonas vulnerables, población y bienes en riesgo para determinar posteriormente el grado de vulnerabilidad de estos.

También se considera importante recabar información en campo cuando los sitios han sufrido un desastre para obtener información sobre las pérdidas que se presentan en el momento del desastre, áreas y total de población afectada, esto además permite tener una visión de las autoridades, al conocer la manera en que estas responden ante dicho evento, sin prescindir del punto de vista la población, para conocer su perspectiva de cómo consideran estos que las autoridades hacen frente a los desastres. Posteriormente se elabora un informe que contenga toda información recabada en gabinete y el trabajo de campo.

En la metodología de la Evaluación Retrospectiva del Impacto Socioeconómico de los Desastres se tiene que hacer una consulta en diferentes medios para obtener datos referentes a los daños que se hayan presentado por desastres ocurridos en el pasado destacando principalmente los daños socioeconómicos y a partir de estos realizar una

estimación de los daños, también se debe considerar los impactos de los daños en la economía. La información recolectada servirá para conocer y determinar zonas de incidencia de desastres y elaboración de mapas de riesgos.

2.1. Planteamiento metodológico general para el estudio de las inundaciones.

Según Díez-Herrero (2008) “el análisis de peligrosidad de inundaciones se realiza empleando una serie de técnicas y procedimientos, que a grandes rasgos pueden agruparse en tres aproximaciones metodológicas: métodos históricos y paleohidrológicos, métodos geológicos y geomorfológicos, y métodos hidrológicos e hidráulicos.”

En la Figura 9 se muestran los métodos utilizados para determinar la peligrosidad por eventos como las inundaciones, estos métodos tienen como parte de sus propósitos la elaboración de mapas de peligros. Los métodos históricos emplean diferentes técnicas para los niveles alcanzados en las inundaciones tales como consulta de documentación histórica como manuscritos e impresos de archivos, bibliotecas y hemerotecas, y testimonios orales o audiovisuales para la reconstrucción de la crecida durante un período específico de tiempo. Los métodos paleohidrológicos utilizan los registros geológicos emplean determinados tipos de depósitos o marcas de las inundaciones pasadas de las cuales se tenga información histórica.

Los métodos geológico-geomorfológicos utilizan la disposición y tipología de las formas del terreno y los depósitos generados durante o después de una avenida, a través de estas se puede establecer zonas susceptibles a ser inundadas. Los métodos hidrológicos e hidráulicos persiguen respectivamente cálculos de diversos tipos utilizando diferentes datos de caudales, precipitación, y a través de estos se obtiene la estimación de caudales y velocidades en una cuenca determinada, los hidráulicos además pretende conocer la cantidad de escurrimientos presentes en una zona, así como para hacer predicciones de eventos que podrían presentarse en el mismo lugar a partir de análisis estadísticos de datos obtenidos de eventos pasados.

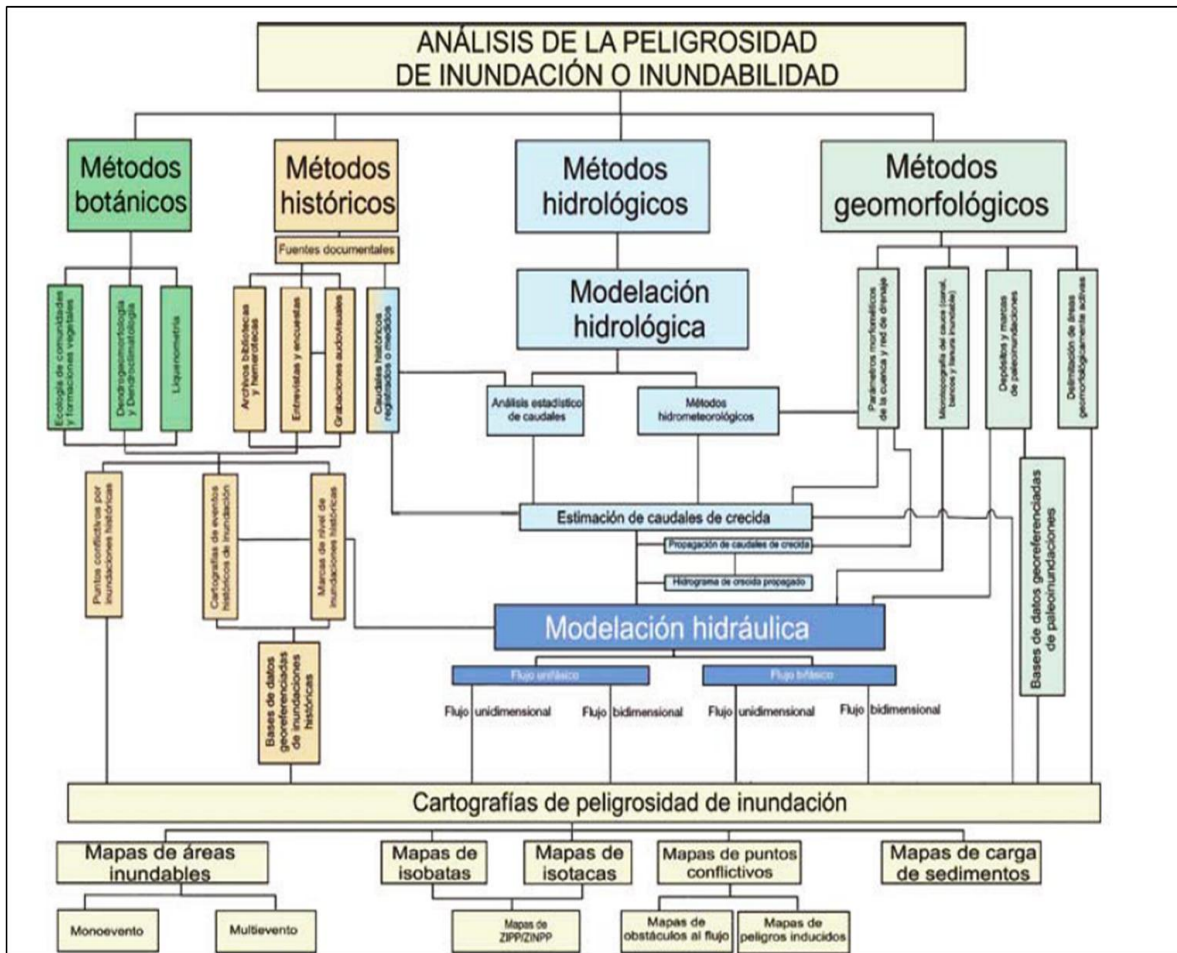


Figura 9. Análisis de la peligrosidad de inundación. Fuente: Díez-Herrero, A., Et. Al. 2008

2.2 Exposición Física

La ONU a través del PNUD en el Informe Mundial “La Reducción de los Riesgos de Desastres un Desafío para el Desarrollo” (2004) evalúan diferentes impactos que se han presentado en algunas naciones y como resultado de inundaciones, sequías, ciclones tropicales y terremotos.

“Los desastres naturales se encuentran íntimamente ligados a los procesos de desarrollo humano. Provocados por fenómenos naturales, los desastres hacen peligrar las ventajas que ofrece el desarrollo. A su vez, las decisiones que toman los individuos, comunidades y naciones en materia de desarrollo pueden implicar una distribución desigual del riesgo de desastre” (PNUD, 2004).

En el informe se considera que el riesgo se opone al desarrollo, por eso es importante medir los impactos y las afectaciones comparativas por diferentes fenómenos.

Por esta razón es que el PNUD realiza una evaluación de los daños, utilizando el Índice de Riesgo de Desastre (IDR) que permite comparar la vulnerabilidad y la exposición la población a eventos como los terremotos, ciclones tropicales y las inundaciones, en el periodo de 1984-2000 en diversos países.

El IDR está representado por dos clases de indicadores: los de riesgo y los de vulnerabilidad, para el presente trabajo se consideró apropiado utilizar un indicador de vulnerabilidad que es la Exposición Física (ExpFis) el cual permite calcular la población en las zonas expuestas, utilizando la siguiente ecuación:

$$ExpFis_{nac} = \sum F_i \cdot Pobi$$

Donde:

$ExpFis_{nac}$	Exposición física de un país
F_i	Frecuencia anual de un evento de determinada magnitud que se da en un espacio determinado.
$Pobi$	Población total que vive en el espacio determinado.

Este indicador se aplicó en el nivel local a la ciudad de San Luis Potosí utilizando las Áreas Geo-estadísticas Básicas (agebs) donde se utilizó la población total para cada uno de los 273 agebs que comprenden la zona urbana y su relación con el registro histórico de las inundaciones, obtenido de la consulta hemerográfica. Este indicador permite calcular la Exposición Física sin Frecuencia y el cálculo de la Exposición Física Actual, para este caso también fueron calculadas utilizando las siguientes ecuaciones:

Exposición Física sin frecuencia:

$$ExpFis = \frac{Pob\ i}{Años\ n}$$

Donde:

$Pob\ i$	Total de población que vive en una determinada zona.
$Años\ n$	Duración en años
$ExpFis$	Exposición total de un país, en otras palabras es la suma de toda la exposición física de un país.

Para el cálculo de esta ecuación se consideró el total de inundaciones que se han presentado en la ciudad de San Luis Potosí y que causaron impactos en la población.

Cálculo de la Exposición Física Actual:

$$ExpFisi = \frac{Pob\ i}{Pob\ 1995} \cdot ExpFis1995$$

Donde:

ExpFisi	Exposición física del año en curso
Pob _i	Población del país del año en curso
Pob ₁₉₉₅	Población del país en 1995
ExpFis ₁₉₉₅	Exposición calculada a partir de la población de 1995

El cálculo de la exposición física actual, permitió comparar como se ha modificado la exposición física en diferentes periodos de tiempo. Además al realizarse sobre la base cartográfica de los agebs permite ser representada, para conocer su comportamiento espacial dentro del área de estudio.

2.3 Índice de Vulnerabilidad Prevalente e Índice de Desastres Locales.

Otros indicadores que se consideraron son los propuestos por el Instituto de Estudios Ambientales (Cardona, 2005) conocidos como “Indicadores de Riesgo de Desastre y de Gestión de Riesgo” los que constituyen un informe técnico que tienen como propósito:

“dimensionar la vulnerabilidad y el riesgo, usando índices relativos a escala nacional, para facilitar a los tomadores de decisiones de cada país tener acceso a información relevante que les permita identificar y proponer acciones efectivas de gestión del riesgo, considerando aspectos macroeconómicos, sociales, institucionales y técnicos” (Cardona, 2005).

Como se mencionó antes, estos indicadores fueron creados al igual que los propuestos por el PNUD para ser aplicados considerando aspectos sociales y económicos a nivel nacional. El informe técnico agrupa los indicadores en cuatro índices que son: el Índice de Déficit por Desastre (*IDD*), el Índice de Desastres Locales (*IDL*), el Índice de Vulnerabilidad Prevalente (*IVP*), y el Índice de Gestión de Riesgo (*IGR*). Para el desarrollo de la presente investigación se seleccionaron dos de estos, el IDL y el IVP ya que los autores proponen que estos indicadores pueden ser aplicados en la escala sub-nacional y urbana.

“El *índice de desastres locales* captura la problemática de riesgo social y ambiental que se deriva de los eventos frecuentes menores que afectan de manera crónica el nivel local y

sub-nacional, impactando, en particular, a los estratos socioeconómicos más frágiles de la población y generando un efecto altamente perjudicial para el desarrollo del país” (Cardona, 2005).

Este índice se consideró ya que a través de este se puede evidenciar los impactos en una población, con datos socioeconómicos. El índice considera tres variables que son: i) muertos, ii) afectados y iii) pérdidas directas.

El IDL se obtiene utilizando la siguiente ecuación y considerando tres subíndices locales como son muertos K , afectados A y pérdidas L :

$$IDL = IDL_K + IDL_A + IDL_L$$

Los tres subíndices (K,A,L) se obtienen de la siguiente ecuación:

$$IDL_{(K,A,L)} = \left(1 - \sum_{e=1}^E \left(\frac{IP_e}{IP} \right)^2 \right) \lambda \Big|_{(K,A,L)} \quad \text{donde} \quad IP_{(K,A,L)} = \sum_{e=1}^E IP_{e(K,A,L)}$$

λ es un coeficiente de escalamiento e IP_e , como lo expresa la siguiente ecuación, corresponde al Índice de Persistencia de los efectos (K,A,L) causados por cada tipo de evento e ; que en este caso son cuatro: i) deslizamientos y flujos, ii) fenómenos sismo-tectónicos, iii) inundaciones y tormentas y iv) otros eventos,

$$IP_{e(K,A,L)} = 100 \sum_{m=1}^M CL_{em(K,A,L)}$$

CL_{em} corresponde al Coeficiente de Localización de los efectos $x(K,A,L)$ causados por cada tipo de evento e en cada municipio m del país, como lo establece mediante la ecuación:

$$CL_{em(K,A,L)} = \frac{x_{em} x_{eC}}{x_m x_C} \eta \Big|_{(K,A,L)}$$

donde los valores de la variable x en consideración, correspondiente a K , A o L , son:

- X_{em} el valor x causado por el tipo evento e en el municipio m ;
- X_m la suma total de x para todos los tipos de eventos considerados en el municipio m ;
- X_{eC} el valor de x para el tipo de evento e en el todo el país;
- X_C la suma total de x en todo el país, y

η es la relación entre el total de tipos de evento E y el total de municipios del país M , en los cuales se ha presentado algún efecto.

Por otra parte, el Índice de Vulnerabilidad Prevalente está compuesto por indicadores que revelan las condiciones de vulnerabilidad en aspectos de exposición, fragilidad socioeconómica y resiliencia.

En este índice se intenta reflejar el comportamiento de la vulnerabilidad en algún lugar determinado, este se encuentra integrado por 24 indicadores que se reagrupan en: indicadores de exposición y susceptibilidad (ES), fragilidad socioeconómica (FS) e indicadores de (falta de) resiliencia (FR). Se recomienda como máximo el uso de 10 indicadores, a continuación se presentan en la tabla 1 de los indicadores propuestos para el cálculo del IVP:

Exposición y susceptibilidad (ES)	Fragilidad socioeconómica (FS)	Falta de Resiliencia (FR)
ES1 crecimiento poblacional, tasa promedio anual %	FS1 índice de pobreza humana, HPI-1	FR1 índice de desarrollo humano, DHI [Inv]
ES2 crecimiento urbano, tasa promedio anual	FS2 dependencia de la población vulnerable en capacidad de trabajar (15-64 años)	FR2 índice de desarrollo relacionado con genero, GDI [Inv]
ES3 densidad de población (habitantes cada 5 km ²)	FS3 desigualdad social, concentración del ingreso medida con base en el índice de Gini	FR3 gasto social: en pensiones, salud y educación, en porcentaje del PIB [Inv]
ES4 porcentaje de población pobre con ingresos menores a USD 1 diario	FS4 desempleo como porcentaje de la fuerza total	FR4 índice de gobernabilidad [Inv]
ES5 Stock de capital en millones de dólares por cada 1000 Km ²	FS5 inflación, con base en el costo de los alimentos, en porcentaje anual	FR5 aseguramiento de infraestructura y vivienda en porcentaje del PIB [Inv]
ES6 valor de importaciones y exportaciones de bienes y servicios en % del producto interno bruto (PIB)	FS6 dependencia del crecimiento del PIB de la agricultura, en porcentaje anual	FR6 televisores por cada 1000 habitantes [Inv]
ES7 inversión fija interna del gobierno en % del PIB	FS7 servicio de la deuda en porcentaje del PIB	FR7 camas hospitalarias por cada 1000 habitantes [Inv]
ES8 tierra arable y cultivos permanentes en % del área del suelo suburbano	FS8 degradación antropogénica del suelo	FR8 índice de sostenibilidad ambiental ESI [Inv]

tabla 1. Indicadores que componen el índice de Vulnerabilidad Prevalente

Para el desarrollo de la presente investigación y el cálculo de los indicadores, se obtuvo la información de la base de datos de los agebs considerando aquellos disponibles y apropiados en el nivel local, los indicadores propuestos y seleccionados específicamente para la ciudad de San Luis Potosí son los siguientes:

- a) Exposición y susceptibilidad: población total, relación niño-mujer;
- b) Fragilidad socioeconómica: población derechohabiente a servicio de salud, población económicamente activa, población desocupada, población ocupada que no recibe ingreso por su trabajo, población que recibe menos de un salario mínimo mensual;
- c) Falta de resiliencia: relación de dependencia, población ocupada que recibe de 1 a 2 salarios mínimos, población ocupada que recibe de 2 hasta 5 salarios mínimos.

Se consideraron los datos anteriores, ya que los propuestos en los indicadores se encuentran disponibles en su mayoría a nivel municipal, se considero conveniente buscar algunos que tuvieran algún tipo de correspondencia porque los cálculos se realizaron para cada uno de los agebs que corresponden al área de la ciudad. La ecuación utilizada para el cálculo del índice es el siguiente:

$$IVP = (IVP_{ES} + IVP_{FS} + IVP_{FR}) / 3$$

Los subíndices de condiciones de vulnerabilidad prevalente para cada situación se obtienen de la siguiente ecuación:

$$IVP'_{c(ES,FS,FR)} = \frac{\sum_{i=1}^N w_i I'_{ic}}{\sum_{i=1}^N w_i} \Big|_{(ES,FS,FR)}$$

Donde:

- w_i es el peso asignado a cada indicador
- I'_{ic} corresponde a cada indicador normalizado.

$$I_{ic}^t = \frac{x_{ic}^t - x_m^t}{\text{rango}(x_i^t)}, \text{ para } (ES,FS)$$

y

$$I_{ic}^t = \frac{x_M^t - x_{ic}^t}{\text{rango}(x_i^t)}, \text{ para } (FR)^{25}$$

Las ecuaciones anteriores expresan como deben de normalizarse los valores para cada uno de los indicadores:

X_{ic}^t es el dato original de la variable para el país c y el período de t , y
 X_i^t es la variable que en conjunto se considera entre los países,
 X_M^t es el valor máximo definido por la variable en el período t ,
 X_m^t corresponde al valor mínimo definido para la variable en el período t ,
 $\text{rango}(x_i^t)$ es la diferencia entre el valor máximo y mínimo ($x_M^t - x_m^t$) en el período t .

La técnica de normalizar los valores se realiza porque existen indicadores que aumentan o disminuyen vulnerabilidad en los sitios.

Para realizar la ponderación de cada indicador se proponen varios métodos, estos se eligen dependiendo del indicador y la información disponible; en la presente investigación se consideró *el proceso analítico jerárquico (paj)*.

Una vez calculados los indicadores se elaboraron los mapas correspondientes para cada uno de estos en el software ArcMap versión 9.3, para posteriormente realizar la evaluación multicriterio, considerando los mapas obtenidos de los indicadores en el mismo software.

2.4 Verificación y retroalimentación en las zonas inundables en la ciudad de San Luis Potosí

Durante esta etapa del proceso de investigación se visitaron los sitios que históricamente han presentado problemas de inundaciones al interior de la ciudad. Fueron preseleccionados según dos tipos de fuentes documentales. A partir de los datos presentados en el “Estudio del manejo de las aguas pluviales en la Zona Metropolitana de la Cd. de San Luis Potosí (ZMSLP), Estado de San Luis Potosí”, por la facultad de Ingeniería de la UASLP y la búsqueda bibliográfica y hemerográfica pertinente.

Se escogieron 10 zonas las cuales fueron seleccionadas a partir del estudio de aguas pluviales, que corresponden a zonas inundables en la ciudad, las áreas comprenden las siguientes colonias: Fracc. El Aguaje, San Luis Rey, Industrial Mexicana,

San Francisco, Estadio, Los Molinos, Los Silos, Morales, Sauzalito y Villas del Saucito, donde se obtuvo información para complementar el cálculo del coeficiente de localización del IDL.

Para obtener la información se aplicaron una serie de cuestionarios, en donde principalmente se caracterizaba el comportamiento y efectos modificadores o destructivos de las inundaciones recientes. Originalmente se calculó el tamaño de la muestra utilizando el total de viviendas en dichas colonias, según los datos disponibles por agebs, según la siguiente ecuación de muestreo aleatorio:

$$n = \frac{z^2 s^2}{E^2}$$

donde:

n Tamaño de la muestra

z Valor nominal estándar que corresponde al tamaño de la muestra

s Estimación de la desviación estándar de la población

E Máximo error permitido

En los sitios visitados se pretendía aplicar las entrevistas según los resultados de la ecuación con el objetivo de conocer la frecuencia con la que se inundan los sitios, así como para contar con un registro de las pérdidas económicas a las que se ha enfrentado la población de dichas zonas, sin embargo, al aplicar las primeras entrevistas se detectaron varios inconvenientes que obligaron a cambiar la estrategia de muestreo.

A continuación se muestra la ficha de la entrevista semi-estructurada aplicada en la ciudad de San Luis Potosí (Figura 10).



Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales
ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA POR INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ

Fecha: _____
Encuesta No: _____

I. Localización

Colonia o Fraccionamiento: _____
Calle o Avenida: _____
Municipio: San Luis Potosí () Soledad de Graciano Sánchez ()

II. Uso de los inmuebles

A.- Uso residencial

1.- Construido por: Fraccionadores () Construcción propia por los dueños ()
2.- Tiempo de la construcción años: 0 -2 () 3-5 () 6-10 ()
Otro: _____

3.- La vivienda cuenta con: Sala () Comedor () Cocina () Dormitorios () Patio ()

B.- Uso comercial

4.- Localización: Propia vivienda () Zona de locales () Mercado ()

5.- Clasificación:

Tienda de Abarrotes () Depósito de Cerveza () Papelería () Tienda de Regalos ()
Tienda de Ropa () Cocina, restaurante o fonda () Farmacia () Ciber ()
Panadería () Otra: _____

C.- Uso Industrial:

6.- Clasificación:

7.- Uso: Planta () Bodega ()

8.- Giro de la empresa: _____

D.- Zona de Recreación:

Parque dentro de zona habitacional o fraccionamiento () Canchas ()
Jardín Público () Plaza Pública () Terreno baldío ()

III. Inundaciones:

9.- Tirante: 10 cm () 15 cm. () 20 cm. () 30cm. () 50 cm. ()
Otro: _____

10.- Causas de la inundación.

Predisposición natural del terreno () Drenaje obstruido () Drenaje no funcional ()
Sin drenaje () Otro: _____

V. Daños:

11.- Se inunda con frecuencia la zona? Si () No ()
12. Temporalidad: Cada temporada de lluvias () Cada que llueve sólo muy fuerte ()
Con cualquier cantidad de lluvia ()
13.- Ha resultado afectado por la cantidad agua que se presenta en la zona?
Si () No ()



14.- Forma en la que ha resultado afectado:
No poder cruzar la calle por la gran cantidad de agua ()
El agua a entrado hasta el inmueble ()

IV. Pérdidas:

15.- Nivel aproximado de agua que entro en el inmueble:
10 cm () 15 cm. () 20 cm. () 30cm. () 50 cm. ()
Otro: _____

16.- Áreas afectadas dentro de viviendas:

Sala () Comedor () Cocina () Dormitorios () Patio ()

17.- Bienes afectados:

La construcción () Sala () Electrodomésticos () Electrónicos ()
Cama () Automóvil ()
otros: _____

18.- Tiempo que dura el agua:

Unas horas () Un día () 2-3 días () 4-una semana ()
1-2 semana () otra: _____

19.- Monto aproximado en que calcula sus pérdidas:

\$ 5000 () \$ 10 000 () \$ 15 000 () Otro: \$ _____

20.- Tiempo en que calcula recuperar sus bienes:

Menor a un mes () Un mes a ½ año () de ½ año a un año ()

Otro: _____

21.- Por lo general siempre se inunda la misma zona: Si () No ()

22. Aumenta dependiendo la cantidad de lluvia: Si () No ()

Hacia qué áreas de la colonia o fracc. _____

V. Llamado de emergencia

23.- Alguna vez a hecho un llamado de emergencia a causa de las inundaciones?

Si () No ()

24.- Institución a la que llamo:

Protección civil () Bomberos () Policía ()

Otra: _____

25.- Respondieron al llamado: Si () No ()

26.- Tiempo que tardaron al llamado: 15 min. () 30 min. () 45 ()
1 hra. () 2 hrs. () otra: _____

Figura 10. Ficha de la entrevista semi-estructurada aplicada en la ciudad . Fuente: Elaboración propia.

2.5 Evaluación Multicriterio como técnica integrada en los estudios de vulnerabilidad

La evaluación multicriterio (EMC) puede definirse como:

“un conjunto de técnicas orientadas a asistir los procesos de toma de decisiones. El fin básico de las técnicas de EMC es investigar un número de alternativas bajo la luz de múltiples criterios y objetivos en conflicto” (Voogd, en Gómez y Barredo, 2005).

Este proceso permite realizar una evaluación en forma conjunta de diferentes aspectos que son: objetivos, criterios (factores y limitantes), regla de decisión, funciones y evaluación, a continuación se explica cada uno de los componentes de la EMC tomando como referencia a Barredo (2005).

- El objetivo se puede entender como una función a desarrollar, en este se estructura la regla de decisión;
- Los criterios pueden definirse como puntos de referencia cuando es tomada una decisión, estos puede ser de dos tipos: factores y limitantes, los factores son criterios que realzan la capacidad para la actividad que se está evaluando, los limitantes son aquellos que restringen la disponibilidad de la actividad evaluada.
- La regla de decisión es el proceso a través del cual se obtiene una evaluación en particular, dicha evaluación puede ser simple, cuando esta se aplica sólo en base a un criterio ó compleja cuando en esta se evalúan distintos criterios. En la regla de decisión pueden realizar a priori dos tipos de procedimientos que son las funciones;
- las funciones se encuentran clasificadas en función de selección y función heurística en el primer caso se clasifica y en el segundo se selecciona.
- La evaluación una vez que la regla de decisión se estructuró, el proceso de aplicarlas a las capas-criterio se llama evaluación, en el cual se producirá el modelo de decisión, en la Figura 11 se muestra el proceso que se realiza en para llevar a cabo la EMC integrada al Sistema de Información Geográfica (SIG).

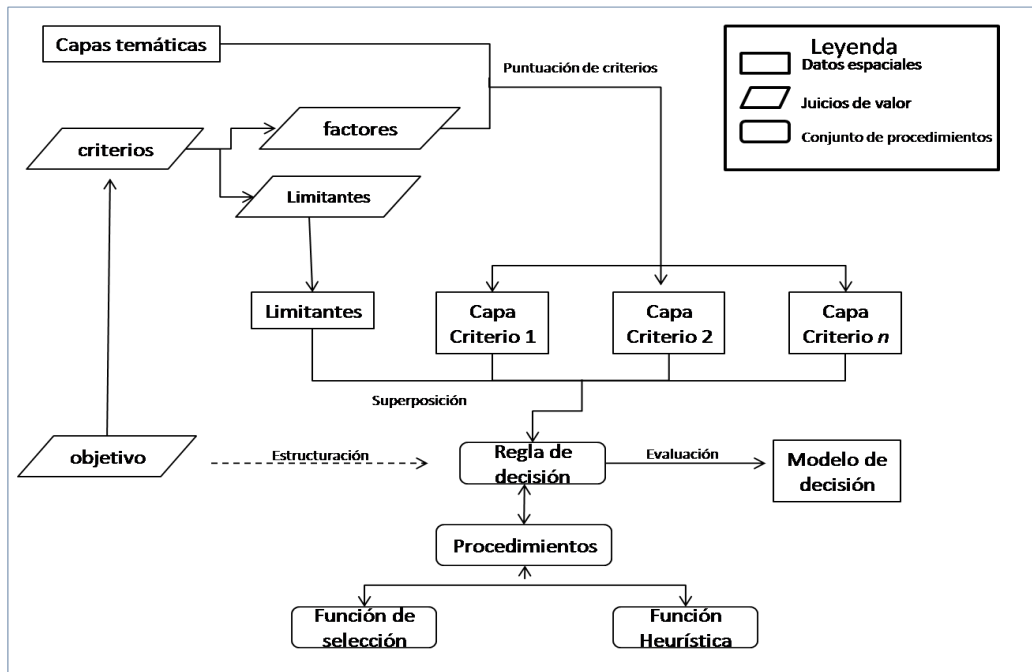


Figura 11. Sistema de Integración entre SIG y EMC. Fuente: Gómez y Barredo, 2005. Pág. 48.

En la Figura 11 se presenta la evaluación multicriterio aplicada al trabajo de investigación, partiendo del objetivo de obtener un mapa que muestre la zonificación de la vulnerabilidad socioeconómica de la población. Los factores se obtuvieron de las diferentes capas temáticas como: los agebs de la ciudad y su base de datos, donde sólo se seleccionaron algunos indicadores que ya fueron especificados en cada uno de los índices explicados anteriormente, los cuales fueron ponderados utilizando *el proceso analítico jerárquico (paj)*, el cual consiste en calificar la importancia relativa de los datos en la evaluación de cada índice y su relación con el cálculo de la vulnerabilidad.

La principal limitante fueron las áreas inundables en la ciudad, después se obtuvieron las capas-criterio, que corresponden a los mapas realizados para cada uno de los indicadores. En la regla de decisión se utilizó el procedimiento de función de selección, donde se realizó una nueva ponderación para cada una de las capas criterio utilizando el método de ponderación de los factores en la escala de 7 puntos, “simplemente es asignar a cada criterio un valor entre 1 y 7, desde 1 como el menos importante hasta 7 como el más importante” (Gómez y Barredo, 2005). Posteriormente se dio paso a la superposición de las capas-criterio de las cuales se obtuvo el mapa de vulnerabilidad socioeconómica por inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí (Figura 12).

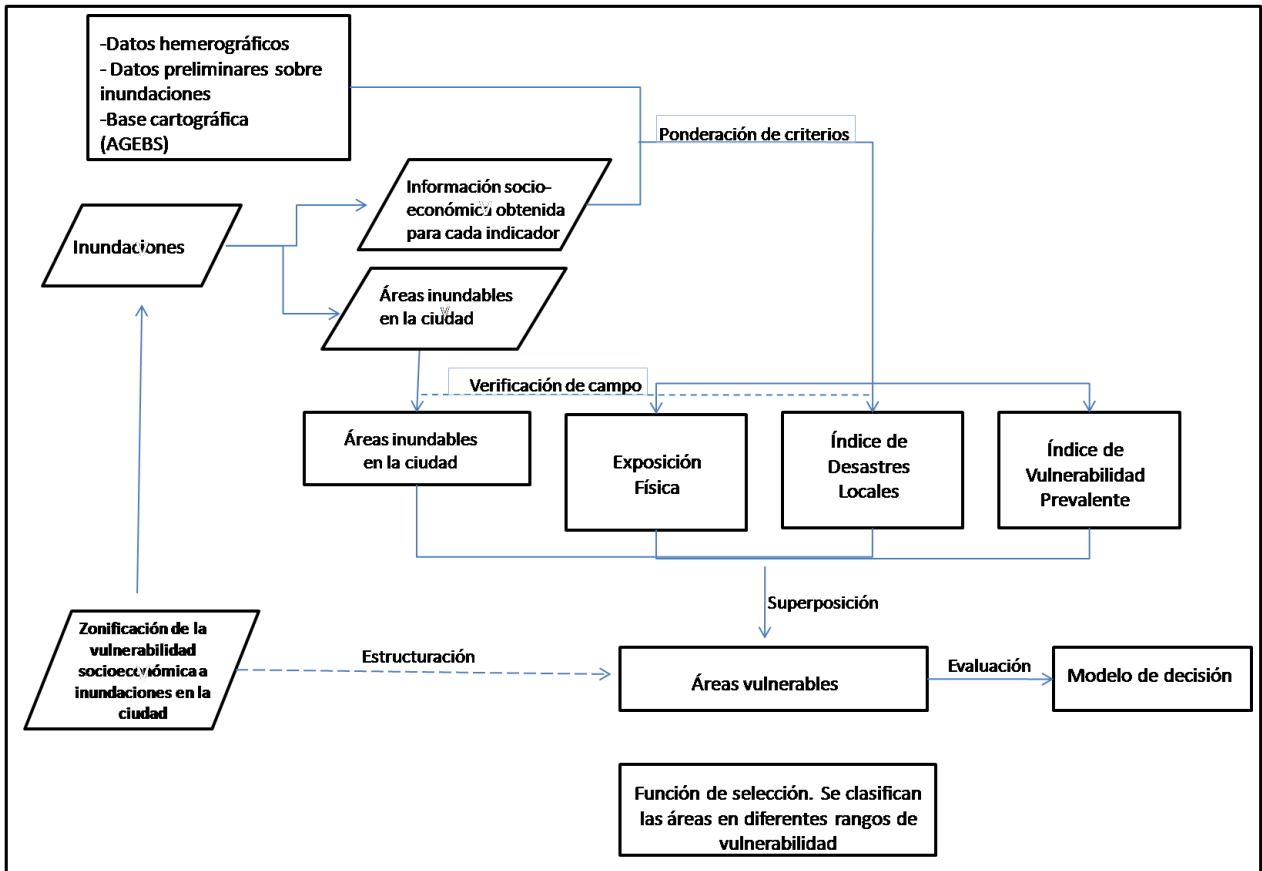


Figura 12. Esquema metodológico EMC-SIG del estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de Gómez y Barredo, 2005.

En el software Arcgis 9.3, con la información de los indicadores representada espacialmente, rasterizó la información utilizando la herramienta de análisis espacial en la opción convert to features, posteriormente se reclasificaron los datos obtenidos en raster, para finalmente utilizando el algebra de mapas las capas raster se sumaron con la opción de raster calculator, para obtener el mapa final de la vulnerabilidad socioeconómica.

Capítulo 3. Análisis espacio temporal de las inundaciones y sus efectos modificadores y/o destructivos en la ciudad de San Luis Potosí.

Las vulnerabilidades asociadas a los centros urbanos están directamente relacionadas con la distribución de la población en la ciudad, así como la concentración y distribución de los recursos al interior de ésta. La interconectividad al interior de los centros urbanos también se debe considerar, de esta dependen las redes de transporte y desplazamiento de la población de los sitios de trabajo- vivienda.

Las emigraciones hacia los centros urbanos representa un riesgo para la población emigrante, dicha población tiende a habitar zonas inseguras o inapropiadas lo cual aumenta la vulnerabilidad, al no contar con los recursos económicos suficientes para hacer frente en caso de presentarse algún tipo de desastre.

Además se debe considerar las condiciones actuales de la infraestructura urbana y de servicios a la comunidad, como son escuelas y hospitales, de la calidad de estos depende que puedan resistir a un desastre. La vulnerabilidad política e institucional aumenta al no existir organizaciones dedicadas específicamente a hacer planes y programas que reduzcan los riesgos urbanos, en donde la población tenga una participación activa para su mejor ejecución.

3.1 Descripción general del área de estudio.

3.1.1 Caracterización físico-geográfica de la zona urbana de la ciudad de San Luis Potosí.

La ciudad de San Luis Potosí se encuentra localizada en el municipio del mismo nombre cuyas coordenadas geográficas son: 22°09' de latitud Norte y 100°58' de longitud Oeste y se encuentra a una altitud de 1860 msnm. La localización de la ciudad se puede observar la Figura 13 donde se aprecia que se encuentra comprendida entre las cabeceras municipales de San Luis Potosí (SLP) y de Soledad de Graciano Sánchez (SGS). La clasificación climática correspondiente al área de estudio es BS₀kw₁ (e)g que corresponde con un clima seco templado de verano cálido y período de lluvias de mayo a octubre.

Hidrológicamente la ciudad de San Luis Potosí se encuentra dentro de en la región hidrológica No. 37 "El Salado", con una precipitación media anual de 380 mm. Los principales escurrimientos son de tipo intermitente, los cuales se encuentran

representados en la figura 14, “surcan su espacio en la porción central, sur suroeste, sureste y norte denominados: ríos Santiago, Españita, Mexquitic y Paisanos; arroyos San Antonio, Calabacitas, la Virgen, Paraíso y Portezuelo; todos los escurrimientos se pierden en el valle y sólo en época de lluvia desarrollan el cauce suficiente para alimentar a las lagunas de Santa Rita y Laguna Seca, esta última descarga su contenido hasta los llanos de la Tinaja” (Guevara, 2007).

En el contexto físico-geográfico de la provincia fisiográfica Mesa Central, se desarrollan las cuencas endorreicas del Altiplano entre las cuales destacan las de San Luis Potosí, Mexquitic, Ahualulco, Matehuala y Cedral. A pesar de que en estos espacios las aguas superficiales carecen de importancia por su escasa presencia (Almazán, 2000). Los componentes geológicos dominantes en la ciudad de San Luis Potosí están constituidos por depósitos clásticos provenientes de las partes elevadas del relieve, constituidos de forma principal por productos volcánicos retrabajados, se encuentran también depósitos fluviales, gravas y en menor escala rocas volcánicas del terciario. (Ortiz, 2010).

El relieve se caracteriza por la presencia de amplias llanuras interrumpidas por sierras dispersas, en su mayoría de naturaleza volcánica (riolítica), cuyos climas van de semisecos a templados con un gradiente de humedad que se incrementa de norte a sur y del centro a los extremos oriente y poniente de la provincia. (INEGI, 2009)

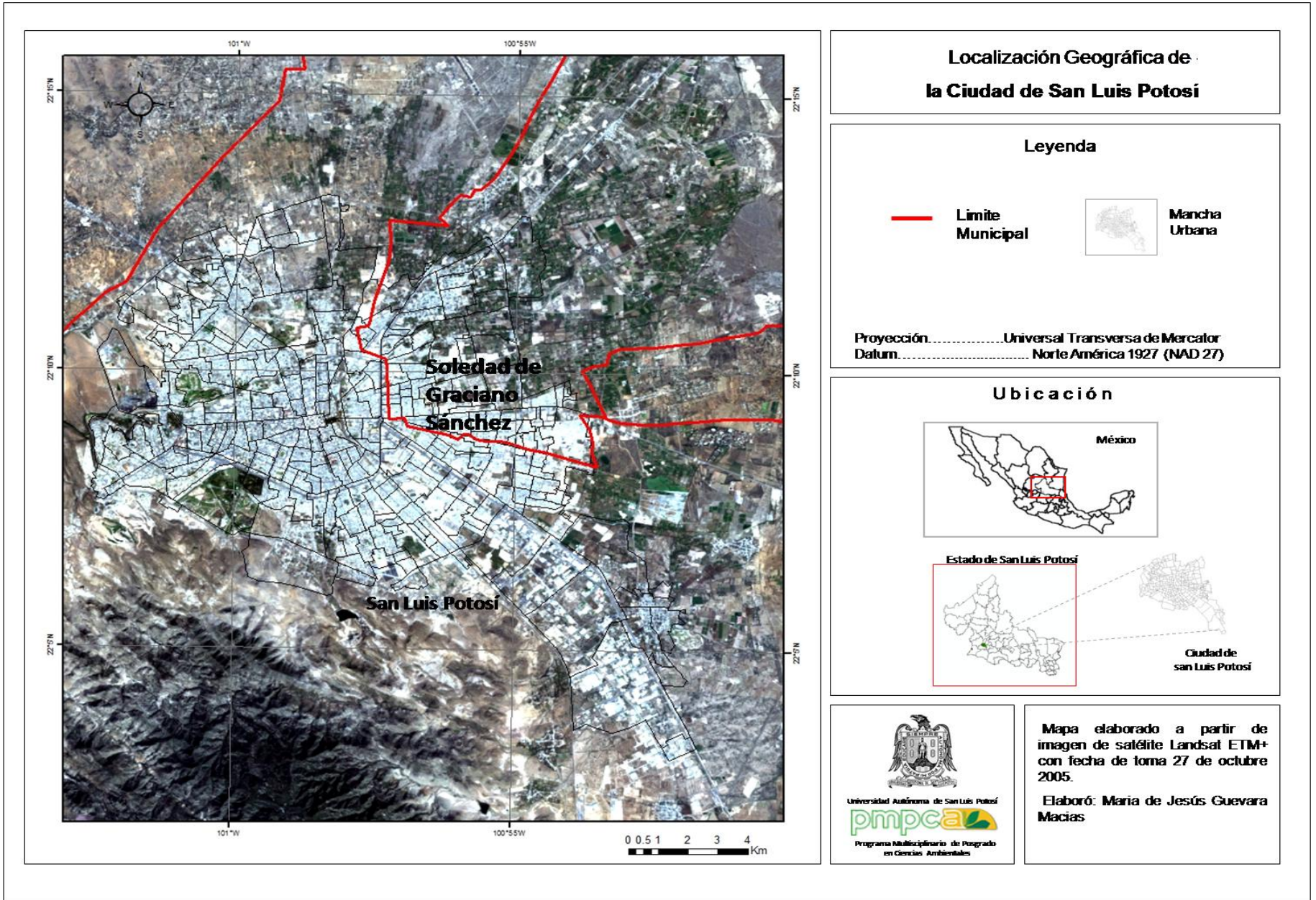


Figura 13. Localización geográfica de la ciudad de San Luis Potosí

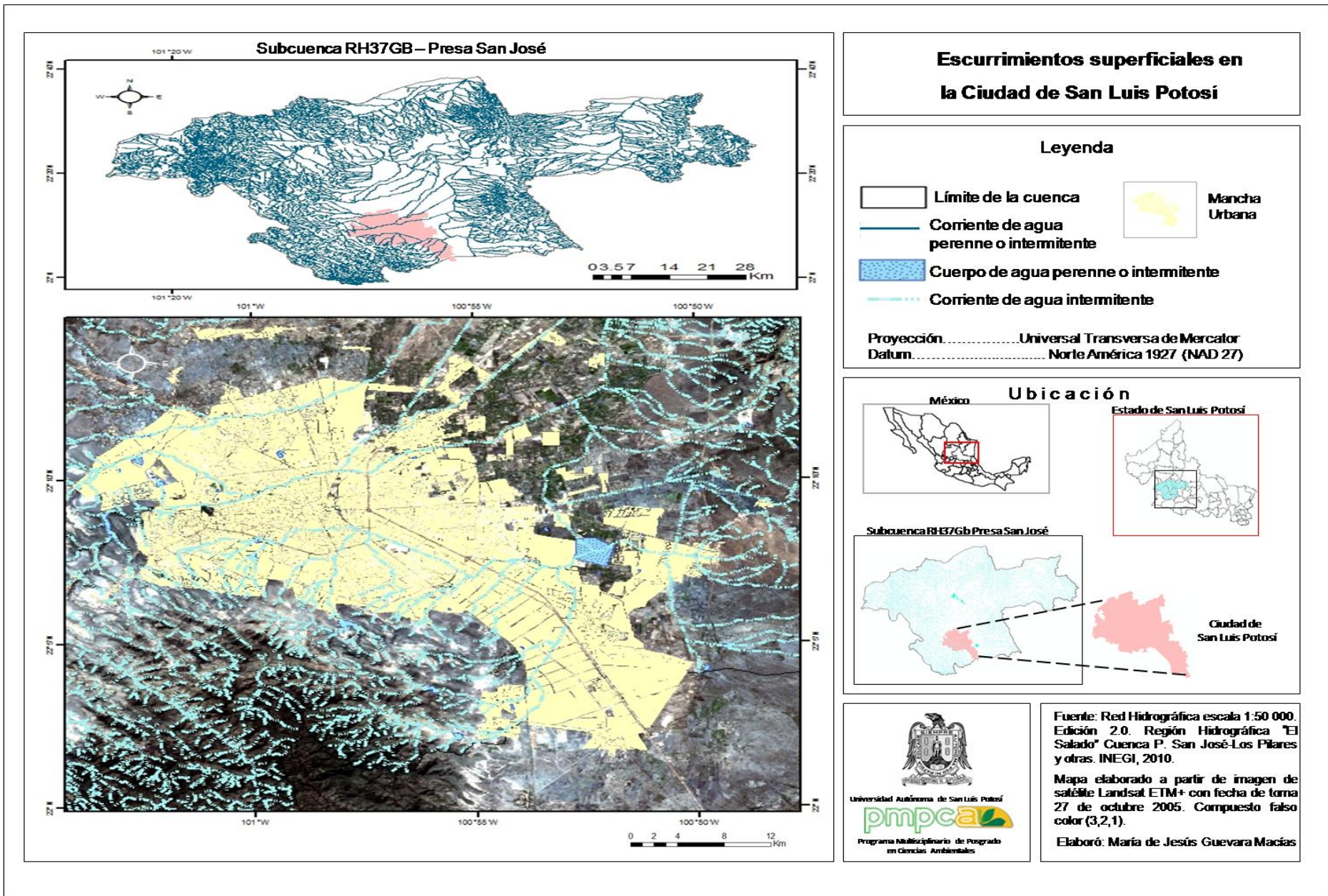


Figura 14. Escurrimientos superficiales en la ciudad de San Luis Potosí

3.1.2 Caracterización socioeconómica de la ciudad de San Luis Potosí.

Según el Consejo Nacional para la Población (CONAPO) en su clasificación de ciudades, San Luis Potosí se encuentra clasificada como una ciudad media, con una población que puede oscilar entre 100 mil y un millón de habitantes. Según el Plan del Centro de Población Estratégico San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez (2003) la ciudad se encuentra comprendida por la zona metropolitana SLP-SGS y la delegación municipal de Villa de Pozos.

En el conteo de población y vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en el 2010 la ciudad de San Luis Potosí tiene aproximadamente 1 085 000 habitantes entre los dos municipios que comprenden la ciudad, concentrándose en San Luis la mayor cantidad de habitantes. Según el INEGI la ciudad ha experimentado un rápido incremento de población en las últimas décadas como se muestra en la tabla 2, donde se observa que la tasa de crecimiento media anual en el municipio de Soledad tuvo un importante incremento en tanto que en el de San Luis Potosí se observa un decremento, en tanto que la densidad media urbana para el total de la ciudad en el 2005 ya era de 109.3 habitantes por hectárea, teniendo ligeramente mayor número de habitantes por hectárea el municipio de Soledad.

Municipio	Tasa de crecimiento medio anual (%)			Superficie (Km ²)	DMU 2005 (hab/ha)
	1990-1995	1995-2000	2000-2005		
San Luis Potosí	3.1	1.6	1.5	1 472	107.5
Soledad de Graciano Sánchez	2.9	3.4	4.1	305	115.2
Zona Metropolitana SLP-SGS	3.1	2.0	2.1	1 777	109.3

Fuente: Elaborado por el Grupo Interinstitucional con base en los Censos Generales de Población y Vivienda de 1990 y 2000, y los Conteos de Población y Vivienda de 1995 y 2005.

En el Plan Municipal de Desarrollo 2009 – 2012 muestra que la principal actividad económica en la ciudad de San Luis Potosí es la manufactura, 21% de la población ocupada se encuentra laborando dentro esta, seguido por el sector de los servicios y el comercio.

3.2 Caracterización de las inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí

La ciudad de San Luis Potosí se encuentra ambientalmente en un ecotono de transición entre zonas templadas y áridas que se caracteriza por su escasa precipitación, acumulada en pocas tormentas al año, generalmente cortas, intensas y concentradas en una época del año (Hernández, 2004).

Las inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí, según la información hemerográfica, hacen siempre referencia a los aguaceros o tormentas. Entiéndase por aguacero “lluvia abundante, repentina y de corta duración” (<http://ciencia.glosario.net/agricultura/aguacero>) y tormenta como la “precipitación en forma de chubasco, acompañada por vientos fuertes, que es provocada por una nube del género cumulonimbos.” (<http://www.tutiempo.net/diccionario/tormenta.html>).

Los aguaceros, chubascos o tormentas en zonas semiáridas se presentan en períodos cortos de tiempo que nunca rebasan las 6 horas, y es a este tipo de fenómenos atmosféricos a los que se les asocia las inundaciones que se han presentado, sobre todo en los últimos años. Cabe destacar que las inundaciones encontradas en tiempos históricos están asociadas a periodos tanto cortos como excepcionalmente largos de lluvia. En la Figura 15 se presenta la precipitación máxima registrada por la Comisión Nacional del Agua (CNA) y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) en una hora durante el período de 1981 – 2000, en donde se aprecian los meses en los cuales se ha registrado una alta cantidad de precipitación en un tiempo máximo de una hora y que corresponden en primera instancia al mes de julio con el registro de 44.6 mm, seguido de los meses de junio y septiembre. Los meses con menor cantidad de precipitación registrada corresponden a los meses de la temporada seca que comprende principalmente los meses de noviembre – abril, aunque en estos registros se puede considerar que la cantidad de precipitación es apreciable aunque significativamente menor comparada con las lluvias que se presentan de manera regular.

En la Figura 16 se muestra la precipitación máxima registrada en 24 horas (diaria), en donde se puede observar que en los meses de junio y julio se encuentran registrados los valores máximos de precipitación diaria, y continúan los meses que están dentro de la temporada de lluvias en San Luis Potosí, y los de menor registro se han presentado durante los meses de noviembre y diciembre, esto sirve para comparar con los datos

obtenidos en la correspondientes a fechas en que se presentaron inundaciones en la ciudad.

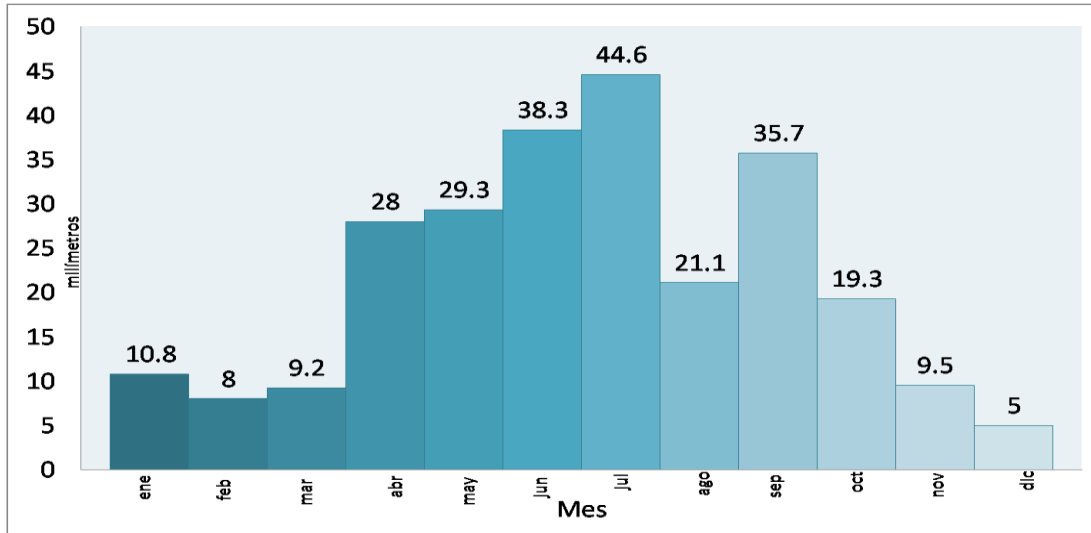


Figura 15. Precipitación máxima horaria registrada en el período de 1981-2000. Fuente: Elaboración propia a partir de normales climatológicas para San Luis Potosí, S.L.P. Comisión Nacional del Agua (CNA), Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

En la Figura 17 se muestran los registros de la precipitación en 24 horas correspondiente a los diferentes eventos que serán presentados en los siguientes apartados, aunque no se alcanzan los máximos presentados en la Figura 15 se puede considerar que tuvieron una alta cantidad de precipitación. Se observa además que en los registros de las estaciones meteorológicas (Los Filtros y Observatorio San Luis) la cantidad de lluvia tuvo gran variación. Aunque las dos se encuentren localizadas dentro de la misma área, en los registros de “Los Filtros” se aprecia que existió mayor cantidad de precipitación en la mayoría de los eventos registrados que tuvieron como consecuencia una inundación, sólo en la fecha correspondiente al 18 de agosto de 2008 sobresale la cantidad de lluvia registrada en el “Observatorio San Luis.”

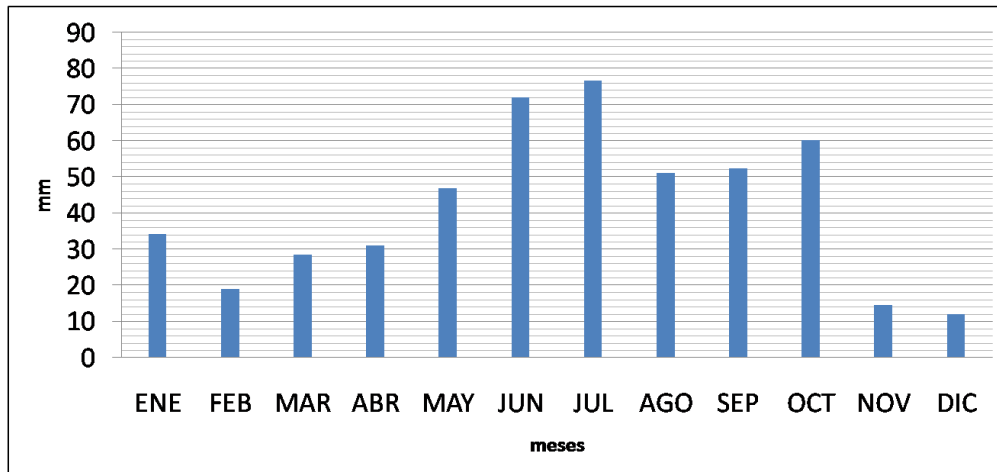


Figura 16. Precipitación máxima registrada en 24 horas en el período de 1981-2000. Fuente: Elaboración propia a partir de normales climatológicas para San Luis Potosí, S.L.P. Comisión Nacional del Agua (CNA), Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

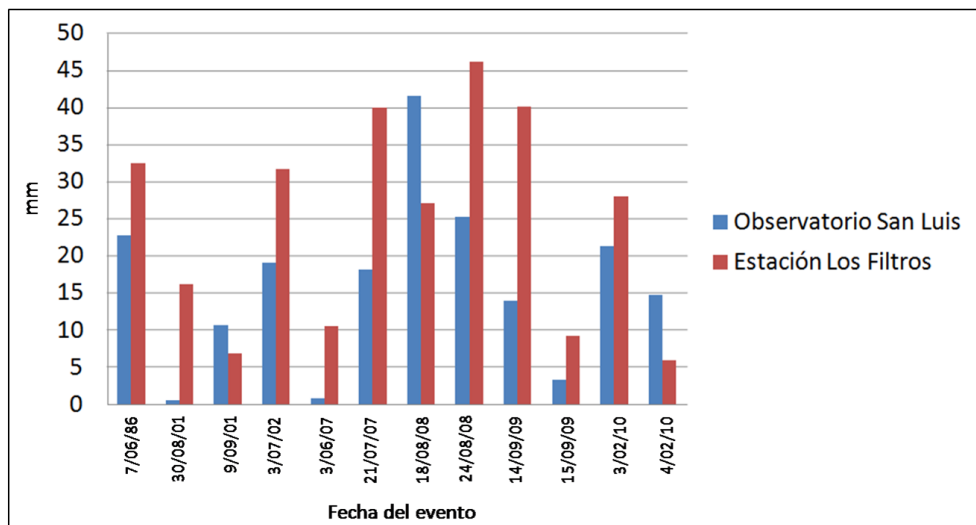


Figura 17. Precipitación máxima en 24 horas correspondientes a inundaciones en la Ciudad de San Luis Potosí. Fuente: Elaboración propia a partir de registro diarios de precipitación del “Centro Meteorológico de San Luis” y “Estación Los Filtros” CONAGUA.

3.3 Las inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí.

La Universidad Autónoma de San Luis Potosí bajo la coordinación de la Facultad de Ingeniería y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) llevaron a cabo un proyecto denominado “*Estudio del Manejo de Aguas Pluviales en la Zona Metropolitana de la Cd. de San Luis Potosí (ZMSLP), Estado San Luis Potosí*” en donde se hace una caracterización de las inundaciones en la ciudad con el propósito de proponer soluciones estructurales a este tipo de eventos que han afectado a la misma en diferentes ocasiones.

Como primer paso se delimitaron varias sub-cuencas al interior de la cuenca que se localizan en la ciudad. Éstas fueron delimitadas a partir de las modificaciones espaciales que ha sufrido el ambiente hidrológico original al artificializar gran parte del territorio de la cuenca principal. Para determinar las nuevas fronteras de las subcuencas se recurrió a parámetros diferentes a los comúnmente usados para delimitar una cuenca natural. Se subdividió en 38 pequeñas cuencas que se muestran en la Figura 18, todas estas varían notoriamente en forma y superficie ya que las localizadas fuera de la mancha urbana son más grandes en superficie que las comprendidas dentro del área de la ciudad. De estas 38 cuencas se presentan los principales parámetros fisiográficos como área, perímetro, pendiente en porcentaje, tiempo de concentración (h) y tiempo de retraso (min), y también parámetros hidrológicos como los gastos máximos para diferentes períodos de retorno en 5, 10, 25 y 100 años.

Además en el estudio se analizaron el sistema de alcantarillado pluvial y sanitario para conocer la infraestructura existente y evaluar el funcionamiento de estos y se delimitaron áreas inundables en la ciudad (Figura 19). Estas presentan fronteras artificiales representadas por terraplenes, diques, vías férreas y calles, y ocupan diferentes superficies, siendo la más grande la localizada en la zona sureste de la ciudad en donde en los últimos años se han presentado pérdidas asociadas las inundaciones.

Las zonas delimitadas susceptibles de ser afectadas por inundaciones concuerdan con las establecidas por la Dirección General de Protección Civil Estatal y Municipal en 33 colonias de la zona metropolitana (SLP-SGS), siendo las de mayor riesgo: Las Palmas, Estadio-Alamitos, San Luis 1, Guanos, Ricardo B. Anaya, Av. México, Silos, Las Flores, Pedroza, Los Magueyes y Cielo Claro. También las colonias con un menor riesgo Saucito, Sauzalito, Tercera Chica, Ejido La Libertad, Torres Bodet, San Luis Rey, Popular, 21 de Marzo, San Sebastián, Las Mercedes, Progreso, Cactus, Cerro Viejo, Himno Nacional, San Miguelito, El Paseo, San Luis, Praderas del Real, Estrella de Oriente y La Libertad.

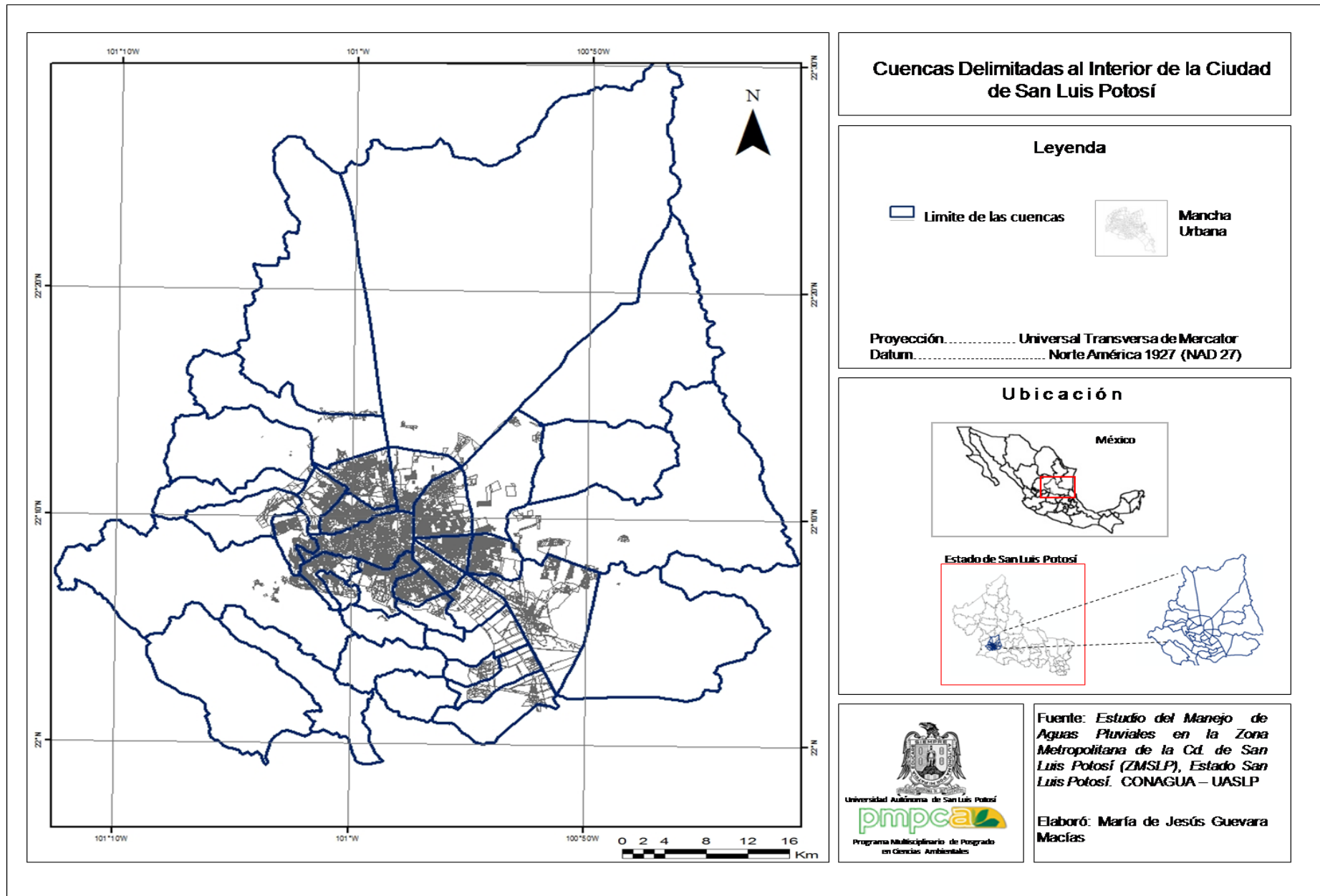


Figura 18. Cuencas delimitadas al Interior de la Ciudad de San Luis Potosí

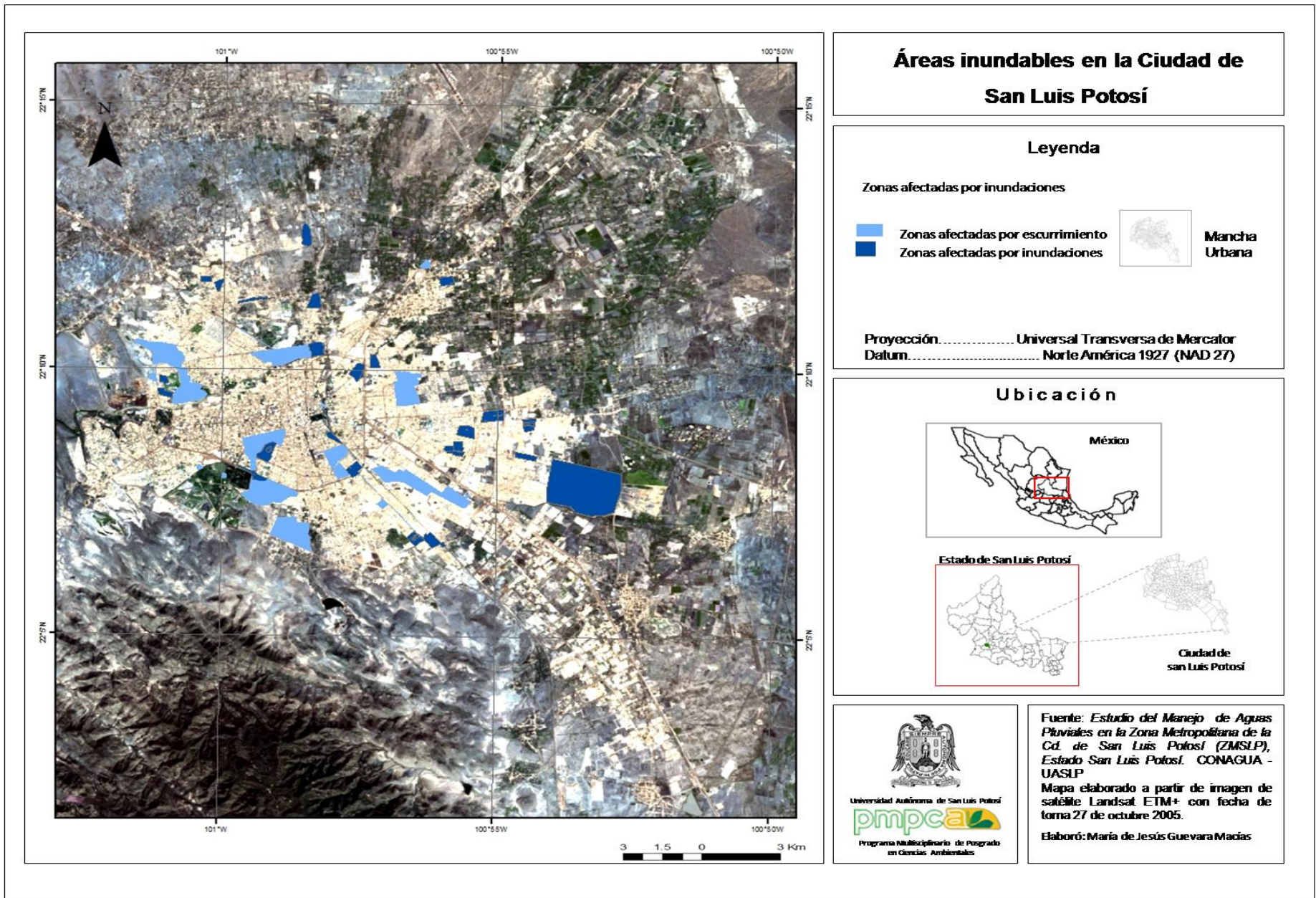


Figura 19. Áreas inundables en la Ciudad de San Luis Potosí

3.3.1 Análisis histórico de las inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí.

Las inundaciones son eventos presentados en diferentes momentos de la historia de la ciudad de San Luis Potosí, en donde los daños y la población afectada varían de acuerdo a las condiciones sociales y económicas prevalecientes en la ciudad. En este apartado se enumeran y describen las inundaciones más significativas por su magnitud y por sus efectos destructivos entre la población para el período comprendido entre de 1850 a 1950.

“Desde su fundación, la ciudad había sufrido periódicas inundaciones que reblandecían las paredes de adobe de las casas y bardas por lo que, a lo largo del período colonial, se construyeron diques con los cuales se pretendía detener o controlar dichas inundaciones” (Lagos y Escobar, 1996). Las inundaciones son eventos que han estado presentes desde la fundación de la ciudad, con daños de diferente envergadura. Desde entonces se crearon obras para evitar las inundaciones en la ciudad rodeada principalmente por dos ríos el Río Santiago y el Río Españita, algunas de las más antiguas se registraron en 1673 y 1749.

El 23 de agosto de 1673 comenzó a llover en la ciudad de San Luis y en un breve lapso de tiempo recibieron una gran cantidad de agua “Por el poniente de la ciudad entraron grandes avenidas... de agua que inundaron plazas como la de los Mascorros en cuyas inmediaciones las casas comenzaron a arruinarse. Algunas haciendas de beneficio como la de doña Violante Flores no escaparon tampoco de la corriente que llegaron a bañar sus hornos. Por el norte de la urbe, el río de Tlaxcalilla se creció llevándose entre sus aguas a no pocos desprevenidos que intentaron cruzarlo.” (Montoya, 2009). Como se puede observar los daños ocasionados por la inundación iban desde el daño a inmuebles hasta la pérdida de vidas humanas, por eventos que desde entonces tomaban por sorpresa a la población que habitaba en la ciudad.

En 1749 la ciudad sufrió una nueva inundación el 10 de septiembre “el panorama de la vida urbana en San Luis se empeoró nuevamente en un esquema climatológicamente bien conocido por los vecinos. Luego de períodos dolorosos de sequías que provocaron escases de alimentos y carestías, llegaron copiosas lluvias con sus consabidas consecuencias. La ciudad se inundó y el nivel de las aguas estancadas

deterioró severamente las paredes de la alhóndiga, las casas reales de gobierno y la cárcel.” (Montoya, 2009). Las inundaciones volvieron a crear estragos entre los pobladores de la ciudad, pero no sólo se vieron afectados por este tipo amenaza, si no también estaban constantemente amenazados por las sequías que también llegaron a afectar a la población, aunque los daños por estas son diferentes, ambos crearon un impacto entre los habitantes de aquel entonces.

En el año de 1887 se registro una alta cantidad de precipitación en la ciudad de San Luis, sobrepasando el promedio de precipitación de 380 milímetros (mm), se tuvo una precipitación total anual de 506.8 mm como se muestra en la Figura 20, y por ende ocurrió una inundación en el mes que se registró la mayor cantidad de lluvia. Ocasionó diferentes daños como se describen a continuación.

“La tarde del 14 de junio se precipitó en la ciudad y cordillera noroeste una tempestad... y estuvo acompañada de electricidad, con numerosas e intensas descargas, relámpagos continuos, granizadas y fuerte aguacero. La abundancia del agua descargada por la intensa lluvia no pudo ser contenida por los diques naturales y artificiales... la precipitación pluvial sobre los cerros bajó en caudalosas corrientes, lo que dio origen a una fuerte avenida que comenzó a llegar por el sureste y suroeste, inundándola y en gran parte, los barrios ubicados desde el sureste al noreste, como los barrios de Tequisquiapan y Tlaxcala, así como las plazas de la Concepción y de la Leña, y las calles de La Soledad y La Salitrera.”(Lagos y Escobar, 1996). A la cantidad de precipitación que cayó ese día en la ciudad se sumó el agua que provenía de la sierra cercana a la ciudad inundándola en diferentes puntos que se muestran en la Figura 21.

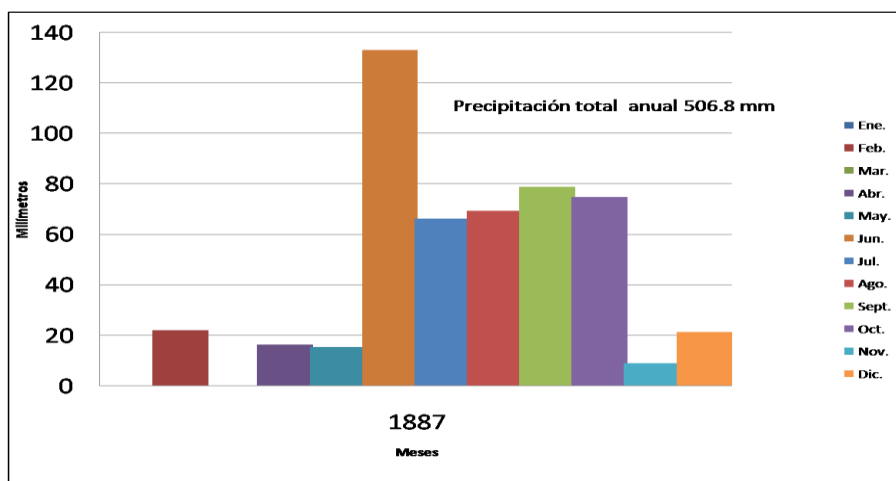


Figura 20. Precipitación en el año de 1887. Fuente: Boletín del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. Vol. 2. 2009. Anexo

En dicha figura se observa que los espacios que se inundaron en ese entonces, actualmente están comprendidos dentro del centro de la ciudad. Según el estudio el agua alcanzó 50 centímetros causando diferentes daños ya que la cantidad de agua era considerable, además se debe tener en cuenta el tamaño de la ciudad y el total de habitantes de la ciudad en dicho año. Como era de esperarse los daños por esa inundación fueron considerables, “Centenares de familias sin abrigo ni hogar, conformaron el saldo final de la inundación pues los daños materiales ocasionados consistieron básicamente en el deterioro de varias fincas, una de las cuales quedó totalmente destruida, y más de cuatrocientas casas que prácticamente quedaron en ruina, doscientas de ellas tan sólo en el barrio de Tequisquiapan. Además de la destrucción de inmuebles, la inundación arrojó una decena de cadáveres, más de cien animales ahogados, diversas pérdidas de muebles y de más objetos y la incomunicación interna de la ciudad, al quedar bajo el agua las vías del tranvía de mulas, que era el único transporte público existente.”(Lagos y Escobar, 1996). Los daños en esta ocasión eran considerables al resultar afectada la mayor parte del poniente de la ciudad y ver la que las obras que fueron construidas para evitar este tipo de eventos quedaron sobrepasadas, causando cuantiosos daños entre la población. En la siguiente imagen se presenta un plano de la ciudad (Figura 22) que sirve para tener una referencia espacial de la ciudad.

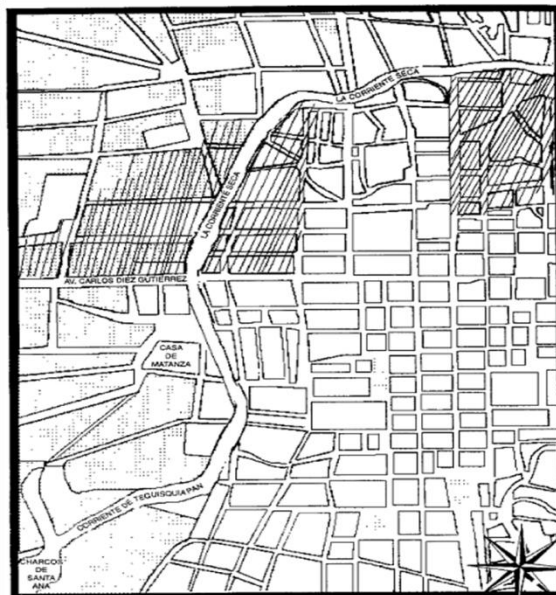


Figura 21. Principales zonas afectadas por la inundación en el centro de la ciudad de San Luis Potosí. Fuente :Lagos y Escobar, 1996. Pág. 6)

Cuando se presentó este evento que causó estragos entre la población. Las pérdidas económicas que se tuvieron obligaron al gobierno a pedir ayuda fuera de San Luis Potosí al Presidente de la República. Mientras se esperaba a recibir dicha ayuda, la población de la ciudad comenzó a organizarse para brindar apoyo a las personas que lo habían perdido todo en esa inundación, comenzaron por desalojar a gente y llevarla a casas de personas que ofrecieron brindar espacios a estas y que disponían de recursos para la población que perdió sus bienes. La respuesta por parte del Presidente no fue la que se esperaba, porque la ayuda que se esperaba no fue la suficiente y el tiempo de espera fue un poco largo. La ayuda por parte de otros Estados se recibió, a alguno de estos fue solicitada y otros Estados se enteraron de los hechos ocurridos y mandaron ayuda que estuvo dentro de sus posibilidades, ya que en ese tiempo se presentaron varios eventos que afectaron a diferentes estados de la República.

Otras inundaciones registradas que causaron estragos entre los habitantes de la ciudad datan de los años de 1933 y 1955. La inundación de 1933 ocurrió como consecuencia de un período de lluvias y mal funcionamiento de las obras hidráulicas, ya que estas causaron la crecida del Río Santiago, y se vivió una situación parecida a la que se presentó en el año de 1955 durante el mes de septiembre en donde primero se estuvo en alerta por el posible desbordamiento de la presa de San José como había ocurrido en 1933.

Comenzaron por desalojar a la población de los barrios aledaños al río Tlaxcala y Santiago, fueron trasladados hacia zonas más altas en la ciudad en ese entonces el Santuario de Guadalupe, los daños fueron diversos, principalmente en las zonas riveras, comprendidas por los ríos: Santiago, Paisanos y Española “con un total de 3500 damnificados entre ambos municipios que se han quedado sin hogar, seis muertos, 5 desaparecidos y 100 lesionados. Todo esto se debió a las aguas de los ríos Santiago, Paisanos y Española. Quedaron destruidas varias vías de comunicación como son tres puentes de vital importancia como Puente Negro, el puente de Santiago y el de Morales los cuales sufrieron serias cuarteaduras quedando inutilizables. Por lo cual se aplicaron algunos planes de desalojo y recate en donde participaron varias instituciones como La Cruz Roja, Los Bomberos además de voluntarios que presentaron sus servicios, para atender a la población lesionada y en su caso en su búsqueda.” (El Sol de San Luis, 1 de octubre de 1955).

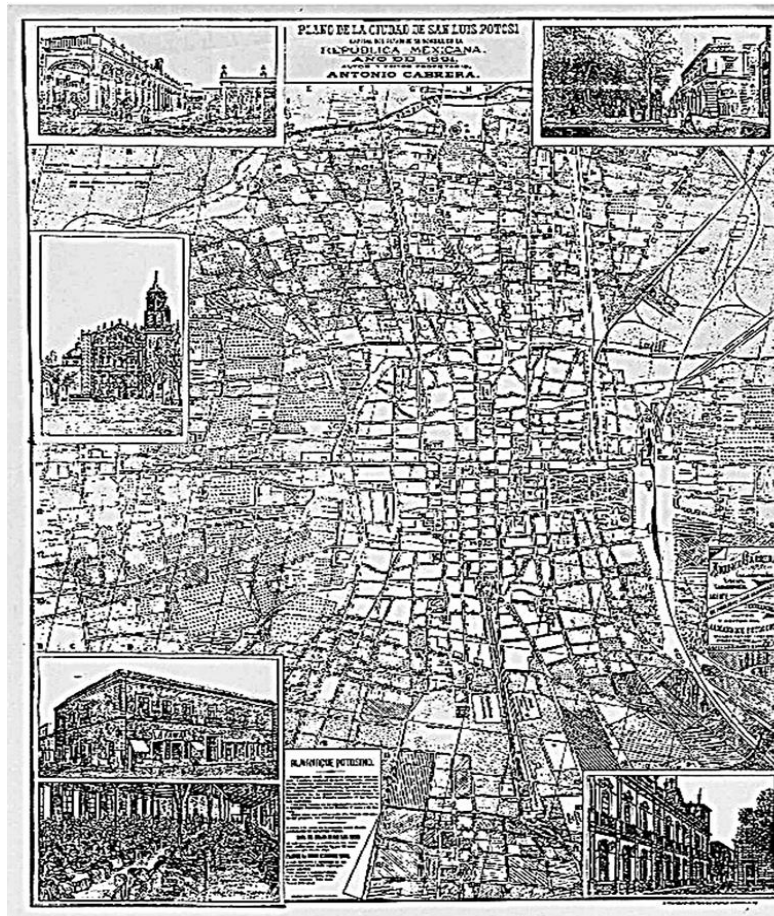


Figura 22. La Ciudad de San Luis Potosí en 1891. Fuente: Archivo Histórico del Estado de San Luis Potosí (AHESLP).

Como se puede ver las inundaciones para ese entonces estaban relacionadas con la crecida de los ríos, por ende los habitantes que resultaban mayormente afectados eran aquellos que habitaban los sitios cercanos a estos.

Ya sea porque la infraestructura disponible en ese entonces no funcionaba o era inexistente como en el año de 1933 cuentan los relatos que la cortina de la presa La Constancia era un simple bordo de tierra, ya que basto que lloviera unos días para que el agua de la presa San José vertiera sus aguas al río y se fuera destruido el bordo de tierra ocasionando diferentes daños a la población, en este caso específico la falta de la infraestructura necesaria llevo a la inundación que causo diferentes estragos entre la población.

A pesar de las acciones por salvaguardar a la población en 1955 las acciones fueron insuficientes, “Un muerto, una desaparecida y varios heridos. En los barrios de Santiago y Tlaxcala el agua alcanzo los 30 cm de altura y en Soledad en la Ave. Hidalgo

alcanzo 60 cm. Algunos fueron refugiados en la escuela “Revolución Mexicana” y otros fueron llevados al Santuario. Todo como consecuencia del aumento en las aguas del río Santiago de forma repentina. En el centro de Soledad el agua subió hasta un metro por lo que se puso en marcha las brigadas de auxilio a cargo de la Cruz Roja, el Cuerpo de Bomberos, Doceava zona Militar y Comandancia de Policía” (El Sol de San Luis. 1 de octubre de 1955).

En este caso las inundaciones no se encuentran directamente relacionadas a la cantidad de precipitación que cayó en la ciudad de San Luis, sino a la cantidad de agua traída por el río Santiago, resultando mayormente afectada la cabecera municipal de Soledad, en donde el agua alcanzo la mayor altura. A continuación se presenta la figura 23, donde se muestra espacialmente los sitios que sufrieron inundaciones en el período de 1887 a 1966 en donde las áreas que resultaron afectadas son aquella que se encuentran cercanas a las zonas de los ríos, actualmente quedan dentro de la parte central de la ciudad.

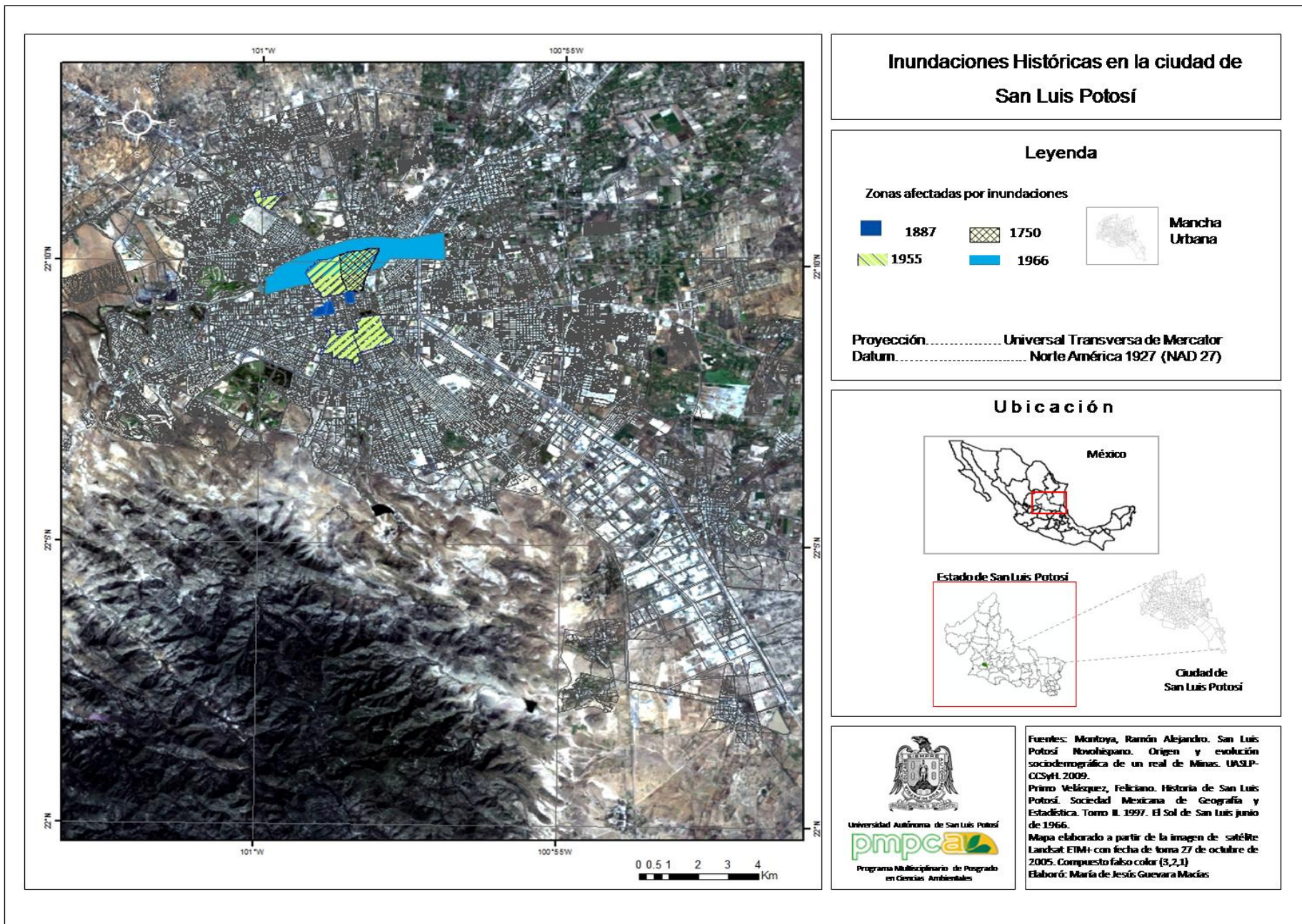


Figura 23. Inundaciones históricas en la ciudad de San Luis Potosí

3.3.2 Las inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí en el período de 1967-1999

Las inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí se pueden asociar de manera directa a periodos extraordinarios de lluvia o a la falta de mantenimiento de las obras hidráulicas que se tenían, estos ponían en riesgo a la población que habitaba principalmente en las zonas cercanas a los ríos, las cuales se pueden considerar las más bajas hasta ese entonces. Las inundaciones en la ciudad no siempre han afectado las mismas zonas, estas zonas varían principalmente de acuerdo con el crecimiento espacial que ha presentado la ciudad en diferentes puntos.

Durante este período de 1970 – 1999 la cantidad de sitios inundados en la zona urbana crecieron, al no estar sólo expuestas aquella áreas cercanas a las ríos, durante este tiempo la ciudad comenzó a crecer hacia diferentes direcciones, como se muestra en los planos de la ciudad (Figuras 24 y 25), sin embargo, se aprecia mayor crecimiento hacia el oeste de la ciudad, en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, e igualmente hacia el norte de la ciudad.

En este periodo de tiempo, se presentan entonces nos sólo inundaciones de tipo fluvial (río Santiago), si no inundaciones ya asociadas a deficiencias en el diseño urbano, aumentando las zonas susceptibles de ser inundadas y la población expuesta. A continuación se presentan una serie de noticias las cuales muestran hechos ocurridos por inundaciones en diferentes puntos de la ciudad, entre 1970 y 1999.



Figura 24. Ciudad de San Luis Potosí en 1970. Fuente: AHESLP



Figura 25. Ciudad de San Luis Potosí en 1981. Fuente: AHESLP

- 23 de junio de 1977 *“Un aguacero de cerca de una hora desquició a la ciudad, fue un aguacero que duro por lo menos 40 min., y continuo con una lluvia moderada, las inundaciones se produjeron por todos los rumbos dejando varias horas incomunicados varios puntos de la ciudad, por los que se originaron varios problemas de transito. En algunas avenidas como Reforma y Universidad el agua del drenaje comenzó a salirse por lo que aumento la cantidad de agua en las zonas.”* (El Sol de San Luis. pág. 1-3/A)
- 14 de junio de 1985 *“Se presentaron inundaciones por el excedente de aguas de lleva el rio Santiago de las precipitaciones causando averiaciones en los canales laterales las autoridades no quisieron dar cuantificaciones de los daños.”* (El Sol de San Luis. pág. 1-3/A)
- 23 de junio de 1985 *“Se inundo el rio Santiago e inundo avenidas importantes en la ciudad esto al ser rebasada la capacidad de almacenamiento de la presa de San José. Por lo tanto se detuvieron las obras de este boulevard y los colonos tuvieron que utilizar cordones para cruzas de un lado hacia otro ya que quedaron incomunicados al alcanzar la corriente 1m de profundidad. Además la corriente arrastro varios vehículos.”* (El Sol de San Luis. pág. 1-2/A)
- 24 de junio de 1985 *“Se declaró zona de emergencia y aplico el plan DN III. Ejido la Libertad el área fue acordonada y se desalojo a las familias en Abastos y el rastro. Disminuyen las inundaciones en la ciudad dejando libre casi todo el paso a la circulación, mantienen el estado de alerta y el DIF presta atención a personas damnificadas.”* (El Sol de San Luis. Pág. 1/A)
- 8 de junio de 1986 *“Toda la ciudad se vio afectada por el aguacero de la noche anterior ya que el drenaje existente no se da vasto para retirar toda el agua. La situación más crítica se presento en la Colonia Industrial Aviación en donde comenzó a salirse el agua por el excusado de las viviendas. Además varios vehículos quedaron atrapados.”* (El Sol de San Luis. Pág. 2/B)
- 10 de junio de 1986 *“Tromba afecta la zona norte de la Cuidad dejando muertes (3) y graves daños. Los daños se calcularon en 220 millones de pesos, por lo que distintas autoridades están trabajando para solucionar de la mejor forma esto, se utilizo la ayuda de Ejército.”* (El Sol de San Luis. Pág. 1-2/A)

- 9 de julio de 1991 *“Se reportan cerradas algunas vialidades.”*(El Sol de San Luis. Pág. 1-2/A)
- 13 de julio de 1997 *“Se inundaron las partes bajas del parque Tangamanga, la carretera a Matehuala fue cerrada por un pequeño lapso de tiempo, se mantuvo el estado de alerta las zonas cercanas al Tanque Tenorio ya que este está a su máxima capacidad.”* (El Sol de San Luis. Pág. 1/A)
- 13 de julio de 1997 *“Se inundo el fraccionamiento las Mercedes a causa del desbordamiento del canal de desechos industriales el agua pluvial se mezcló con desechos químicos.”* (El Sol de San Luis. Pág. 1/A)
- 21 de julio de 1997 *“Varías vías de comunicación quedaron inundadas: Puente Othón, Alameda, Ave. Ferrocarril, Puente Naranja, el Río Santiago y Mariano Jiménez.”* (El Sol de San Luis. Pág. 1/A)

En las noticias anteriores, las zonas que presentaron inundaciones cambiaron según el crecimiento espacial de la ciudad. En algunos casos las inundaciones causaron daños a la población, pero en su mayoría afectaron principalmente las vialidades más importantes para la circulación de vehículos. En la Figura 26 se presentan espacialmente los sitios que se vieron afectados por inundaciones entre 1967 y 1999. En el mapa se muestran las zonas que resultaron afectadas por inundaciones durante este período, reflejando un incremento considerable en intensidad y cobertura areal con respecto a las presentadas en los otros periodos históricos. Esta situación puede estar directamente asociada al crecimiento espacial de la ciudad. Algunas colonias cercanas al río Santiago, siguieron presentando inundaciones durante este período específico de tiempo, al igual que algunas partes del centro histórico de la ciudad como las calle de Reforma y Mier y Terán. Además se incorporaron a los patrones recurrentes de inundación las colonias del sureste de la ciudad como Las Mercedes, Ejido la Libertad y zona industrial.

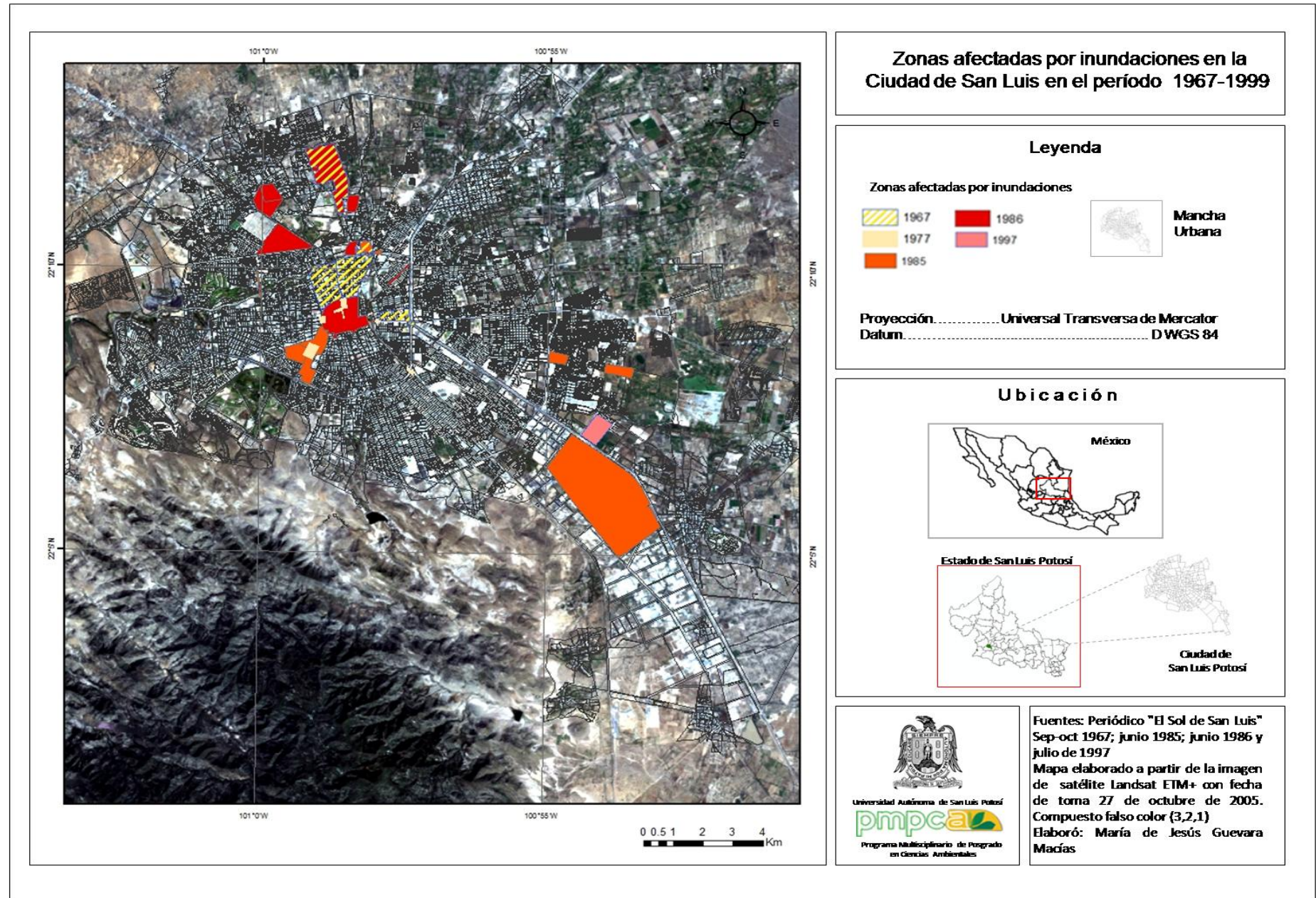


Figura 26. Zonas afectadas por inundaciones en la ciudad de San Luis en el período 1967 - 1999

3.3.3 Las inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí en el período de 2000 a 2009.

Como se ha mostrado en los apartados anteriores, la ciudad de San Luis Potosí se ha visto expuesta a diferentes eventos que ponen en riesgo a la población ante las inundaciones. Estas han ido creciendo en efectos y magnitud afectando a cada vez más habitantes de diversas zonas de la ciudad. En la última década destacan inundaciones sobre las que a continuación se presentan algunas notas con los sucesos más relevantes:

- 31 de agosto de 2001. *“La lluvia de ayer hizo carrera al tráfico vehicular en el puente Pemex y el río Santiago se recomendó la no circulación, además se presentaron inundaciones en diferentes puntos de la ciudad. En el fraccionamiento Valle Dorado en donde la ruptura de un dique provocó inundaciones en las calles de Zafiro, Circonio y Acerina.”* (El Sol de San Luis. Pág. 1,4/A)

- 9 de septiembre de 2001. *“La noche de ayer un aguacero que estuvo acompañado de rayos y granizo, que duró alrededor de 45 min., comenzó cerca de las 22:25 a los pocos minutos el agua alcanzó los 30 cm y en otras hasta los 80 cm, la ciudad quedó con las calles convertidas en ríos hasta el tope, fallas eléctricas, automóviles descompuestos, el aguacero duró lo suficiente para convertir la ciudad en un caos.”* (El Sol de San Luis. Pág. 19/A)

- 20 de julio de 2002. *“De nueva cuenta San Luis con su zona conurbada fue punto central de otra torrencial tormenta la tarde ayer, la que se considera como la más intensa en la que va del temporal porque convirtió el área citadina en inmensa laguna provocando caos por las inundaciones en calles y puentes vehiculares. También muchas viviendas sufrieron los efectos del aguacero que atrapó un camión urbano y 2 automóviles en dichos puentes.
En dichas colonias se inundaron alrededor de 50 viviendas. Se presentó congestión vial al sur de la ciudad. La lluvia se presentó intensamente durante 30 min. En los sectores sur y centro de la ciudad.”* (El Sol de San Luis. Pág. 1,4/A)

- 3 de julio de 2003. *“Bastaron únicamente 20 min. De intensa lluvia para que la ciudad por enésima vez se colapsara al inundarse calles de la zona centro y puentes vehiculares tuvieron que cerrarse al tráfico porque el agua alcanzó la altura mayor a medio metro. El*

problema se asocia principalmente a la deficiencia del sistema de drenaje, y en algunas ocasiones a que esta es obstruido por basura.” (El Sol de San Luis. Pág. 2/A)

- 6 de julio de 2003. *“Una persona perdió la vida a causa de la tormenta que cayó el viernes, además se inundaron 187 viviendas del sector oriente, principalmente de la zona del rastro, La Unidad Estatal de Protección Civil reportó que la precipitación pluvial fue de más de 90 mm., nivel muy superior a los 40 mm. que es la capacidad máxima que puede soportar el drenaje en la capital potosina en buenas condiciones. El agua subió de 60 a 90 mm en 10 colonias del sector oriente, lo que provoco la inundación de 187 viviendas que sufrieron daños.” (El Sol de San Luis. Pág. 1,4/A)*
- 10 de junio de 2004. *“Estragos presentados a causa de las fuertes lluvias registradas. En la capital del estado existen principales puntos de conflicto, en donde el agua subió hasta 80 cm. e inundó varias casas, por lo que algunos de sus habitantes fueron trasladados a albergues.” (El Sol de San Luis. Pág. 13/A)*
- 11 de junio de 2004. *“Serio problema de las inundaciones. El presidente municipal dijo que es importante salvaguardar la integridad de las personas porque hay colonias que tienen serios problemas y riesgo en caso de que siga lloviendo. Se alcanzó la medida histórica de 61 mm que supero lo registrado en apenas 10 días según la CNA. En la colonia 21 de marzo el agua alcanzó los 70 cm.” (El Sol de San Luis. Pág. 3/A)*
- 1 de julio de 2005. *“La intensa lluvia de ayer dejo en evidencia las fallas del sistema de drenaje y la unidad de protección civil tuvo que activar un plan de emergencia para atender las inundaciones, en varias colonias de la capital y Soledad. Oscar Mendoza Hernández Director de protección civil, precisó que en algunas zonas el agua llevo a la altura de entre 30-40 cm porque el drenaje resultó insuficiente ante la intensa lluvia de casi una hora. Sin embargo como pasaba el tiempo iba disminuyendo la cantidad de agua en las calles.” (El Sol de San Luis. Pág. 1/A)*
- 26 de julio de 2005. *“Serios problemas de vialidad provocó la lluvia en varios sectores de la ciudad y la deficiente red de drenaje del oriente de la ciudad, nuevamente quedo en evidencia ya que quedaron grandes charcos” (El Sol de San Luis. Pág. 1/A)*

- 30 de julio de 2006. *“En evidencia el deficiente drenaje. Bastaron unas pocas lluvias para inundar calles de muchas colonias. Con las lluvias registradas en los últimos días las colonias de reciente creación se inundaron y los drenajes se taparon y provocaron encharcamiento y lodazales en diversas zonas de la ciudad.”* (El Sol de San Luis. Pág. 1/A)
- 5 de junio de 2007. *“Resultaron afectadas La Pedroza, Guanos, Las Terceras, La Libertad y las inmediaciones del Rastro por la tromba por lo que se tomaron a la tarea de elaborar un plan contra inundaciones en la ciudad se dispuso al desazolve del drenaje y limpieza de alcantarillas, así como la poda de árboles que representan riesgos para la población.”* (El Sol de San Luis. Pág. 1/A)
- 10 de junio de 2007. *“La lluvia del pasado domingo tuvo una duración de 30 minutos que puso varias vías de circulación fuera, ya que la red drenaje es obsoleta y los colectores de Reforma, Hernán Cortes y Salk fueron insuficientes para captar toda el agua que trajo la tromba en tan poco tiempo.”* (El Sol de San Luis. Pág. 1/A)
- 19 de agosto de 2008. *“Dan albergue a 400 colonos de los Molinos, Cielo Claro y Praderas del Real, se estima que el 90% de estas tres colonias abandonarán sus viviendas quedando bajo resguardo de las autoridades”* (El Sol de San Luis. Pág. 1/A)
- 23 de agosto de 2008. *“Resultaron afectadas 23 colonias de la capital y Soledad, así como el cierre vehicular de varios puentes como el arbolitos”* (El Sol de San Luis. Pág. 1/A)
- 25 de agosto de 2008. *“Las lluvias de ayer por la noche provocaron inundaciones en viviendas de varias colonias, principalmente en la Delegación de Villa de Pozos, donde se habilitó un albergue.”* (El Sol de San Luis. Pág. 1/A)
- 19 de septiembre de 2009. *“Una prolongada lluvia, entre la noche del lunes y la madrugada de este martes, anegó vastas zonas de la capital potosina y provocó corrientes que dejaron varados a decenas de automovilistas en varias avenidas.*

En el conurbado municipio de Soledad, la Unidad de Protección Civil no pudo atender las llamadas de auxilio de una docena de colonias porque sólo tiene tres camionetas, dos de ellas en el taller, desde hace meses, y una más sin gasolina.” (El Universal. Pág. 1/A)

Los eventos mencionados con anterioridad, hacen una descripción de cada una de las inundaciones que causaron impactos en diferentes zonas dentro de la ciudad, los impactos varían, van desde calles inundadas hasta casas donde los habitantes tuvieron que ser desalojados y llevados hacia sitios seguros, la mayoría de estas inundaciones fueron causadas por períodos de lluvia relativamente cortos con una duración menor a una hora, los cuales causaron diferentes estragos entre la población a pesar del pequeño lapso de tiempo de duración de la precipitación.

En el siguiente mapa (Figura 27) se observan las zonas que se han visto afectadas por inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí siguen en aumento durante esta última década, afectando diversos puntos de la ciudad. Las colonias más afectadas se localizan al oriente de la ciudad, además se puede observar un considerable aumento en las colonias del norte de la ciudad.

Se puede ver que las inundaciones están ligadas al crecimiento de la ciudad, se puede considerar hasta cierto punto, que van cambiando su distribución geográfica dentro de la mancha urbana, de acuerdo al área que ocupa la ciudad, sin prescindir de la cantidad de precipitación. Según las noticias basta con un período corto de tiempo para que se inunden algunas colonias; cabe destacar que las inundaciones trajeron consigo inundaciones de aguas negras principalmente en la parte norte de la ciudad.

El año que se registraron mayor cantidad de eventos durante la última década fue en 2008, una gran cantidad de colonias resultaron afectadas, así como sus habitantes y diferentes vías de comunicación que son importantes para mantener conectada a la ciudad. En gran parte de las noticias las inundaciones se encuentran asociadas directamente a la mala operación del sistema de drenaje o la falta de un drenaje pluvial, ya que donde existen obras que se han realizado según las notas no es suficiente o no funciona como debería.

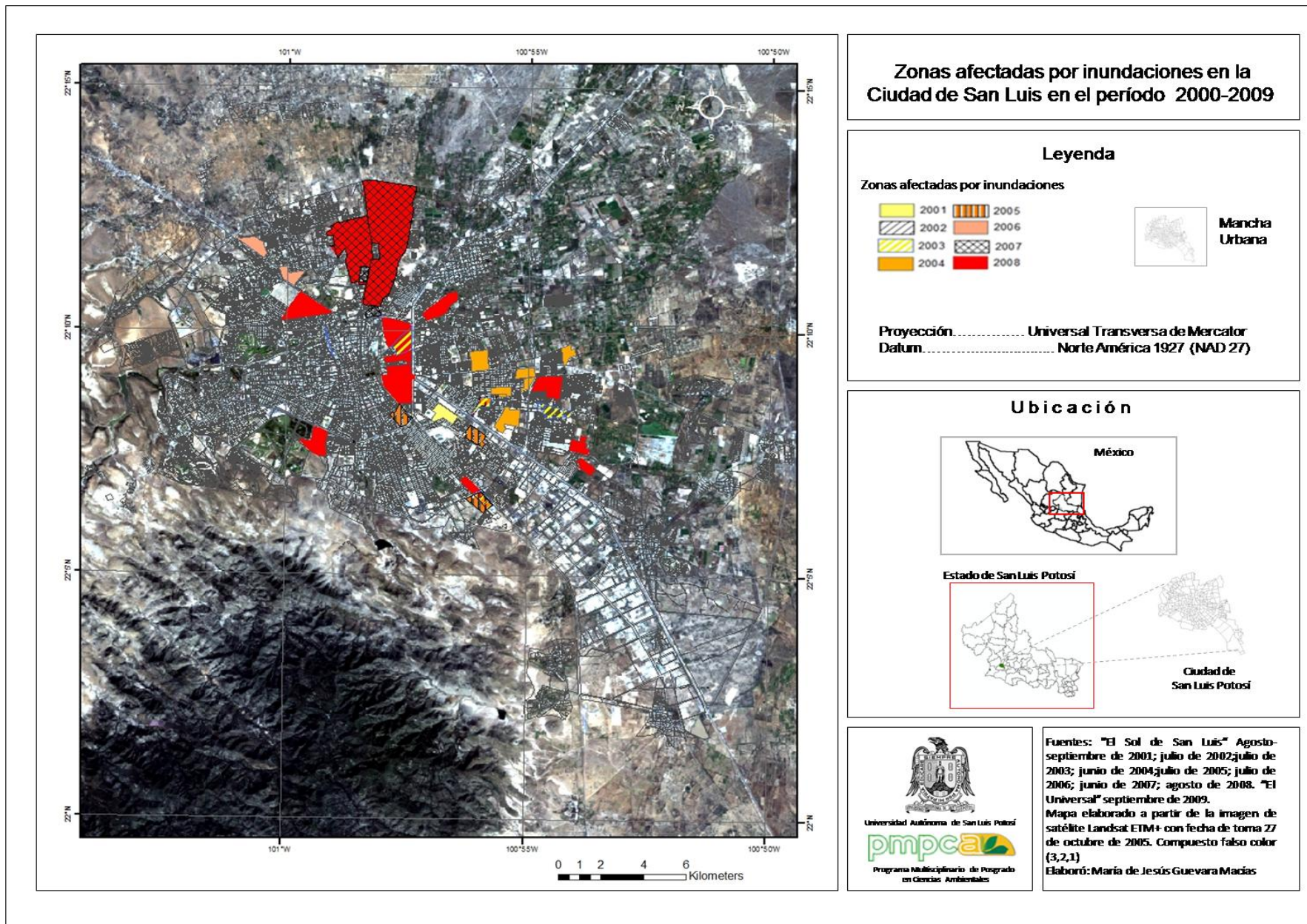


Figura 27. Zonas afectadas por inundaciones en la Ciudad de San Luis en el período 2000-2009

3.4 Exposición Física de la población en la ciudad de San Luis Potosí.

La exposición física muestra en primera instancia la cantidad de personas expuestas a un evento, para este caso específico las inundaciones, que se presentan de manera cada vez más frecuente en diferentes puntos de la ciudad.

Los cálculos realizados para este indicador se obtuvieron a partir los datos obtenidos de los agebs de INEGI de 2005 y de los datos obtenidos en la revisión de hemerográfica. Donde se obtuvo los eventos que causaron impactos sobre la población en el período de 2005 a 2009, ya que en el 2010 no se registró ningún evento que causara impactos considerables.

En la Figura 28 se muestra la representación espacial de la exposición física, se puede observar que no existe una distribución uniforme de la población expuesta a las inundaciones, ésta se encuentra asociada principalmente a la cantidad de habitantes con la que cuenta cada AGEB.

En las zonas mayormente expuestas destacan las colonias localizadas al sur de la ciudad: Progreso, 6 de junio, Trojes de Sur, Juan Sarabia, Fracc. San Salvador, Fracc. Dalias, El Bosquecito. Al sureste de la ciudad destacan colonias como Prados 2da y 3ra sección, Unidad Abastos Infonavit, Fracc. Las Palmas y La Libertad 3ra. Secc.

Cerca de la zona centro de la ciudad con mayor número de personas expuestas se encuentra El Barrio de San Juan de Guadalupe, Revolución, Santa Fe, San Luis Rey, Nuevo Paseo, Gaviotas, Barrio de San Sebastián, Librado Rivera, Ferrocarrilera y Guanos. En la parte norte destacan las colonias Campesina, Foresta, Tercera Grande, El Saucito, Rural Atlas, Torres de México, Las Granjas, Manuel José Othón, Condesa, Aeropuerto, Los Reyes, Las Palomas, Los Reyitos, Matehuala, La Moreña, Cortijo y al oriente de la ciudad las colonias con mayor grado de exposición son Morales, Fracc. Morales y el Fracc. Verde Campestre.

En el municipio de Soledad de Graciano Sánchez las colonias Puente Real, San Francisco, Central de Maquinaria, La Raza y la cabecera municipal del mismo nombre son los que cuenta con mayor cantidad de habitantes expuestos a las inundaciones. También se puede observar espacios con una pequeña cantidad de habitantes expuestos esto se debe a las zonas están destinadas a otro tipo de actividades como lo es el caso de la zona industrial de la ciudad y las zonas de cultivos en el municipio de Soledad.

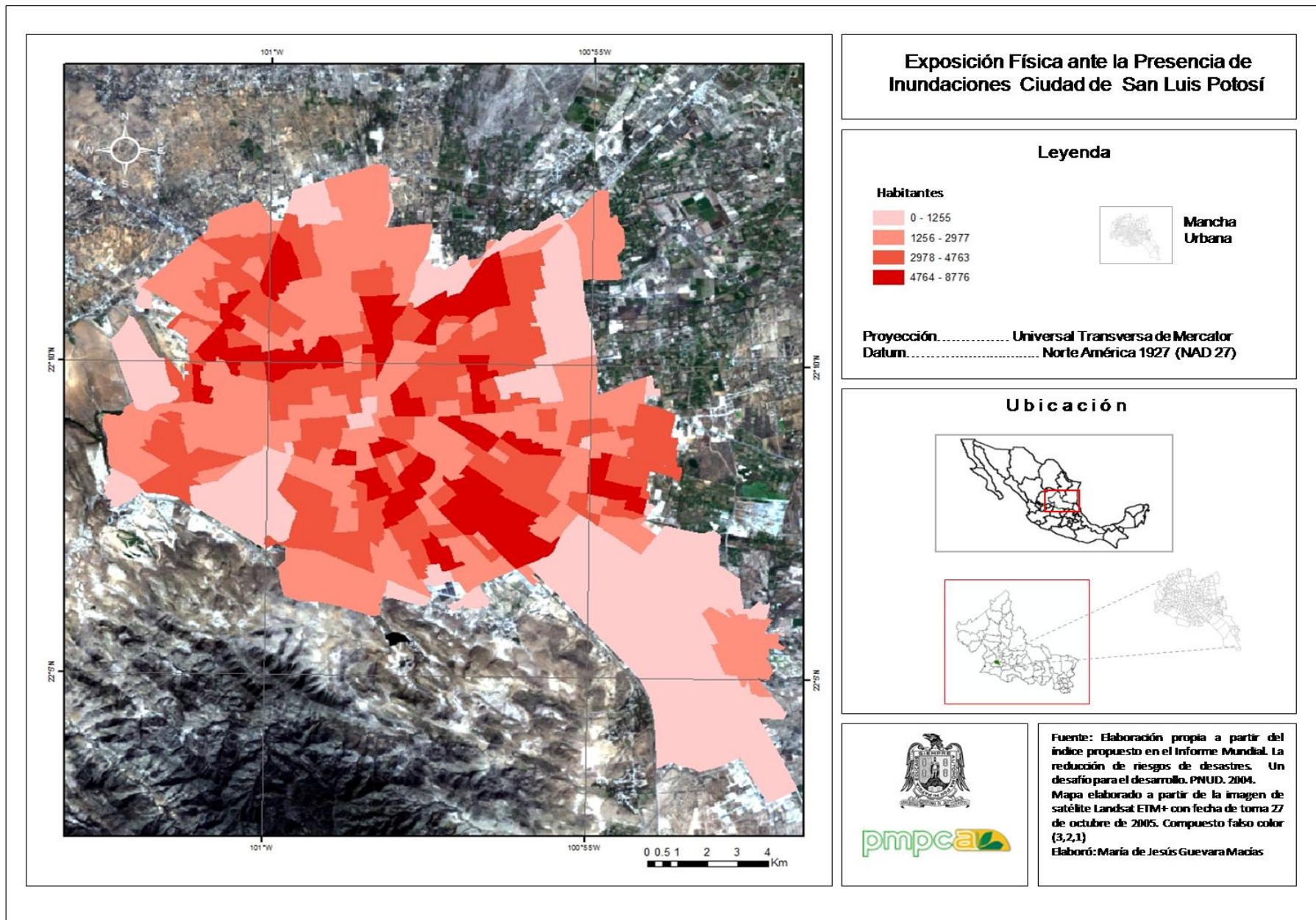


Figura 28. Exposición física ante la Presencia de Inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí

3.5 Índice de desastres locales en la ciudad de San Luis Potosí.

Utilizar el índice de desastres locales permitió determinar la frecuencia de las inundaciones en los últimos, donde se destaca principalmente la incidencia de eventos que en diferentes colonias de la ciudad.

En la Tabla 3 se muestran la frecuencia y colonias afectas por inundaciones en los años recientes, en 32 colonias han pasado entre una a 15 inundaciones, mientras que en colonias como Guanos, Tlaxcala entre otras han presentado una rango de 16 hasta 66 inundaciones, las colonias con mayor número de registros son las localizadas en el oriente de la ciudad, que van de 66 a 139 eventos registrados en los últimos 10 años.

Tabla 3. Frecuencia de inundaciones en las colonias de la ciudad en el período 2000 - 2009

De 1 - 15.42eventos	15.43 - 66 eventos	66.1 - 138.8 eventos
Santa Rosa Fracc. Sauzalito Residencial Sauzalito Rinconadas Los Magueyes Tercera Grande Popular Residencial San Jorge Las Palma Central Hogares Populares Pavón San Luis Rey Santa Fe Barrio de San Sebastián Fracc. El Paseo Estadio Del Real Fracc. Tangamanga Col. Himno Nacional 2da. Secc. Morales Fracc. Verde Campestre Fracc. Morales Fracc. Aguaje Nueva Progreso Abastos Infonavit	Fracc. Gálvez Centro de Abastos Villa Alborada Colinas del Bosque Foresta Ejido San Francisco Col. Juárez Fracc. Insurgentes Popular Industrial Mexicana Barrio de Tlaxcala Col. Guanos Fracc. Español Col. Libertad Las Pilitas San Luis Rey	Fracc. Ricardo B. Anaya 2da. Secc. Fracc. Ricardo B. Anaya 1ra. Secc. Jaime Torres Bodet Fracc. Sol
Fracc. La Libertad 1ra y 2da sección San Jorge Villas de Cactus San Rafael Fracc. San Luis		
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos del IDL obtenidos para la Cd. De San Luis Potosí.		

En la figura 29 se muestra una gráfica de las inundaciones en diferentes décadas en la ciudad de San Luis Potosí, donde se aprecia un incremento considerable de este tipo de evento en las últimas tres décadas 1980, 1990 y 2000.

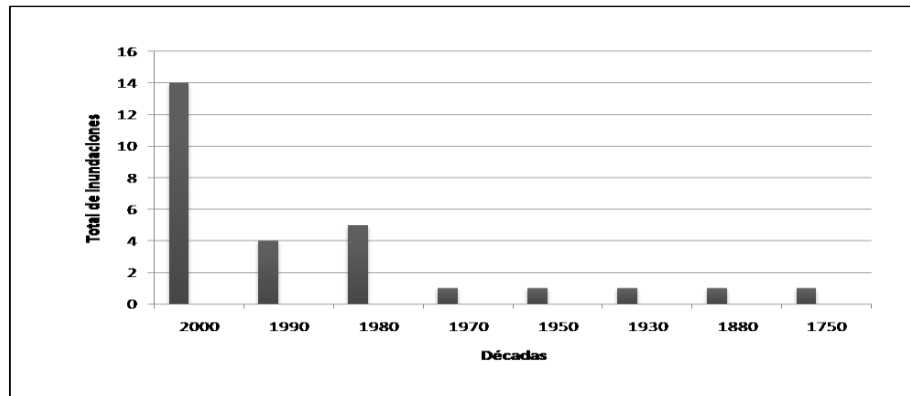


Figura 29. Total de inundaciones presentes en diferentes décadas en la ciudad de San Luis Potosí. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recabados en la revisión bibliográfica y hemerográfica.

En el mapa Zonificación del Coeficiente de localización del IDL (Figura 30) se observa la distribución espacial de la incidencia de las inundaciones en diferentes puntos de la ciudad, las áreas que han presentado mayor frecuencia al verse afectadas por inundaciones se encuentran localizadas al Este, Sureste y centro de la ciudad, sin dejar de lado las colonias del Norte las cuales han resultado afectadas por un menor número de eventos.

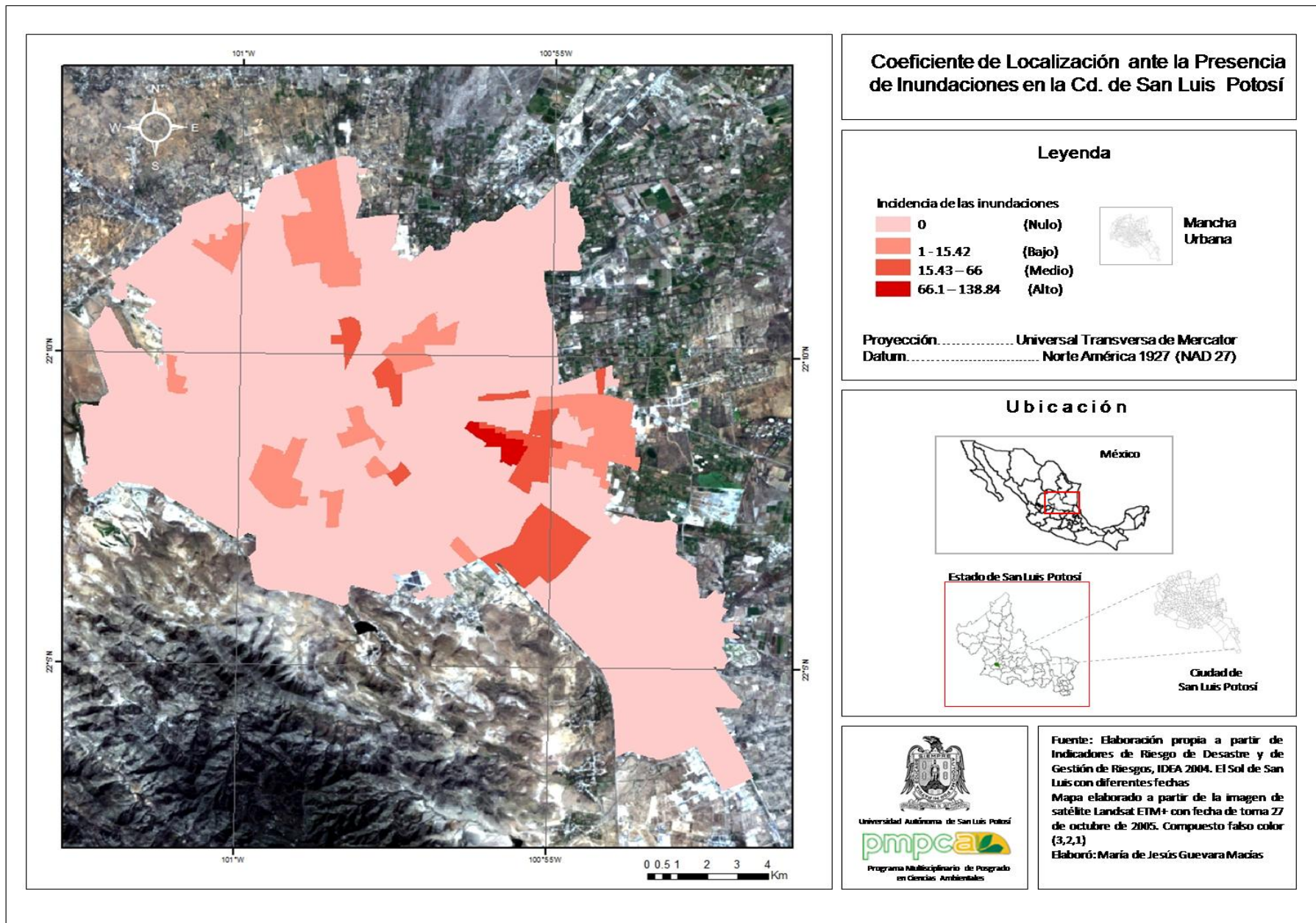


Figura 30 . Coeficiente de localización ante la Presencia de Inundaciones en la Cd. de San Luis Potosí

3.6 Índice de Vulnerabilidad Prevalente en la ciudad de San Luis Potosí.

El IVP permitió dimensionar espacialmente la vulnerabilidad de la población para conocer su distribución al interior de la ciudad en tres aspectos: exposición física, fragilidad socioeconómica y falta de resiliencia.

En el mapa zonificación de la susceptibilidad física del IVP (Figura 31) se muestra la distribución de la exposición o susceptibilidad de la población y de sus bienes a sufrir algún tipo de daño en caso de presentarse cualquier amenaza, la distribución espacial de este tiene unos ligeros cambios a los presentados en la Exposición Física, en este último se consideraron indicadores socioeconómicos, algunas zonas ubicadas cerca del centro de la ciudad forman una especie de corredores con dirección hacia las zonas Oriente, Norte, Sur y Sureste las zonas van incrementando con forme se acercan a la periferia.

De la parte central de la ciudad con dirección hacia el oriente se mantiene una vulnerabilidad de grado media al igual que la zona que corresponde a la zona industrial y las colonias aledañas a esta. Dentro de la clasificación de vulnerabilidad baja se encuentran áreas como el parque Tangamanga, el primer y el último bloque de la zona industrial. El área correspondiente al municipio de Soledad también se observa un incremento en las zonas con clasificación muy alta, seguido por alta y media.

En la Figura 32 se muestra la zonificación de la susceptibilidad física de forma específica de las zonas que presentan inundaciones en la ciudad. Se puede apreciar dentro de las áreas altamente vulnerables se encuentra la zona de Morales, parte de la Industrial Aviación, al sur de la ciudad colonias como Progreso, Nueva Progreso y Fraccionamiento el Aguaje. Las zonas inundables localizadas al oriente de la ciudad se encuentran clasificadas entre los rangos media y alta vulnerabilidad.

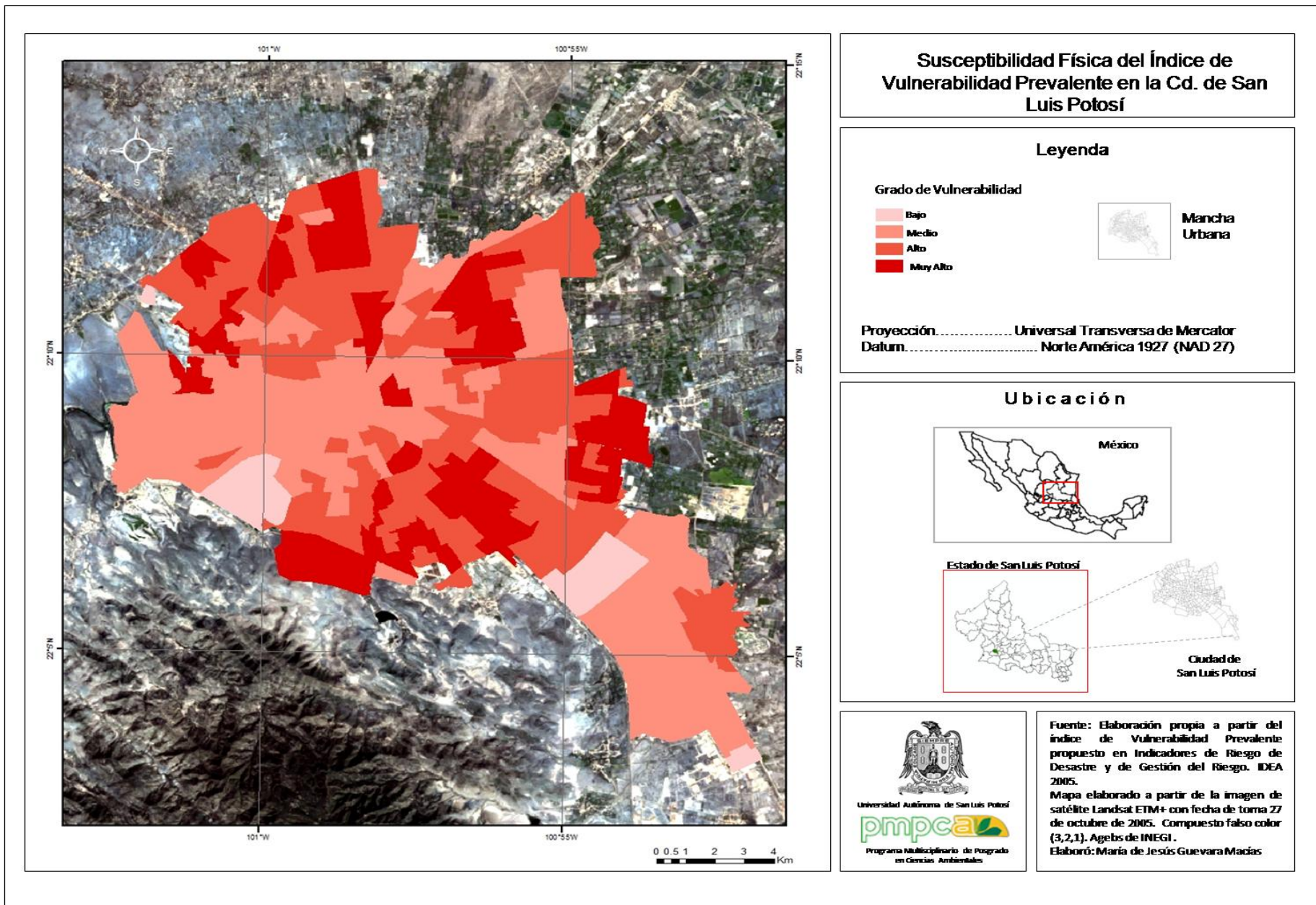


Figura 31. Susceptibilidad Física del Índice de Vulnerabilidad Prevalente en la Cd. de San Luis Potosí

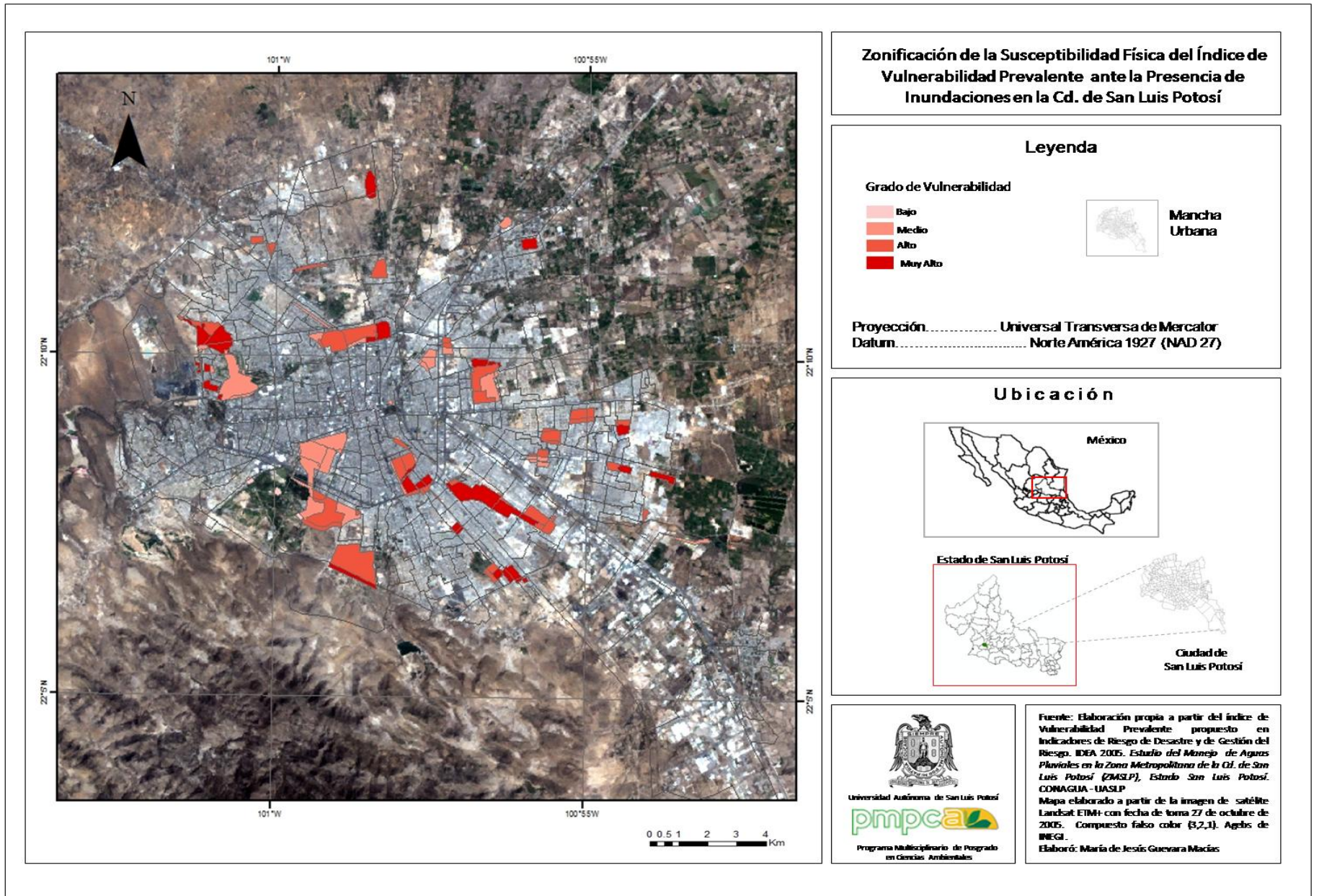


Figura 32. Zonificación de la Susceptibilidad Física del Índice de Vulnerabilidad Prevalente ante la Presencia de Inundaciones en la Cd. De San Luis Potosí

En la Figura 33 correspondiente a la parte del IVP-fragilidad socioeconómica se muestra un cambio considerable de la distribución espacial comparado con el IVP-Exposición física. En el IVP-Fragilidad socioeconómica se puede apreciar que las áreas del grado muy alto disminuyen, quedando una parte considerable cerca del centro de la ciudad. Este indicador también evidencia que las zonas más vulnerables se concentran hacia el Sur, Sureste y Este de la ciudad. Además se puede apreciar que una parte considerable de las zonas muy vulnerables se encuentran comprendidas en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez. Al sur de la ciudad corresponde a muy alto y alto, en tanto que las colonias del norte existe una mayor distribución de la clasificación media y baja, esta puede estar asociada a que tienen una cantidad considerable de población económicamente activa, al ser colonias de reciente creación.

En el mapa de zonificación de la fragilidad socioeconómica del IVP ante la presencia de inundaciones en la cd. de San Luis Potosí (Figura 34) se puede observar que zonificación un tanto parecida a la presentada en el de susceptibilidad física.

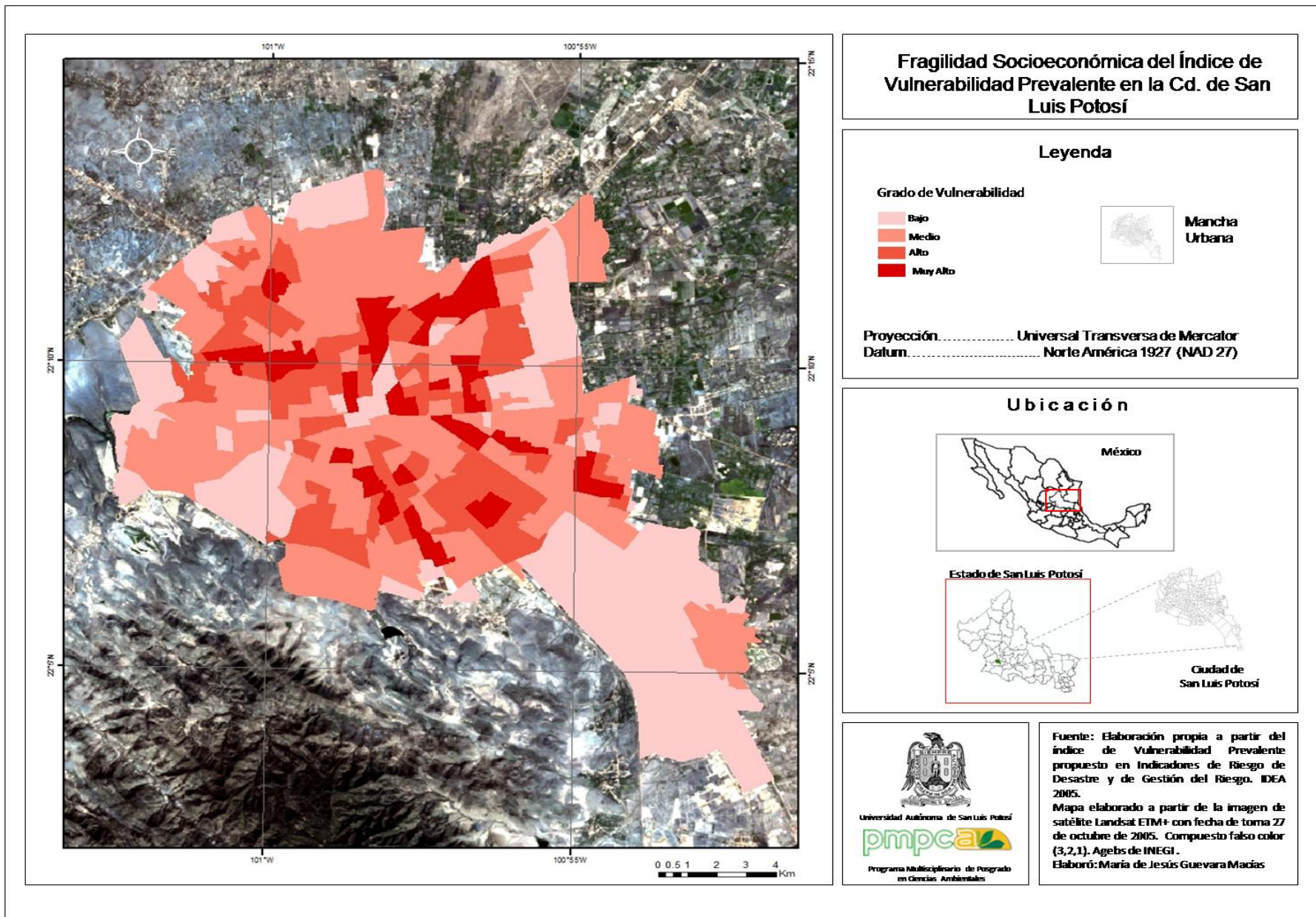


Figura 33. Fragilidad Socioeconómica del Índice de Vulnerabilidad Prevalente en la Cd. de San Luis Potosí

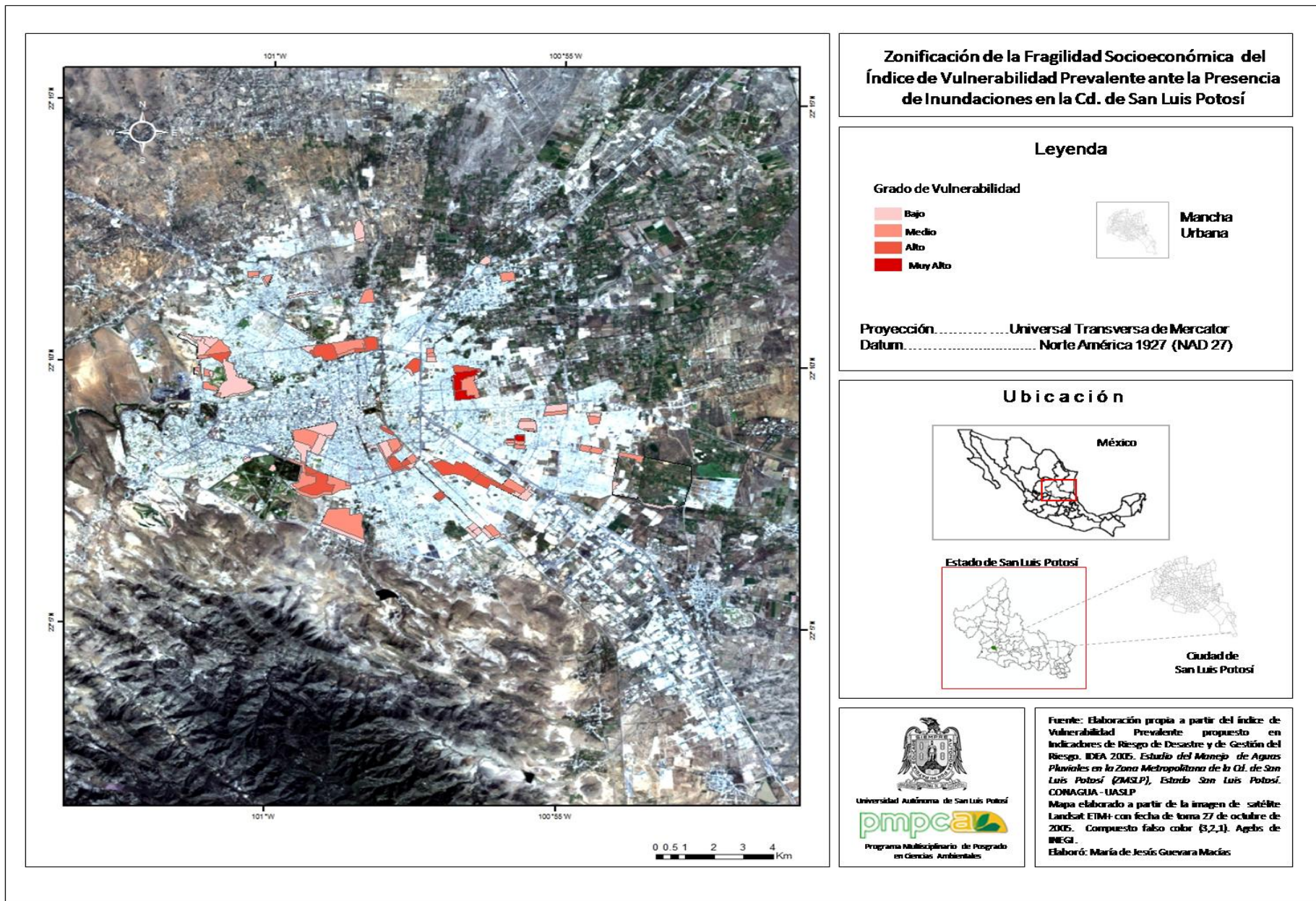


Figura 34. Zonificación de la Fragilidad Socioeconómica del Índice de Vulnerabilidad Prevalente ante la Presencia de Inundaciones en la Cd. De San Luis Potosí

A continuación se presenta el mapa de la zonificación de la falta de resiliencia (Figura 35), donde se presenta la distribución espacial, este indicador nos muestra la capacidad de absorber un evento, así como la capacidad de respuesta y de recuperación de la población. De acuerdo con la clasificación de cuatro categorías, en el mapa se puede observar una sectorización, donde a partir de las zonas de muy alta falta de resiliencia comienzan a distribuirse áreas con menor falta de esta, que van disminuyendo de grado de vulnerabilidad en un cierto orden, hasta llegar a la baja falta de resiliencia.

Las zonas con baja falta de resiliencia corresponden principalmente a la zona industria, áreas agrícolas en el municipio de Soledad, parques o jardines y el de la zona oriente corresponde a la planta de la Minera México. En la Figura 36 se muestra la falta de resiliencia para las zonas inundables de la ciudad, las áreas localizadas al sur son las que cuentan con una mayor falta de resiliencia, se puede considerar que esta zona es la de mayor perímetro.

La figura 37 muestra el IVP total obtenido de la sumatoria de los tres anteriores, presentándose así la vulnerabilidad total del índice en tres aspectos importantes, al apreciarse el grado de exposición de bienes y personas, muchas veces sólo se presenta alguno de los dos aspectos. Este indicador permite presentar ambos aspectos.

El Índice de Vulnerabilidad Prevalente nos muestra las zonas con una vulnerabilidad baja son aquellas que no se encuentran del todo pobladas o que son de reciente creación, la población que habita en ella son personas jóvenes, como es el caso de la zona Norte y la parte que pertenece al municipio de Soledad. Algunas partes que se encuentran en la clasificación muy alta son áreas que han presentado problemas de inundaciones como son las zonas del sur y sureste de la ciudad, cerca del estadio Plan de San Luis y la zona de cercana a Morales.

Por otra parte el IVP total para las zonas inundables en la ciudad (figura 38) muestra que estas áreas se mantienen en el mismo rango de vulnerabilidad a los presentados en cada uno de los indicadores, por tanto, se debería prestar atención a estas zonas porque en caso de ocurrir un evento de mayor magnitud a los que comúnmente se presentan en la ciudad, como pudiera ser un período extraordinario de lluvia, el cual podría causar problemas serios a la población que habita estas áreas. Además se debe considerar que muchas de estas áreas se inundan continuamente cada temporada de lluvia.

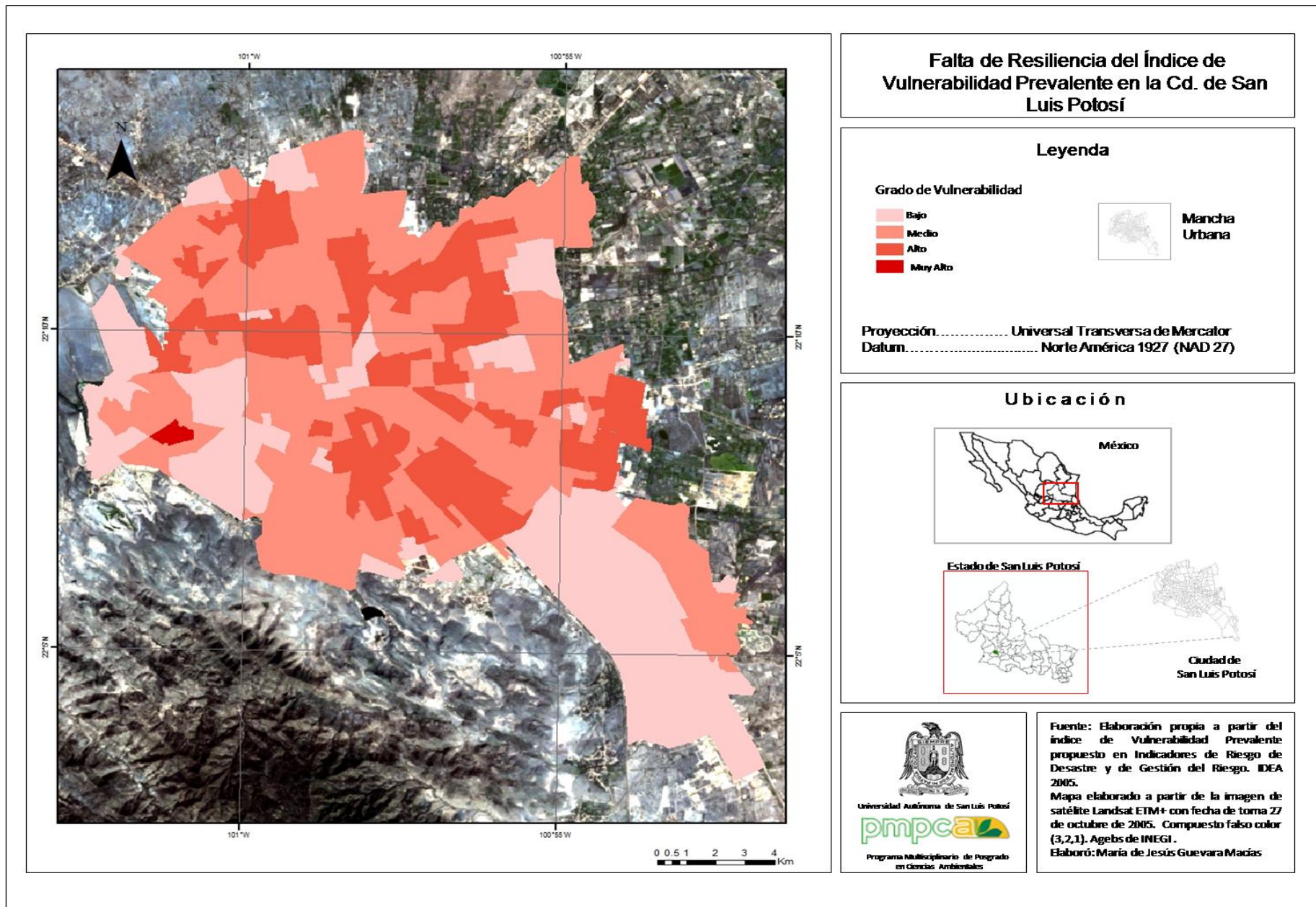


Figura 35. Falta de Resiliencia del Índice de Vulnerabilidad Prevalente en la Cd. de San Luis Potosí

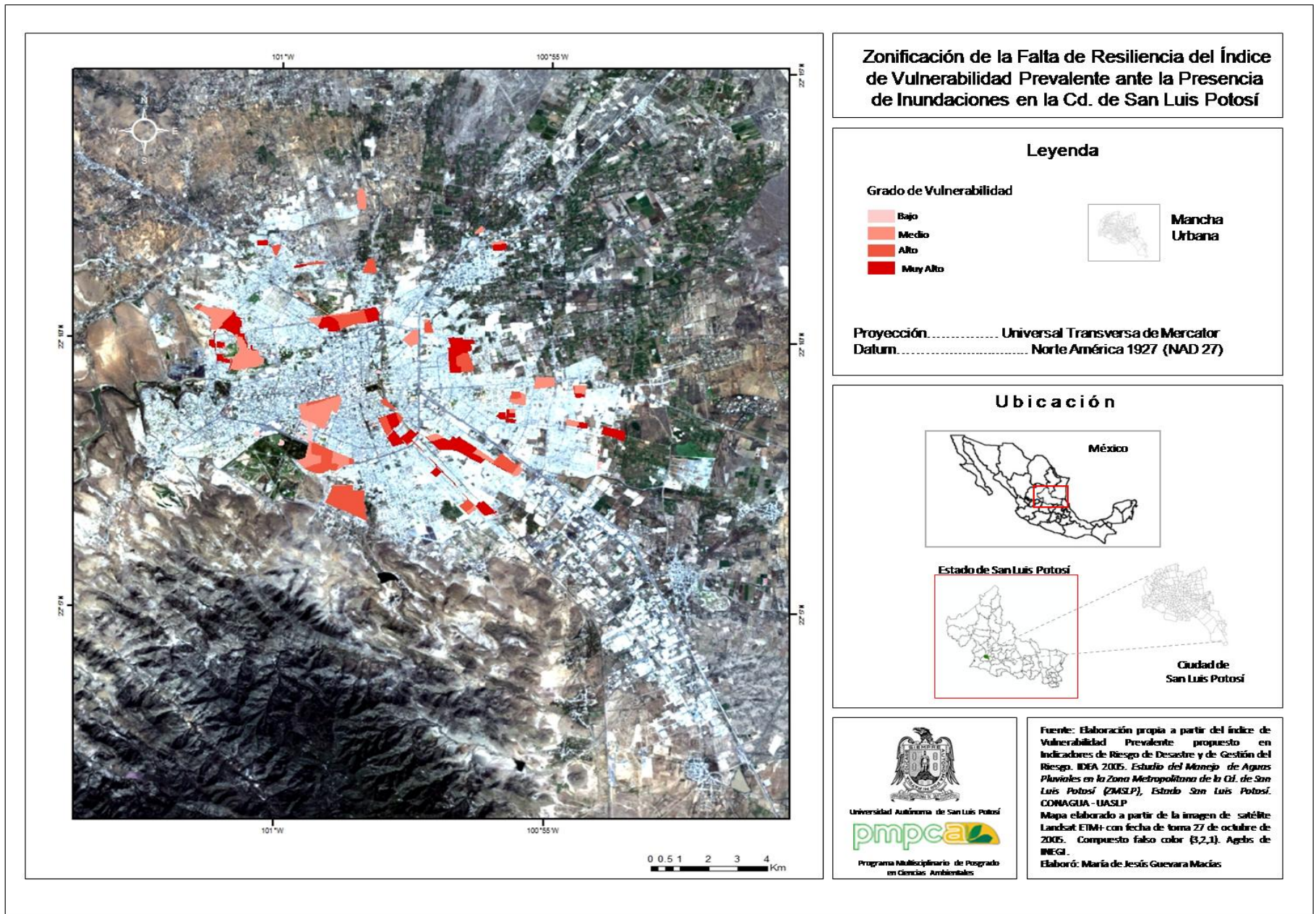


Figura 36. Zonificación de la Falta de Resiliencia del Índice de Vulnerabilidad Prevalente ante la Presencia de Inundaciones en la Cd. De San Luis Potosí

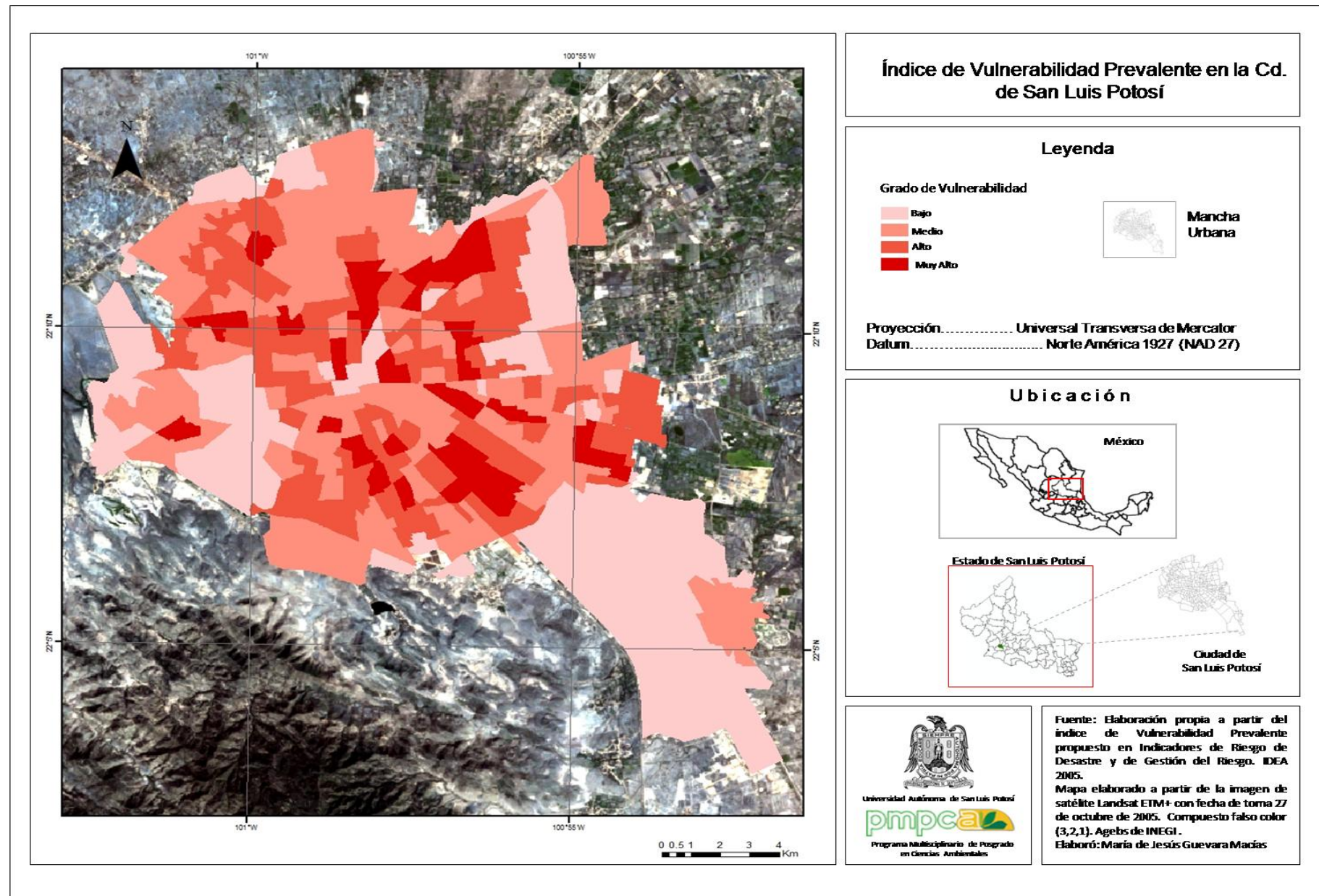


Figura 37. Índice de Vulnerabilidad Prevalente en la Cd. de San Luis Potosí

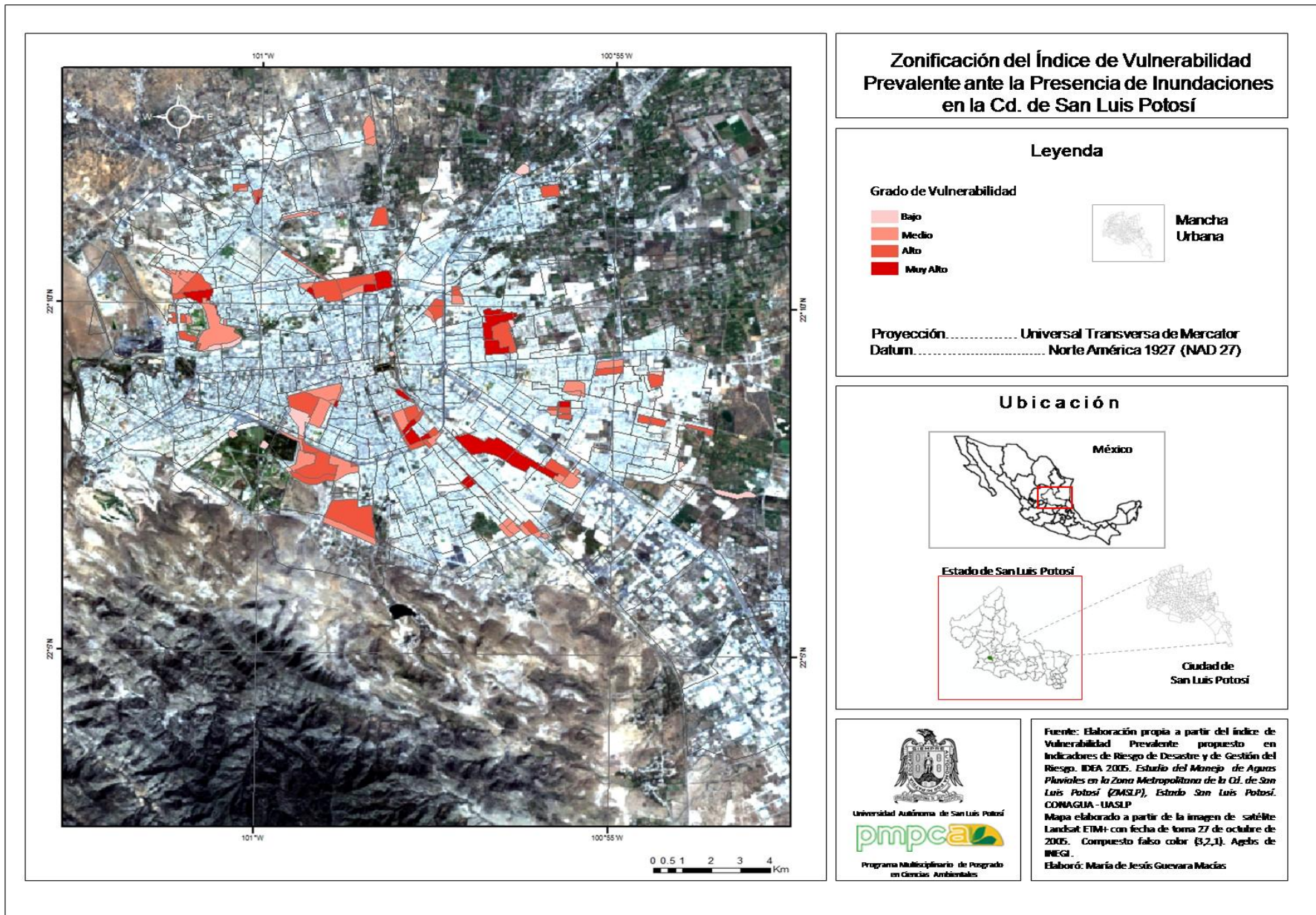


Figura 38. Zonificación del Índice de Vulnerabilidad Prevalente ante la Presencia de Inundaciones en la Cd. de San Luis Potosí

3.7 Zonificación de la vulnerabilidad socioeconómica a inundaciones en la ciudad de San Luis Potosí.

Utilizando la técnica de la evaluación multicriterio se realizó la suma de los indicadores utilizados previamente, se obtuvo como resultado la figura 39 donde se presenta de forma espacial la vulnerabilidad socioeconómica de los habitantes de la ciudad a las inundaciones.

En este mapa se observa la zonificación de la vulnerabilidad, ésta cambia totalmente a las presentadas en cada uno de los indicadores, un factor determinante en está, son las inundaciones que se han presentado en los diferentes puntos de la ciudad. Se puede apreciar sólo una zona con la clasificación de vulnerabilidad muy alta en la mancha urbana, el área corresponde a las colonias Fracc. Ricardo B. Anaya y Jaime Torres Bodet.

Las áreas correspondientes a una clasificación alta se pueden ver distribuidas dentro de toda la ciudad y muchas de estas fueron clasificadas muy altas en el IVP, algunas colonias correspondientes son al norte de la ciudad Rural Atlas, Torres de México, San Alberto, El Saucito, Villas Robles; en la parte correspondiente al municipio de Soledad están colonias como San Francisco, Central Maquinaría, Providencia, Villas de Morro, El Morro y parte de la cabecera municipal. En la parte sur de la ciudad Niños Héroes, barrio de San Juan de Guadalupe, San Luis Rey, Constitución, San Leonel, Satélite, Simón Díaz, Arbolitos, Fracc. Del Llano.

Otra parte considerable de la ciudad, se encuentra en la clasificación media de vulnerabilidad en la cual está la cabecera de la delegación de Villa de Pozos. Las correspondientes a nivel bajo, están asociados a áreas que cuentan con nula o baja cantidad de habitantes.

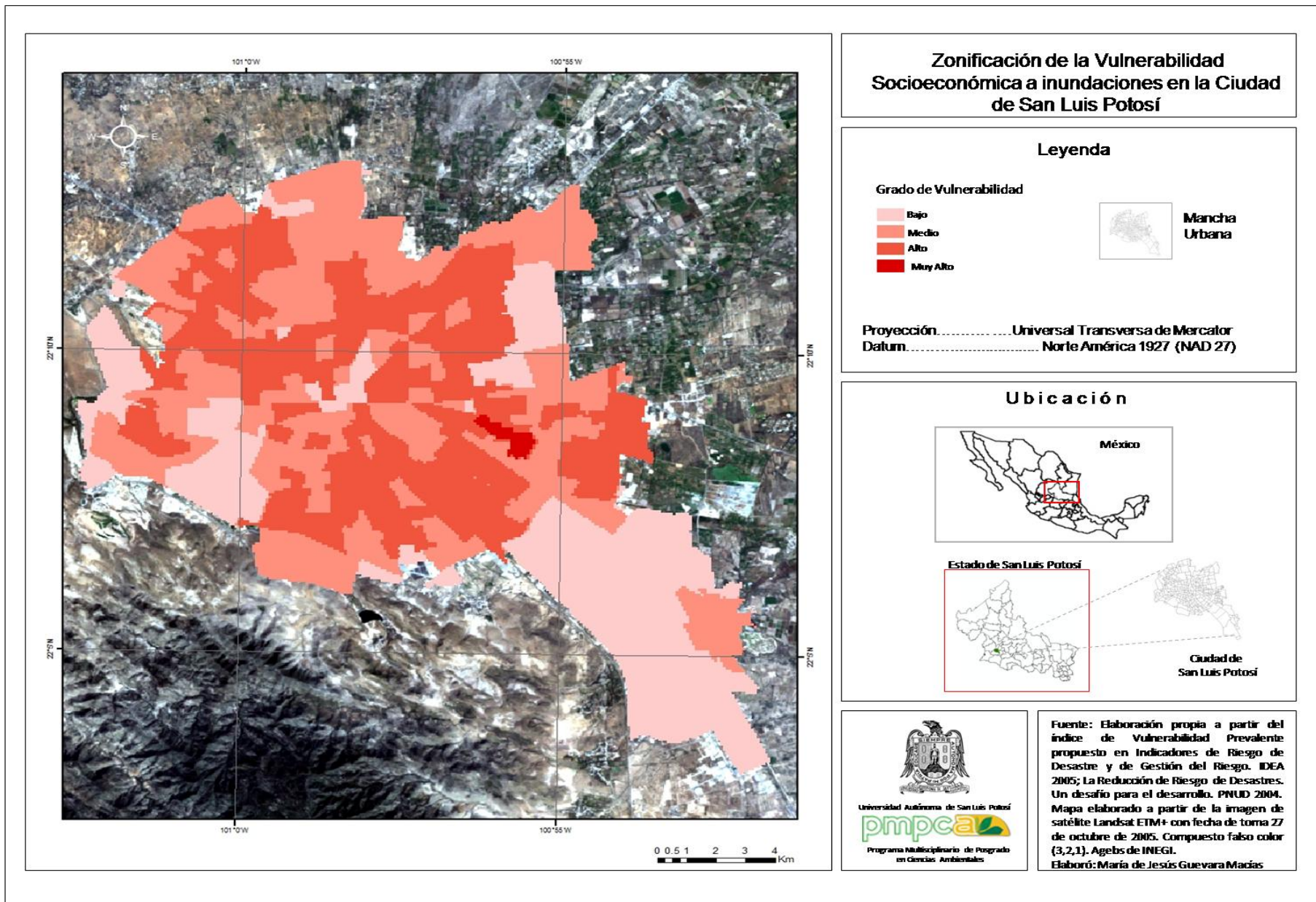


Figura 39. Zonificación de la Vulnerabilidad Socioeconómica a inundaciones en la Ciudad de San Luis Potosí

3.8 Percepción de las inundaciones.

Del total de la muestra calculada para realización de entrevistas que se pretendían aplicar en campo, se reconoció primero que las zonas que se enfrentan a inundaciones regularmente son más pequeñas que las propuestas por la Facultad de Ingeniería de la UASLP. Van en promedio por sectores de media cuadra a una cuadra, por lo que la población a muestrear se redujo considerablemente. Cabe considerar además la ausencia, reticencia o indiferencia de la población en el proceso de obtención de la información. De manera que se buscaron los puntos más representativos y con los informantes clave más confiables. Al final de un universo de 50 entrevistas semiestructuradas solo 10 fueron susceptibles de ser sistematizadas. Esto es resultado en definitiva del alto grado de incertidumbre asociado a la percepción

De los datos recolectados en las 10 encuestas que se realizaron, se determinaron los siguientes parámetros: el tirante de agua dentro y fuera en las viviendas este varía de acuerdo a la zona y los daños que esta ocasionaba están totalmente ligados a este, el cual presenta una variación dentro entre los 10 y 50 cm. al interior de las casas, en algunas colonias como Morales, Estadio, Sauzalito, Industrial Mexicana y Villas Saucito en agua no llega a invadir las viviendas, mientras que el tirante fuera de las casas va de los 15 a los 50 cm en promedio, algunas colonias sólo el problema según sus habitantes es esperar a que baje el nivel del agua para poder salir a las calles, ya que este es la mayoría de las veces un impedimento y esta tarda en promedio entre 2 y 48 horas en bajar dependiendo del sistema de drenaje con el que cuenta la zona.

En la Figura 40 se muestra una interpolación realizada con los datos recolectados en campo. En la primera imagen se muestra las zonas que tiene un mayor tirante de agua en las calles son Morales, San Luis Rey y Los Silos, en cambio donde se registran el área más afectada con el tirante más alto en el interior de las viviendas es la zona de Los Silos y los Molinos. El tiempo de duración del agua las zonas más afectadas son las correspondientes al oriente de la ciudad y disminuye con dirección del poniente.

Por ejemplo en la colonia San Francisco perteneciente a Soledad, la población considera que las recientes obras realizadas en el drenaje han funcionado satisfactoriamente, el sistema de alcantarillado ha cumplido con su trabajo y ya no tienen que esperar tanto tiempo, la zona más afectada es uno de los principales accesos a la escuela primaria de esa zona, al igual que los trabajos realizados en la Avenida México las inundaciones en esta zona han disminuido.

En otras colonias como Los Silos, Los Molinos, Fracc. Aguaje y San Luis Rey la población ha recurrido a realizar obras en sus viviendas con el propósito de evitar que el agua entre en sus hogares y por ende afecte sus bienes tal como se muestra en la Figura 41, donde se observa que la mayoría de la población ha recurrido a la construcción de una especie de barda en la puerta principal para evitar que el agua se infiltre por esta a las viviendas, en Morales al ser una colonia más antigua se recurrió a construir las casas en un nivel alto, aunque los habitantes de dichas colonias dicen que estas en algunas veces han resultado insuficientes, porque aun así el agua ha logrado infiltrarse hasta sus viviendas y causado daño a sus bienes. La mayoría de la población considera que las zonas se inunda con frecuencia es decir cada temporada de lluvias y la cantidad del nivel agua depende del tiempo que duren lloviendo.

En las colonias del Sureste de la ciudad son aun más graves los problemas asociados a las inundaciones, los habitantes de estas colonias consideran que la construcción de nuevos fraccionamientos empeora su situación ya estos son construidos en niveles de suelo más altos que los antiguos y el agua va a dar a lugares más bajos, como es el caso de Los Molinos, Los Silos y Morales en donde los fraccionadores se aseguran sólo evitar daños en las nuevas construcciones dejando de lado los riesgos para los habitantes de colonias y fraccionamiento aledaños, como en el caso de Morales donde se construyó una nueva privada y los fraccionadores desviaron el cauce del agua y pusieron un tope que evita que el agua llegue hasta el sistema de alcantarillado que había funcionando bien algunos años.

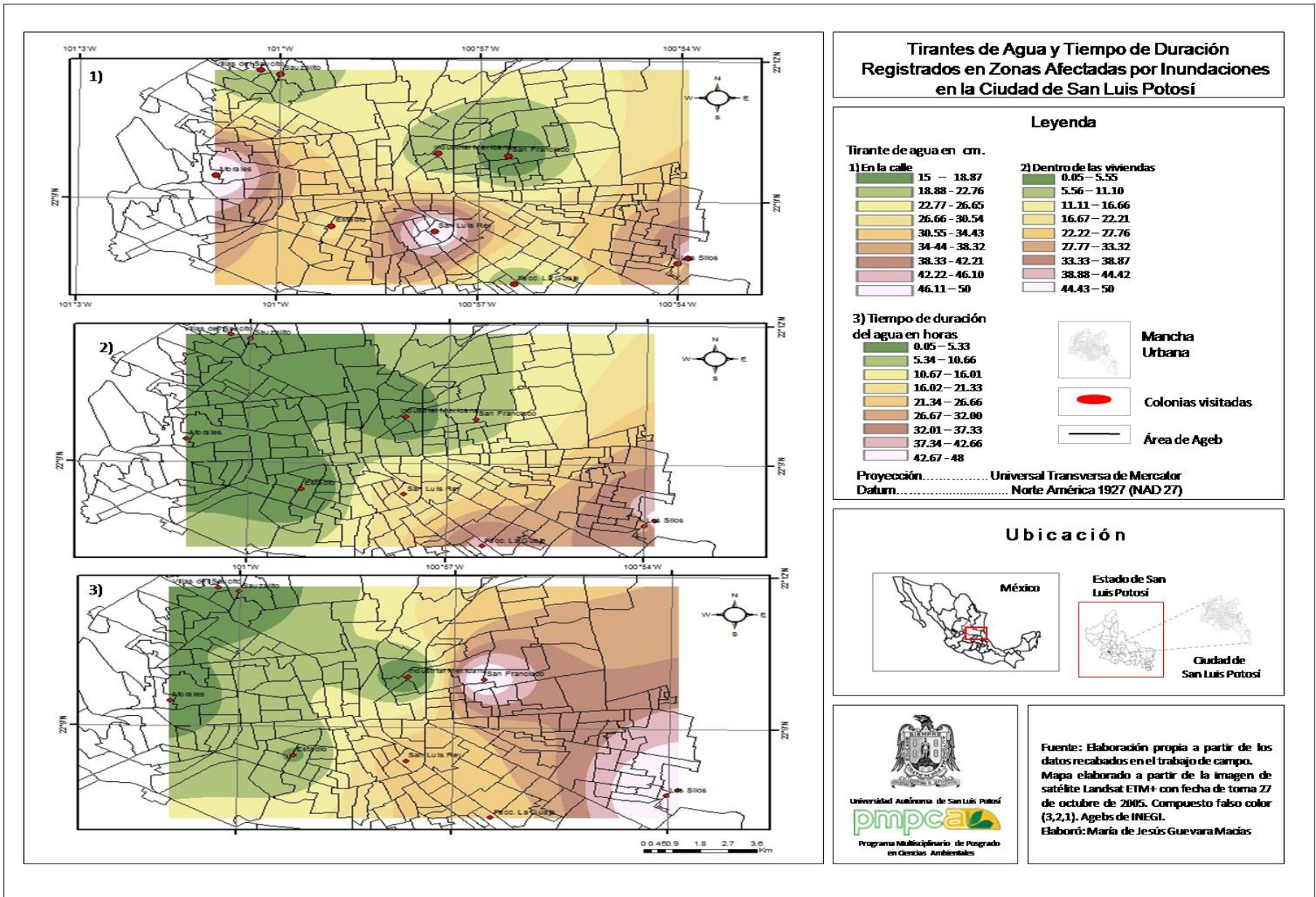


Figura 40. Tirantes de Agua y tiempo de duración registrados en zonas afectadas por inundaciones en la Ciudad de San Luis Potosí



Figura 41. Medidas tomadas en viviendas para evitar las inundaciones. Colonias: a) Los Molinos, b) Morales, c) Col. San Luis Rey y d) Fracc. Aguaje. Fuente: Fotografías recopiladas durante el trabajo de campo.

Conclusiones

- La amenaza por inundaciones en los centros urbanos, se ve potencializada por las modificaciones antrópicas al entorno natural. La infraestructura hidráulica para encauzar las inundaciones es insuficiente y no tiene el mantenimiento necesario.
- Uno de los principales aspectos a considerar en el momento de seleccionar una metodología, es la información que se necesita para su aplicación, ya que muchas veces ésta no se encuentra del todo disponible, y se puede presentarse como una limitante al momento de su aplicación. Por ende en ocasiones es necesario realizar una serie de adecuaciones que permitan una implementación adecuada. Este tipo de problemas probablemente pueden presentarse con mayor frecuencia en los estudios realizados en escalas locales, ya que mucha de la información encontrada en el caso de México, es calculada a partir de la escala municipal.
- Algunos autores consideran que los estudios sobre vulnerabilidad muestran solo una parte de la realidad, en la mayoría de los casos se determina a partir de eventos que ocurrieron en el pasado, por lo tanto estos estudios sólo presentan escenarios que podrían ocurrir siguiendo la problemática pasada ante cierto tipo de eventos, incurriendo necesariamente en cierto nivel de incertidumbre.
- Realizar estudios sobre vulnerabilidad revela las condiciones sociales y económicas en las que se encuentra la población de un determinado lugar. Para este caso se reveló de manera específica la vulnerabilidad de la ciudad ante la ocurrencia de inundaciones considerando la especificidad del sitio y la percepción de la población.
- Las metodologías existentes para medir la vulnerabilidad son muy diversas, y estas se deben elegir de acuerdo con lo que se pretenda evidenciar, según Wilches-Chaux hay diferentes tipos de vulnerabilidad y por tanto se puede ser vulnerable en múltiples aspectos.
- Utilizar indicadores e índices resulta de gran utilidad, estos pueden ser representados de forma numérica y espacialmente para evidenciar zonas vulnerables y servir en términos de planificación urbana.
- La evaluación multicriterio permite ponderar correctamente la importancia relativa de los indicadores considerados, replanteando cuando el caso lo amerita la relevancia de cada variable.
- Aun existe mucho trabajo por hacer en metodologías para medir vulnerabilidad, sobre todo metodologías aplicadas específicamente a centros urbanos en donde el

comportamiento de los fenómenos naturales presenta patrones caóticos de distribución espacial y frecuencia.

- Se debe considerar que la concepción del riesgo y vulnerabilidad cambia entre cada individuo, por lo que para algunas personas en la ciudad no existe un riesgo real ante las inundaciones porque los niveles de agua que se alcanzan no son suficientes para considerarlas como tal.

- Debería existir una normativa en el municipio que regule los niveles del terreno para evitar que el agua circule a fraccionamientos o colonias más antiguos. Incorporar criterios integrales de drenaje entre las zonas antiguas y las modernas.

- Aunque las zonas que presentan inundaciones frecuentemente son pocas comparadas con el área total de la ciudad, no por eso son menos importantes que otros problemas que enfrenta esta.

- Aunque desde el punto de vista de política urbana se habla de igualdad de condiciones para dotar de infraestructura a los habitantes de la ciudad, en la práctica existe una segregación por parte de las autoridades, ya muchas de las obras construidas y en proceso de construcción para evitar inundaciones, se encuentran focalizadas en la parte Oriente de la ciudad beneficiando sólo a cierto sector socioeconómico de la población.

- Otra problemática asociada a las inundaciones es que pequeñas obras construidas en las zonas que presentan severos problemas de inundación no tienen ni el funcionamiento ni el mantenimiento adecuados.

- El problema de las inundaciones en la ciudad parte de la inexistencia de planeación del crecimiento espacial de la ciudad, porque al no tenerse estudios previos sobre las condiciones naturales de las áreas a urbanizar, sólo se construye sin importar si los terrenos son apropiados, y por tanto se desconocen los riesgos que existan dentro.

- El gobierno municipal sólo se ha dedicado a dar algunas soluciones estructurales a las inundaciones en la ciudad, cuando se debería crear un proyecto de crecimiento espacial de la ciudad ambientalmente sustentable para evitar que las áreas inundables sigan en aumento.

- Cuando el gobierno pretenda implementar nuevas obras se debe considerar a la población afectada y afectable, porque muchas veces se realizan sin criterios técnicos que consideren el beneficio real de dichas obras, no solo en el presente sino en el futuro.

- Ya conocidas las zonas que presentan problemas de inundación en la ciudad, Protección Civil debería desarrollar algún sistema alerta para colonias como Cielo Claro, Los Silos y Los Molinos en donde han sufrido grandes estragos por las inundaciones.

Siempre se desaloja a la población de dichos lugares hasta después de ocurrido el evento, presentado por tanto pérdidas considerables.

- El trabajo de campo es complementario a la información previa que se pueda obtener, ya que este muestra una realidad que no está escrita y que es siempre cambiante pero útil en términos de planeación urbana.

- Este tipo de estudios no debería quedar sólo como una investigación que interesa a cierto grupo intelectual ó institución de gobierno, sino deberían de ser del dominio público para que los habitantes conozcan las amenazas a las que se encuentran expuestos en los lugares que habitan.

- Las inundaciones súbitas en la ciudad de San Luis Potosí, se están presentando con mayor frecuencia en los últimos 20 años. En la etapa preindustrial de la ciudad se necesitaba de fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios para que se inundara.

- Se puede considerar que las áreas inundables en la ciudad van en aumento proporcional con el crecimiento de las zonas urbanizadas, no solo por el crecimiento desordenado, si no por la alteración en los patrones de escurrimiento e infiltración.

- Aun falta trabajo por hacer, sería de mucha utilidad establecer nuevas posibles zonas inundables en la ciudad de San Luis Potosí, con el rápido crecimiento espacial que ha experimentado la ciudad en los últimos años. Muchos de estos aspectos de riesgo y vulnerabilidad se dejan de lado al momento de crear nuevas áreas habitacionales o industriales.

- El gobierno municipal debería implementar obras estructurales en las zonas inundables, considerando cada una de las particularidades y problemáticas específicas de estas, para que dichas obras tengan el funcionamiento requerido.

- Las autoridades correspondientes deberían de considerar como requisito para los fraccionadores la entrega de estudios de riesgos a los que se encuentran expuestos y riesgos probables que pudieran presentarse en las nuevas áreas a urbanizar en la ciudad.

- Se debe de elaborar un plan de crecimiento espacial de la ciudad, donde se consideren los riesgos y vulnerabilidades actuales a los que se encuentra expuesta la población, donde se considere la prevención y reducción de las áreas inundables en la ciudad tomando como base la gestión del riesgo.

- Es conveniente que las autoridades den un seguimiento a cada una de las obras destinadas a disminuir las inundaciones, porque muchas de estas cumplen en un principio con su propósito, posteriormente se ve afectado por la construcción de nuevos espacios y vuelven a presentar inundaciones.

-Los niveles de vulnerabilidad obtenidos del IVP para la ciudad de San Luis Potosí, son significativos en los aspectos de susceptibilidad física y falta de resiliencia, gran partes de las zonas inundables se encuentran dentro de la clasificación alta.

-Existe una coincidencia entre la cantidad de personas expuesta (Expfis) y la susceptibilidad física (IVP-FS), la implementación de obras aplicadas a la mitigación de las inundaciones se debe considerar de primera importancia en los planes de desarrollo, para evitar que aumente la cantidad de personas y bienes expuestos a corto plazo.

-Una vez conocidos los niveles de vulnerabilidad socioeconómica en la ciudad, se debe comenzar a tomar las medidas necesarias para evitar que las zonas vulnerables aumenten.

- Las zonas que presentan inundaciones cuentan con niveles muy altos de vulnerabilidad en exposición física y falta de resiliencia, en caso de presentarse un evento de mayores dimensiones la población afectada presentará serios problemas para recuperarse.

-Al no existir una correlación en los componentes del IVP entre la fragilidad socioeconómica y falta de resiliencia, se puede decir que el primer caso se evidencia las condiciones socioeconómicas actuales de población, y en el segundo los indicadores seleccionados son factores que aumentan o disminuyen la vulnerabilidad en caso de presentarse un desastre.

Bibliografía

Fuentes hemerográficas

- Periódico “El Sol” de San Luis, 20 de septiembre de 1955. Pág. 3/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 20 de septiembre de 1955. Pág. 1-3/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, uno de octubre de 1955. Pág. 1-3/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 28 de julio de 1958. Pág. 3/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 10 de junio de 1966.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 14 de junio de 1966. Pág. 1/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 15 de junio de 1966. Pág. 1/C.
- Periódico “El Sol” de San Luis, nueve de septiembre de 1967. Pág. 1/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 17 de octubre de 1967. Pág. 1/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 23 de junio de 1977. Pág. 1-3/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 14 de junio de 1985. Pág. 1/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 14 de junio de 1985. Pág. 4/B.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 14 de junio de 1985. Pág. 1-2/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 23 de junio de 1985. Pág. 1-2/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 24 de junio de 1985. Pág. 1/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, ocho de junio de 1986. Pág. 2/B.
- Periódico “El Sol” de San Luis, nueve de junio de 1986. Pág. 1-2/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 10 de junio de 1986. Pág. 1-2/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 11 de junio de 1986. Pág. 6/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, nueve de julio de 1991. Pág. 1/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 13 de julio de 1997. Pág. 1/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 16 de julio de 1997. Pág. 1/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 18 de julio de 1997. Pág. 1/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 21 de julio de 1997. Pág. 1/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 10 de junio de 2000. Pág. 1/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 31 de agosto de 2001. Pág. 1 y 4/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 19 de septiembre de 2001. Pág. 19/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 22 de julio de 2002. Pág. 1-4/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, tres de julio de 2003. Pág. 2/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, cinco de julio de 2003. Pág. 2/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, seis de julio de 2003. Pág. 1-4/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 10 de junio de 2004. Pág. 13/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 11 de junio de 2004. Pág. 3/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 12 de junio de 2004. Pág. 1/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, uno de julio de 2005. Pág. 1/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 26 de julio de 2005. Pág. 1/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 30 de julio de 2006. Pág. 1/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, cinco de junio de 2007. Pág. 1/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 10 de junio de 2007. Pág. 1/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, nueve de julio de 2007. Pág. 4/A.

- Periódico “El Sol” de San Luis, 19 de agosto de 2008. Pág. 1-3/A.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 23 de agosto de 2008. Pág.
- Periódico “El Sol” de San Luis, 25 de agosto de 2008.
- Periódico “El Universal” de San Luis, 15 de septiembre de 2009.
- Periódico “El Sol” de San Luis, cuatro de febrero de 2010. Pág. 1/A.

Fuentes Bibliográficas

- AHSLP. Archivo Histórico del Estado de San Luis Potosí. Mapas de la Ciudad de San Luis Potosí.
- Almazán Cadena, A. (2000). *Geografía de San Luis Potosí* (1a ed.). San Luis Potosí, S.L.P. Impresora Grafos
- Barredo Cano, J. y Gomez Delgado, M. (2005). *Evaluación multicriterio y multiobjetivo en el entorno de los sistemas de información geográfica. Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio.2ª* Ed. Editorial Ra-Ma. Pág. 43-119.
- BID – CEPAL. (2005). Banco Interamericano de Desarrollo y Comisión Económica para América Latina y el Caribe. *Información para la gestión del riesgo de desastres*. Estudio de caso México.
- Bitrán, D. (2009). *Metodologías para la evaluación del impacto socioeconómico de los desastres*. Serie Estudios y Perspectivas No. 108. CEPAL. México.
- Cardona, O. D. Coord. (2005). *Indicadores de Riesgos de Desastres y de Gestión de Riesgo. Informe Técnico Principal*. Universidad Nacional de Colombia. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Cardona, O. D. (1993). *Evaluación de la amenaza, vulnerabilidad y el riesgo*. La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina-LA RED. Disponible en: <http://www.desenredando.org>
- Cardona, O. D. (1986). *Conceptos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo*.
- Clement, I. A. (2001) *Tercer Mundo, Desarrollo, Desastres y Tecnología. Una mirada desde la Geografía*. Serie Geográfica. Tecnologías geográficas para el desarrollo: Experiencias de aplicación en América Latina. Número 10.
- Díez-Herrero, A., Laín Huerta, L., Llorente Isidro, M. (2008) *Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones. Guía metodológica para su elaboración*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. *Estudio del manejo de las aguas pluviales en la zona metropolitana de la Cd. San Luis Potosí (ZMSLP), Estado de San Luis Potosí*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Guevara Gasca, V. A. (2007). *Distribución espacial y abastecimiento del agua para uso humano, en el área metropolitana de la Ciudad de San Luis Potosí: problemática, implicaciones y alternativas*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí.
- HASLP. (2003). H. Ayuntamiento de San Luis Potosí. *Plan del Centro de Población Estratégico San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez 2003*.

- HASLP. (2009). H. Ayuntamiento de San Luis Potosí. *Plan Municipal de Desarrollo 2009 – 2012*.
- Hernández, B. (2004) *Drenaje de Aguas Lluvia Urbanas en Zonas Semiáridas*. ARQ. Julio No. 57. REDALyC.
- INEGI. (2009). *Provincias Fisiográficas*. Consultado en Marzo 10, 2009. Disponible en:
<http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/estados/definiciones/definic.cfm?c=444&e=06>
- Kenneth, H. (1996). *Daños ocultos y riesgos encubiertos: haciendo visible el espacio social de los desastres* en “*Desastres. Modelo para armar. Colección de piezas de rompecabezas social*.” México.
- Lagos Preisser, P. y Escobar Ohmstede A. (1996). *La inundación de San Luis Potosí en 1887: una respuesta organizada* en Virginia García Acosta (Coordinadora) *Historia y desastres en América Latina Vol. 1*. La Red.
- Lavell, A. (2000). *Desastres urbanos: una visión global*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales y La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina-LA RED. Disponible en: <http://www.desenredando.org>
- Lavell, A. *Sobre la Gestión del Riesgo: apuntes hacia una definición*. 22 pág.
- Lind, D., Marchal, W. y Mason R. (2004). *Estadística para Administración y Economía*. 11ª. Edición. México.
- Monroy, I. (1997). *Breve Historia de San Luis Potosí*. El Colegio de México. FCE . Fideicomiso Historia de las Américas. México.
- Montoya, R. A. (2009). *San Luis Potosí Novohispano. Origen y evolución sociodemográfica de un Real de Minas*. UASLP-CCSyH.
- Ortiz Rodríguez, A. J. (2010). *Análisis del impacto ocasionado por el fenómeno de subsidencia en la zona metropolitana de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México*. Tesis de Licenciatura en Geografía. UASLP. San Luis Potosí, México.
- Palacio Aponte, G. (1995). *Ensayo Metodológico Geosistémico para el Estudio de los Riesgos Naturales*. Tesis de Maestría en Geografía. UNAM. México.
- PNUD (2004). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo *La Reducción del Riesgo de Desastres. Un desafío para el Desarrollo*.
- Rivera Llanas, J. y Contreras Servín, C. (2009). *Variabilidad climatológica en la ciudad de San Luis Potosí durante el periodo 1878-2000 y su relación con el fenómeno de El Niño*. Boletín del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. Vol. 2, núm. 3. septiembre-diciembre.
- Romero, G. y Maskrey, A. (1993). *Como entender los de desastres naturales en “Los desastres no son naturales”*, La Red.
- Salas Salinas, M.A. y Jiménez Espinoza, M. (2007). Centro Nacional de Prevención a Desastres. Serie Fascículos. *Inundaciones*.
- WMO-APFM (2008) World Meteorological Organization y The Associated Programme on Flood Management. *Urban Floods Risk Management. A Tool for Integrated Flood Management*.

- Velázquez, P. F. (2004). Historia de San Luis Potosí. Vol. II y III. El Colegio de San Luis - UASLP. México.
- Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. en Maskrey, A. Los desastres no son naturales. La Red. p. 9-50.

Páginas Web

- www.ecapra.org Consultada en mayo de 2010
- www.em-dat.net - Université Catholique de Louvain - Brussels - Belgium Consultada en agosto de 2011
- <http://ciencia.glosario.net/agricultura/aguacero> Consultada en septiembre de 2011
- <http://www.tutiempo.net/diccionario/tormenta.html> Consultada en septiembre de 2011
- www.inegi.gob.mx Consultada en septiembre de 2011
- <http://proteccioncivilspl.blogspot.com/2011/06/33-colonias-podrian-verse-afectadas.html> Consultada en junio de 2011
- <http://www.rae.es/rae.html> Consultada en septiembre de 2011
- <http://redesinstitucionales.blogspot.com/2008/05/ciudades-medias-e-industria-cultural-en.html> Consultada en febrero de 2012