



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 ESPACIAL DE LA VULNERABILIDAD HÍDRICA EN LA
ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ-
SOLEDAD DE GRACIANO SÁNCHEZ, MÉXICO.**

PRESENTA:

LICENCIADO EN GEOGRAFÍA

GUILLERMO SIGFRIDO STEVENS VÁZQUEZ

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. PATRICIA JULIO MIRANDA

ASESORES:

DR. GERMÁN SANTACRUZ

DR. ALVARO GERARDO PALACIO APONTE

AGOSTO DE 2012

AGRADEZCO A CONACyT EL OTORGAMIENTO DE LA BECA-TESIS

Becario No. 231608

**LA MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES RECIBE APOYO A
TRAVÉS**

**DEL PROGRAMA NACIONAL DE POSGRADOS DE CALIDAD
(PNPC)**

Agradecimientos...

Estoy muy agradecido con Dios por prestarme la vida, por sus cuidados y todas las bendiciones a lo largo de esta etapa en mi vida.

Gracias a mi familia, en especial forma a mi mamá, por haber estado todo este proceso pendiente de mí, por su apoyo y motivación. De igual manera a mis sobrinas Ximena, Paulina y Areli, por que se que siempre estuve en sus oraciones.

Quiero agradecer también a todos los amigos que encontré en el PMPCA, estoy en deuda con ustedes, creo que todos me han aportado algo, gracias Olivia, Natalia, Moy, Quique, Mauricio y Mónica. De forma especial, Oli, Angélica, Natalia, Moy y Olivia jamás olvidaré la bonita familia que formamos y todos aquellos momentos especiales y únicos que vivimos juntos el primer semestre, los voy a extrañar mucho.

De manera especial agradezco a Angélica, una de las personas más inteligentes que he conocido, por compartir su conocimiento, por asesorarnos en las materias y por su amistad.

A Karla que durante mi breve estancia en la bonita ciudad de Morelia me recibió en su casa y demostró ser una gran anfitriona.

A Mary, que durante todo el proceso de maestría fue un apoyo para mí, desde el proceso de los trámites hasta la titulación, muchas gracias Mary, fue genial haber coincidido contigo de nuevo en esta etapa.

Y de forma muy especial, gracias a Olivia, por enseñarme a no darme por vencido, por haberme recibido en varias ocasiones en su casa, por compartir tantas experiencias conmigo, por todas esas pláticas y por que en todo este proceso siempre estuviste conmigo, en los buenos y malos momentos, muchas gracias!

A mis colegas Margarita, Enrique y Fabiola por su apoyo y asesoría en cuestiones técnicas del Sistema de Información Geográfica. Agradezco también a mi colega Alaidde, por que en este proceso de tesista siempre me dio palabras de aliento y motivación para poder continuar, gracias prima!

A los investigadores del IPICYT y RISSA que validaron el análisis multicriterio.

Gracias de forma especial a la Dra. Pati Julio Miranda, por que fue una gran experiencia haber trabajado con usted, gracias por que me motivó a mirar hacia delante y por que siempre cumplió con su compromiso como Directora de tesis, gracias por enseñarme que los cambios siempre traen cosas buenas en el camino, gracias Doctora, la admiro y estimo mucho y también la voy a extrañar.

A los integrantes del comité de tesis, Dr. Germán Santacruz, Dr. Gerardo Aponte y Dra. Caty Alfaro de la Torre por todos sus aportes a este trabajo de tesis.

A los profesores del PMPCA, en especial a la Dra. María Deogracias Ortiz Pérez, gracias por haber demostrado su compromiso con nuestro grupo y con el PMPCA en el primer semestre.
Al personal del PMPCA: Maricela, Lorena y Laura por todo el apoyo proporcionado.

Al Centro de Investigación en Geografía Ambiental de la UNAM por haberme recibido y dado un trato excelente, gracias a los profesores Dr. Pedro Sergio Urquijo y Dr. Gerardo Bocco. Así mismo mis compañeras de clase Yunuen, Bety, Ana, Laura y Lupita.

Gracias a mis amigos y hermanos en Cristo Miriam, Daniel, Cinthya, Karen y Martha, por sus oraciones. También a Nidia, Samanta, Silvia, Sam, Mary y Fer por que siempre hubo palabras de aliento, motivación y un poco de carrilla también.

Muchas gracias, Dios les bendice...

Finalmente, gracias a Dios por todas las personas con las que compartí el camino durante este viaje llamado maestría.

Guillermo Sigfrido Stevens Vázquez, Agosto de 2012.

ÍNDICE GENERAL

	Página
Introducción.	8
Contexto del agua.	9
El desarrollo sustentable y las ciencias ambientales.	9
La contribución de la Geografía: el análisis espacial.	10
Contexto de la ZM SLP-SGS.	10
La vulnerabilidad hídrica.	12
Antecedentes.	12
Antecedentes metodológicos.	14
Representación espacial de la vulnerabilidad hídrica.	14
Hipótesis.	14
Objetivos.	15
Justificación de la investigación.	15
Estructura del trabajo de tesis.	16
Capítulo 1 Marco Conceptual	19
La hidropolítica: el agua como recurso estratégico.	20
El paradigma ambiental: el desarrollo sustentable.	22
La crisis ambiental y la educación ambiental.	23
Geografía y ciencias ambientales.	24
El análisis espacial.	25
Sistemas de información geográfica.	27
Análisis multicriterio.	27
Análisis morfológico.	28
Riesgos y vulnerabilidad.	28
Vulnerabilidad hídrica.	35
Capítulo 2 Contexto	40
Contexto mundial del agua.	41
Contexto del agua en México.	42
Antecedentes en materia hidráulica en la ZM SLP-SGS.	45
El acuífero 2411 San Luis Potosí.	48
La gestión del agua en la Zona metropolitana: realidades y retos.	50
Disponibilidad y demanda de agua.	51
Plantas tratadoras de agua.	54
La respuesta del gobierno: la presa El Realito.	57
Críticas al proyecto.	59
Capítulo 3 Caracterización física del área de estudio	62
Climatología.	63
Hidrología.	66
Geología.	71
Fisiografía.	74
Relieve.	74

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México
Índice general

Capítulo 4 Metodología	75
Revisión de literatura.	76
Análisis morfológico.	77
El análisis multicriterio.	82
El Análisis espacial.	82
Capítulo 5 Análisis morfológico de los estratos socioeconómicos	85
Dinámica de la población.	86
Crecimiento urbano.	87
Análisis morfológico.	88
Caracterización socioeconómica por AGEB urbana.	92
La marginación urbana.	102
Capítulo 6 Resultados Vulnerabilidad hídrica	104
Localización de pozos y volúmenes de extracción.	105
Localización y profundidad de pozos.	105
Localización y Gasto promedio de pozos.	108
La calidad del agua para consumo humano en la Zona Metropolitana.	112
La infraestructura hidráulica.	118
La red de distribución.	119
Cobertura de abasto en la Zona Metropolitana.	120
Representación espacial de la vulnerabilidad hídrica.	122
Capítulo 7 Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica y su relación con los niveles socioeconómicos de la población	126
Correlación entre variables.	127
Agua como factor de segregación.	127
Relación espacial entre la vulnerabilidad hídrica y la marginación urbana.	128
Correlación de la vulnerabilidad hídrica con otras variables.	129
Hipótesis y objetivo particular, nula correlación: ¿rechazo de la hipótesis?	130
Capítulo 8 Discusión	132
Conclusiones y consideraciones finales	162
Conclusiones.	162
Obstáculos en la investigación.	166
Consideraciones finales.	166
Anexos	170
Colonias con red de más de 25 años de antigüedad.	170
Tipología del servicio por colonia.	172
Lista de pozos.	173
Bibliografía y fuentes de información	176

Índice de mapas, gráficas, figuras y tablas.

Mapa	Título	Página
1.1.	Localización geográfica de San Luis Potosí en el contexto nacional.	11
1.2.	Delimitación de la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez.	11
2.1.	Grado de presión sobre los recursos hídricos en el mundo, año 2009.	41
2.2.	Disponibilidad natural media per cápita en México por área hidrológica administrativa en el año 2008.	43
2.3.	Grado de presión sobre el recurso hídrico en México por región hidrológica administrativa al año 2009.	44
2.4.	Zonificación de las cuencas sanitarias en la ZM SLP-SGS.	56
2.5.	Localización geográfica de la presa El Realito.	58
2.6.	Área tentativa de abastecimiento de la presa el Realito en la ZM SLP-SGS.	59
3.1.	Climatología del área del acuífero 2411.	64
3.2.	Corrientes superficiales en el área aledaña a la ZM SLP-SGS.	67
3.3.	Localización y delimitación administrativa del acuífero 2411 de San Luis Potosí.	68
3.4.	Zonas de recarga del acuífero 2411 San Luis Potosí.	71
3.5.	Geología del área del acuífero 2411 San Luis Potosí.	73
3.6.	Hidrogeología del área del acuífero 2411 San Luis Potosí.	73
3.7.	Hipsometría del área del acuífero 2411 San Luis Potosí.	74
4.1.	División por cuadrantes del área de estudio.	79
5.1.	Crecimiento urbano de la ZM SLP-SGS en el periodo 1593-2011.	89
5.2.	Distribución espacial del equipamiento urbano en la ZM SLP-SGS.	91
5.3.	Zona metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez.	92
5.4.	Población total por AGEB en la ZM SLP-SGS en el año 2005.	94
5.5.	Población ocupada en el sector secundario por AGEB en la ZM SLP-SGS en el año 2005.	96
5.6.	Población ocupada que recibe menos de un salario mínimo de ingreso por trabajo por AGEB en la ZM SLP-SGS en el año 2005.	97
5.7.	Población ocupada que recibe más de cinco salarios mínimos de ingreso por trabajo por AGEB en la ZM SLP-SGS en el año 2005.	98
5.8.	Viviendas particulares con paredes de materiales ligeros, naturales y precarios por AGEB en la ZM SLP-SGS en el año 2005.	99
5.9.	Viviendas particulares con drenaje conectado a la red pública por AGEB en la ZM SLP-SGS en el año 2005.	100
5.9.1.	Viviendas particulares que solo disponen de drenaje y agua entubada por AGEB en la ZM SLP-SGS en el año 2005.	101
5.9.2.	ZM SLP-SGS: Grado de marginación urbana.	103
6.1.	Gasto promedio (extracción en litros por segundo) de los pozos en la ZM SLP-SGS.	106
6.2.	Profundidad de los pozos en la ZM SLP-SGS.	107
6.3.	Zona contaminada con envoltentes de grasas y aceites en el acuífero superior en la ZM SLP-SGS.	109
6.4.	Localización de pozos contaminados por concentración de fluor según límite máximo permisible de la NOM-127-SSA1-1994 en la ZM SLP-SGS.	111
6.5.	Concentración de fluoruro en agua de grifo domiciliario en la ZM SLP-SGS.	114
6.6.	Tipología del servicio de agua en la ZM SLP-SGS.	116
6.7.	Representación espacial de la vulnerabilidad hídrica en la ZM SLP-SGS.	117
6.8.	Representación espacial de la profundidad de los pozos por interpolación en la ZM SLP-SGS.	121
6.9.	Fuente de abastecimiento de agua en la ZM SLP-SGS.	123
6.9.1.	Colonias con infraestructura de más de 25 años de antigüedad según número de tomas en la ZM SLP-SGS.	124
7.1.	Correlación espacial entre marginación urbana y vulnerabilidad hídrica en la ZM SLP-SGS.	131

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México
Índice general

8.1.	Localización de hundimientos y agrietamientos en la ZM SLP-SGS.	152
------	---	-----

Gráfica	Título	Página
2.1.	Niveles de almacenamiento de agua en la presa de San José, años 2005 y 2006.	52
2.2.	Nivel de almacenamiento de agua en la presa de San José, año 2007.	52
2.3.	Nivel de almacenamiento de agua en la presa de San José, año 2008.	53
2.4.	Disponibilidad de agua en la ZM SLP-SGS.	54
3.1.	Precipitación promedio mensual en el área del acuífero 2411 San Luis Potosí.	65
3.2.	Distribución de porcentaje de lluvia.	65
3.3.	Registro precipitación promedio anual en el periodo 1950-2010.	65
5.1.	Proyecciones de crecimiento demográfico en la ZM SLP-SGS según CONAPO.	86
5.2.	Crecimiento demográfico en la ZM SLP-SGS según INEGI.	86
5.3.	Estimaciones de crecimiento demográfico en la ZM SLP-SGS según INTERAPAS.	87
6.1.	Volúmenes de extracción de agua subterránea en la ZM SLP-SGS.	110
6.2.	Extracción en litros por segundo (gasto promedio).	112
8.1.	Comparativa de agua residual producida y agua tratada en la ZM SLP-SGS.	149
8.2.	Reparaciones de fugas en la red de distribución de INTERAPAS.	152

Figura	Título	Página
4.1.	Proceso metodológico del trabajo de investigación.	84

Tabla	Título	Página
2.1.	Balances geohidrológicos del acuífero 2411 San Luis Potosí.	50
2.2.	La disponibilidad del acuífero 2411 San Luis Potosí según la NOM-011-CNA-2000.	50
2.3.	Plantas de tratamiento de aguas residuales en la ZM SLP-SGS.	57
2.4.	Acciones en torno a la gestión del agua en la ciudad de San Luis Potosí.	60
3.1.	Aprovechamientos superficiales.	66
4.1.	Lista de variables utilizadas en el análisis morfológico y su respectiva normalización.	80
5.1.	Tipología de ciudad de San Luis Potosí a través de la historia.	88
6.1.	Condiciones de la infraestructura de distribución de INTERAPAS.	118
6.2.	Antigüedad de la red de alcantarillado de INTERAPAS.	118
6.3.	Tipología del servicio de agua en la ciudad de San Luis Potosí.	120
6.4.	Matriz de valores del análisis multicriterio.	122
8.1.	Disponibilidad de agua en la ZM SLP-SGS en litros por habitante por día.	145

Introducción

“Así como el siglo XX es el siglo de las guerras por el petróleo, las guerras del siglo XXI serán por el agua... Quienes tengan ese recurso podrían ser blanco de saqueos forzados”

Ismael Serageldin, ex-vicepresidente del Banco Mundial (Shiva, 2003).

Contexto del agua

Uno de los retos a escala global es el acceso al recurso hídrico, debido a sus implicaciones en la salud, agricultura, desarrollo industrial y el funcionamiento de los ecosistemas. Un aspecto negativo recae en su desigual distribución en el mundo.

Según el Consejo Consultivo del Agua A.C¹., los recursos hídricos de un país se miden con base en la disponibilidad natural media de agua por habitante en un año. Únicamente se considera el agua renovable, es decir, el agua de lluvia que se transforma en escurrimiento de agua superficial y en recarga de acuíferos.

Actualmente la mitad de los países del mundo tienen una disponibilidad promedio baja y la tercera parte de ellos ya padece escasez. Las tendencias para México hacia el año 2020 no son alentadoras, al tomar en cuenta que tiene una disponibilidad promedio baja. Algunos factores que influyen en la disponibilidad de agua radican en la calidad del agua superficial, la disponibilidad de agua subterránea y sus niveles de explotación, la presión demográfica, presencia de actividades económicas y otros factores como las lluvias, las sequías e incluso las inundaciones (*Ibíd.*).

El desarrollo sustentable y las ciencias ambientales

El concepto de Desarrollo sustentable remonta a las conferencias internacionales de Estocolmo 1972, Montreal 1987, Río 1992 y Johannesburgo 2002. En donde se ha abordado la cuestión ambiental, al mismo tiempo de hacer propuestas, entre las que destaca la acuñación del concepto de Desarrollo sustentable, que propone un crecimiento de forma *sostenible*, que no comprometa las necesidades de las generaciones futuras. Paradigma que hasta el día de hoy está sujeto a una serie de interpretaciones por la complejidad tanto del concepto, como las contradicciones de los modelos de desarrollo económico e industrial.

En esta mismo contexto, emergen las Ciencias Ambientales, como consecuencia de la problemática ambiental derivada de los procesos de producción capitalista. Es después de la década de 1970, de Estocolmo 1972 y de la creación del PNUMA, que la cuestión ambiental ha ocupado un lugar importante en diversos espacios institucionales y en la toma de decisiones.

¹ <http://www.aguas.org.mx/sitio/index.html>

La contribución de la Geografía: el análisis espacial

La contribución de la Geografía a las Ciencias ambientales radica en el uso del análisis espacial o la dimensión espacial de lo ambiental. En el que los sistemas de información geográfica han tenido un papel clave, muchas veces como sustituto de la disciplina, que ofrece un marco conceptual. En palabras de Bocco (2009), el análisis espacial reconoce la localización relativa por arreglos o relaciones entre los objetos en el espacio, la localización absoluta o geométrica. En la parte técnica han contribuido las tecnologías de la observación de la tierra (percepción remota) y la representación de datos (cartografía) y análisis espacial por medio de los sistemas de información geográfica; aunque, si dichas herramientas son utilizadas sin un marco conceptual claro, éstas no cumplen con el papel para el cual fueron diseñadas.

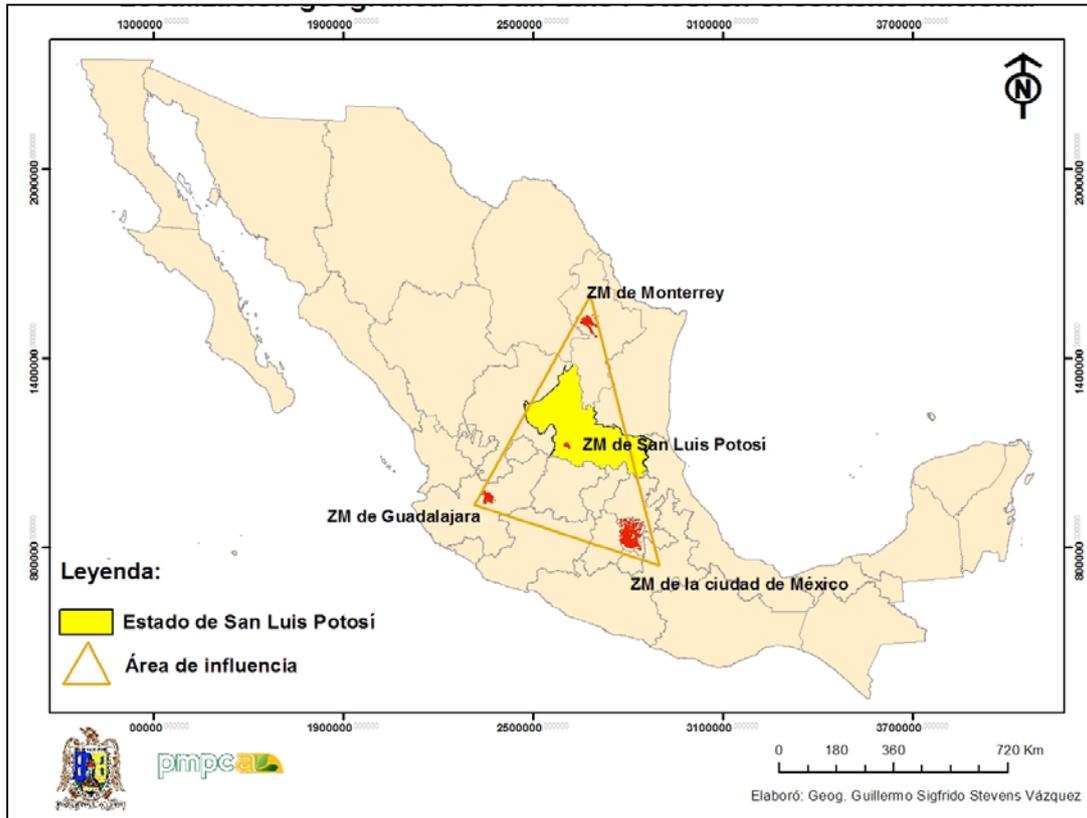
Las ciencias ambientales se han construido en sí, desde la década de 1970 más como un resultado de la creciente preocupación ambiental que como producto de una reflexión conceptual del tema. Mientras que la Geografía como disciplina aporta la visión espacial de la cuestión ambiental, ofrece enfoques, métodos y técnicas (*Ibíd.*).

Contexto de la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez.

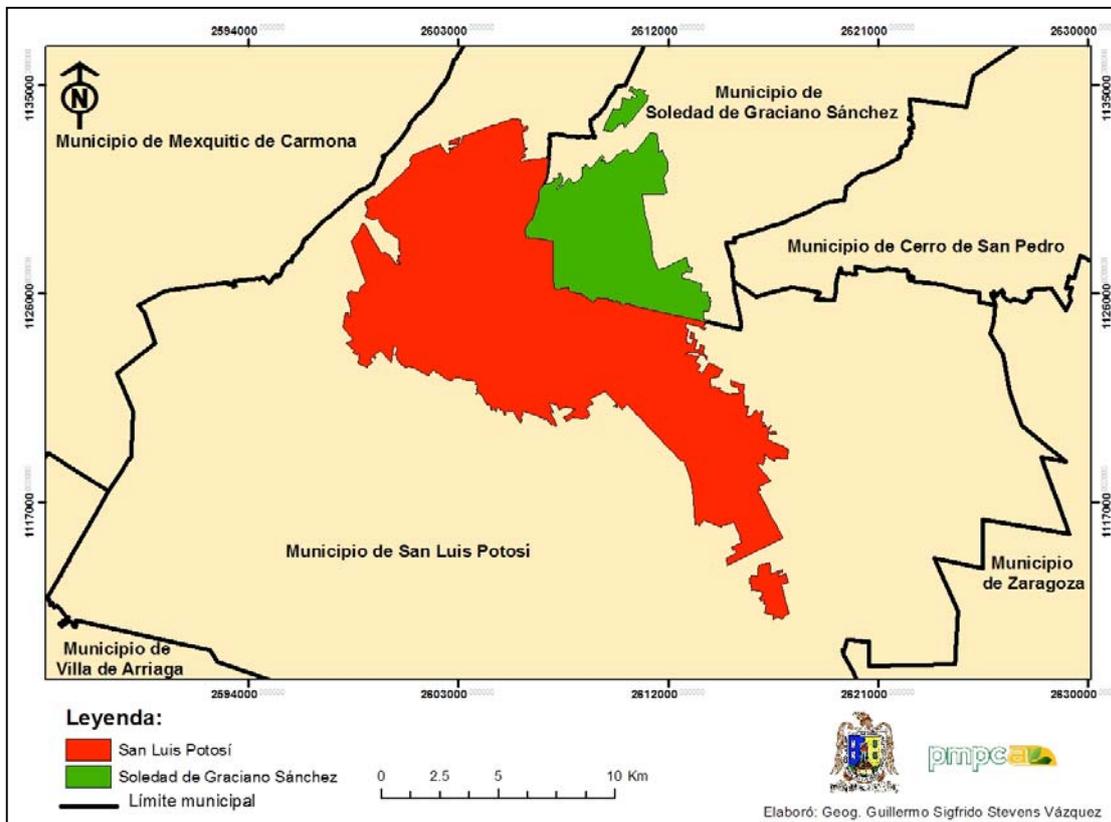
La ubicación geoestratégica de la ZM SLP-SGS respecto a los principales polos de desarrollo del país: Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey, le ha otorgado carácter estratégico (Mapas 1.1. y 1.2.) debido a que es paso obligado para dirigirse a cualquiera de los puntos mencionados anteriormente, así mismo, como ruta hacia el Golfo de México y la frontera Norte. Lo cual se traduce en una ciudad industrializada (empresas de productos químicos, metálicos y derivados del petróleo, procesadoras de alimentos, textiles e industria automotriz), factor que ha favorecido un crecimiento demográfico y espacial, lo cual ha traído consigo consecuencias como un crecimiento desmedido, especulación del suelo urbano, contaminación ambiental, urbanización en zonas “naturales protegidas”, inundaciones, problemas de abasto de agua, tráfico vehicular y una polarización social. La morfología de la ciudad revela la falta de planificación (trazado irregular) y aunque dicha planeación urbana existe desde el año 1993, el hecho radica en que los resultados obtenidos han sido muy pocos.

La problemática del agua que actualmente se vive, es una de las más graves con vistas hacia el futuro, al tomar en cuenta que la ciudad está asentada en un medio geográfico semi-árido y que depende fuertemente de los mantos acuíferos, los cuales cuentan con una vida promedio útil de por lo menos 25 años, lo cual traerá a futuro serios conflictos y desastres en la ciudad.

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.
Introducción



Mapa 1.1. Localización geográfica de San Luis Potosí en el contexto nacional.



Mapa 1.2. Delimitación de la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez.

Como referencia, la Presa de San José, respuesta a los problemas de abasto de agua en el siglo XIX (Camacho, 2001), actualmente abastece el reducido porcentaje del 8% de las necesidades de agua en la ciudad, el restante 92% queda a cargo del acuífero de la región (COTAS, 2005). El acuífero fue declarado en veda en el año de 1961, efectivo hasta la década de 1980, cuando hubo un registro de los pozos en operación (*Ibíd.*). La ZM SLP-SGS presenta un contexto de baja disponibilidad de agua y regular presión demográfica, según el Instituto Nacional de Ecología (Ávila, 2002) mismo que enfrentan 69 de las 121 ciudades más grandes de México.

La vulnerabilidad hídrica

La vulnerabilidad hídrica emerge como una construcción social, en el que la dinámica de la vida actual devela la escasez del agua dulce disponible, escasez que no afecta de igual forma a todas las personas o a todos los grupos, en relación a sus necesidades humanas y productivas, ya que la falta de agua fluctúa en tiempo y espacio, en lo cual influyen condiciones físicas y sociales, que subyacen y subsisten a la problemática de sobreexplotación y sobre-asignación del recurso hídrico, fenómeno que se conoce como *vulnerabilidad hídrica* (Campos, 1992; PNUD, 2006; Hernández 2010). Por su parte, Ávila (2002) trata la vulnerabilidad hídrica y afirma que ésta se puede medir de acuerdo al estado del balance entre abasto y demanda de agua, puede verse en cuatro niveles: La capacidad de mantener las actividades socioeconómicas, limitación en la disponibilidad de agua, el abasto del agua y la escasez de agua. En la que intervienen una serie de variables físicas, climáticas, ecológicas, sociales, políticas, demográficas y económicas.

Antecedentes

En el caso de la vulnerabilidad hídrica, no existe una metodología específica para su estimación y los enfoques son diversos. Así lo demuestran algunos estudios previos sobre *vulnerabilidad hídrica* en México.

Hernández (2010), cuyo trabajo titulado *Geografía del desequilibrio: un estudio de la vulnerabilidad hídrica entre habitantes urbanos y rurales de la Matlalcueye*. El autor hace hincapié en la forma distinta de concebir y aprovechamiento del agua entre habitantes urbanos y rurales (específicamente, población indígena), en el que las primeras se basan en privatización (en algunos casos) o gestión por parte de algún organismo; se ajustan así a la ley de la oferta y la demanda. Mientras que los pobladores rurales (indígenas) parten de una unidad territorial *indivisible*, debido a que el agua forma parte de un *todo*, compuesto a la vez por agua, suelo y bosque. El autor

parte de la idea que la falta de agua fluctúa en tiempo y espacio; y que la escasez del recurso hídrico no afecta a todos los grupos de igual forma.

El trabajo titulado *Disponibilidad de agua, un riesgo construido. Vulnerabilidad hídrica y crecimiento urbano-industrial en Silao, Guanajuato, México*; realizado por Carmen Maganda (2004) aborda la competencia urbana, municipal y estatal por una máxima asignación de agua en una ciudad del Bajío guanajuatense. Generalmente, se culpa al crecimiento de las ciudades de la carestía y del riesgo de la disponibilidad del agua, aunque, la relación entre los factores socio-económicos y el agotamiento de los recursos no es tan directa. Maganda tomó como base, la premisa de que la distribución de los recursos hídricos y la política hidráulica debe ser analizada en términos de los procesos políticos en los que se generan y toman las decisiones sobre la asignación del agua.

El estudio de *Cambio global y recursos hídricos en México: hidropolítica y conflictos contemporáneos por el agua* de Ávila (2002), contempla la situación de México en el contexto mundial en términos hídricos, a la vez que trata aspectos relacionados con la vulnerabilidad, seguridad hídrica, el agua y los conflictos en México; además de un panorama de la Hidropolítica a la gestión sustentable del agua. Ávila propone un método para evaluar la vulnerabilidad del agua de tipo cualitativo y exploratorio, en el que se muestren la diversidad de procesos que conducen a una situación de riesgos, en el que las regiones de México atraviesan por distintas situaciones y problemáticas que afectan la seguridad hídrica.

La secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) a través del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) (2010) en coordinación con el Programa Especial de Cambio Climático 2009 y el Gobierno Federal de México, publican el *Atlas de la vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático*, el cual considera las consecuencias del Cambio Climático como aspectos fundamentales en los últimos años, en el que la población de bajo nivel adquisitivo (sobre todo en países en vías de desarrollo) serán quienes sufrirán las peores consecuencias, esto al incrementarse su vulnerabilidad. Dentro del atlas, se incluyen aspectos relacionados con el índice de vulnerabilidad social, escenarios climáticos en México proyectados para el siglo XXI, precipitación y temperaturas máxima y mínima, impacto en la temporada de ciclones en México, así como vulnerabilidad de aguas superficiales, vulnerabilidad de la agricultura de riego y la calidad del agua. El objetivo se centra en la aproximación al problema desde la perspectiva de la vulnerabilidad, con el fin de llegar al diseño de políticas sociales, de prevención y adaptación del país ante el reto del agua en México.

Antecedentes metodológicos

En el caso de antecedentes metodológicos, el trabajo realizado por Mendoza (2008) titulado *Metodología para el análisis de vulnerabilidad del recurso hídrico para consumo humano; aplicación y determinación de medidas de adaptación en la subcuenca del río Copán*; Mendoza refiere a la relevancia de los análisis de vulnerabilidad en cuestión a la toma de decisiones sobre el manejo y la gestión del agua. Por medio de un estándar que consta de componentes y un grupo de indicadores, que integra aspectos cualitativos y cuantitativos; la metodología permite evaluar la vulnerabilidad de cada uno de los componentes, indicadores y de todo el sistema en conjunto. Según palabras del autor, la metodología constituye una herramienta flexible, que puede ser adaptada a las condiciones específicas de cada sistema de abastecimiento de agua para consumo humano. Además destaca la participación de investigadores del tema de varios países de Latinoamérica. Los cuales asignaron pesos a las variables propuestas por Mendoza.

Representación espacial de la vulnerabilidad hídrica

Después de un bosquejo de estudios previos y literatura sobre vulnerabilidad hídrica, se utilizaron variables que tuvieran representación espacial, como la localización de los pozos, su profundidad, la extracción de agua en promedio, la localización de las colonias con una red antigua de distribución así como la contaminación del agua, se continuó con una comparación con los niveles socio-económicos de la población, por medio de la representación espacial de la marginación urbana. Así se discutieron cuestiones como ¿Existe una relación directa entre vulnerabilidad hídrica y nivel socio-económico? ¿Cuáles son las áreas más vulnerables hídricamente en la ciudad? ¿Quiénes son vulnerables hídricamente en la ciudad?. He aquí el objetivo del trabajo de investigación, ante el cual, se formularon la siguiente hipótesis y objetivos.

Hipótesis:

El crecimiento urbano de la ZM SLP-SGS se ha realizado de forma no planificada, del cual derivan una serie de problemas ambientales y sociales, como el abasto del agua, ya que al haber más presión hídrica, los pobladores de la ciudad, de acuerdo a su nivel socioeconómico, se vuelven vulnerables al acceso del recurso, de seguir las tendencias mencionadas de crecimiento, esto conducirá a una re-polarización socioeconómica de los habitantes de la ciudad así como a futuros conflictos por el recurso.

Objetivo General:

Determinar la vulnerabilidad del acceso al recurso hídrico de los habitantes de la ZM SLP-SGS e identificar por medio de un análisis espacial, su correlación con los niveles socioeconómicos de la población.

Objetivos Particulares:

- 1.- Determinar el crecimiento urbano de la ciudad de San Luis Potosí por medio de un análisis morfológico de los estratos socioeconómicos.
- 2.- Diagnosticar el estado de la Gestión del agua en la ciudad.
- 3.- Analizar la vulnerabilidad del acceso al recurso hídrico mediante la ponderación de una serie de variables socioeconómicos de la población.
- 4.- Establecer la correlación entre la vulnerabilidad del acceso al recurso agua y el crecimiento urbano de la zona de estudio.

Justificación de la investigación

La ZM SLP-SGS atraviesa por un periodo de crecimiento industrial, económico, demográfico y espacial. Localizada además en un medio natural semi-árido que para el sustento de las actividades industriales y el abasto doméstico depende fuertemente de aguas subterráneas; según estudios, un 92% de la ciudad, aproximadamente más de 900,000 personas, dependen de este recurso. Abastecimiento efectuado por 122 pozos, los cuales, según la tendencia de extracción, deben ser perforados cada vez a mayor profundidad. Lo cual incrementa la vulnerabilidad a extraer agua contaminada, debido a los procesos geoquímicas que tienen lugar en el subsuelo. Del lado técnico, esto ha representado una problemática seria, debido a los costos de perforación, mantenimiento y distribución, se considera además que la infraestructura hidráulica de la ZM SLP-SGS rebasa ya los 60 años, a las exigencias actuales queda obsoleta.

En el aspecto social, hay un incremento en la diferenciación del servicio de agua, derivado a la falta de infraestructura o mal estado de ésta, se consideran pérdidas por fugas y distintos niveles de presión. En el peor de los casos, una ausencia del servicio. En el aspecto ambiental, la fragilidad del acuífero es evidenciada según estudios que manifiestan que se ha generado un cono de abatimiento en la zona urbana, además de problemas como hundimientos y agrietamientos en puntos marcados de la ciudad (Cotas, 2005; Arzate *et al.*, 2008; Noyola *et al.*, 2009).

Por medio del análisis espacial es posible comprender la estructura de un problema, esto al permitir analizar los distintos componentes del todo. Así mismo entender las relaciones entre los patrones existentes, de igual manera, por medio de herramientas como un SIG, es posible la visualización de datos y su representación espacial por

medio de mapas. Algunas de sus herramientas como el Análisis Multicriterio, permiten la integración de distintas capas de información, pero enfocadas a obtener un mismo propósito. En el que la participación de varios expertos en un tema favorece el enfoque a desarrollar. Al representar espacialmente cómo se comporta la vulnerabilidad hídrica en la ciudad, ésta otorga una herramienta de gran alcance en la gestión ambiental local del agua, herramienta que a la vez puede ser clave en materia de toma de decisiones. Esto además de generar nueva información, no sólo encontrar una descripción y explicación, sino poder generar información que pueda ser complementaria con proyectos afines con el crecimiento de la ciudad.

No existe una metodología específica que permita la estimación de la vulnerabilidad hídrica en una ciudad, por lo que el estudio, además de generar nueva información, puede favorecer la formulación de estudios posteriores; a la vez que la metodología empleada puede ser enriquecida con nuevos aportes, perspectivas y datos. Así como aportaciones a trabajos posteriores que orienten a las posibles soluciones del problema.

Se espera obtener de los resultados la localización de las áreas más vulnerables hídricamente (al tener una conjugación de las variables que la componen). Lo cual, en la gestión beneficiaría para poder así tomar medidas al respecto, conocer las fallas del sistema y proponer medidas de mitigación e incluso prevención, como respuesta a los problemas de pérdida de recursos por ineficiencia. Otro de los aspectos recae en la necesidad de enfoques integrales que consideren el total de componentes de un sistema, a la vez de proponer modificaciones a los patrones de consumo, debido a que la tendencia actual evidencia las consecuencias de un crecimiento no sostenible.

Una sección del trabajo, señala a la educación ambiental como una herramienta clave, no solo como un discurso moralizador, sino, como una práctica que involucre a las personas con el cuidado de los recursos naturales, de su conocimiento y su manejo.

La realidad de las ciudades del norte de México y otras más en el mundo con serios problemas de acceso al agua amenaza con alcanzar a la ZM SLP-SGS. Escenario en el que es vital conocer el comportamiento de los problemas hídricos en la ciudad, representarlos espacialmente, analizarlos y evaluar las alternativas integrales con el fin de darles respuesta, mitigarlos y prevenir estratégicamente.

Estructura del trabajo de tesis

En el capítulo uno, Marco Conceptual, se encuentran conceptos relacionados con cuestiones geográficas y ambientales y el paradigma ambiental del desarrollo sustentable. Así mismo, la educación ambiental. Se menciona el aporte de la Geografía como disciplina a los estudios ambientales, caso del análisis espacial. El

capítulo cuenta con un apartado sobre los riesgos y la vulnerabilidad, en el que se mencionan los aportes conceptuales desarrollados desde las ciencias sociales y humanidades. Se llega después al concepto de vulnerabilidad hídrica, en el que específicamente se centra el concepto en los problemas derivados al acceso, control y la misma carencia del agua, a la vez de tratar otras variables entre las que se incluyen aspectos naturales, físicos y sociales. El capítulo concluye con los parámetros establecidos la Organización Mundial de la Salud en materia de acceso óptimo al recurso hídrico, en referencia a las necesidades básicas del ser humano.

En el siguiente capítulo, se aborda el contexto de la problemática del agua como recurso estratégico, que cuenta con un grado de presión que varía de acuerdo a la conjugación de determinadas variables entre los países del mundo. En el contexto de México, el panorama no es alentador de acuerdo a las proyecciones futuras. En este capítulo, se abordan los antecedentes en cuestión hidráulica en la ZM SLP-SGS, desde la construcción de la presa de San José hasta la problemática del acuífero, mismo que enfrenta problemas por sobre-explotación desde la década de 1960. Se abordan los problemas que ha enfrentado la Gestión local del agua y se cierra con la respuesta del gobierno ante la situación.

El capítulo de Caracterización física de la zona de estudio habla de las condiciones naturales de la región: climatología, geología, hidrología e hipsometría. Mismos que evidencian la fragilidad del medio natural sobre el cual está asentada la ZM SLP-SGS. En el apartado metodológico se encuentran los pasos que indican como se realizó la investigación. Compuesta de fases que van de la revisión de la literatura a un análisis morfológico, mismo que fue integrado a un SIG, herramienta útil para el análisis espacial. De acuerdo a los resultados obtenidos, éstos fueron analizados en los siguientes capítulos.

En el capítulo cinco, se abordan los resultados del análisis morfológico: usos de suelo y variables a nivel AGEB de aspectos socioeconómicos de la población urbana.

Dentro del capítulo seis, se encuentran los resultados relacionados con la vulnerabilidad hídrica, se relacionan aspectos como la localización de los pozos, la evolución de sus volúmenes de extracción a través de los años y la calidad del agua. Se muestran los resultados referentes al estado de la red de distribución en la ciudad y cierra con la representación espacial de la vulnerabilidad hídrica, de acuerdo a la asignación de pesos a las variables dentro del análisis multicriterio que fueron proporcionados por especialistas del tema. Al final se hace un listado de las colonias clasificadas dentro de los rangos de la vulnerabilidad hídrica, aspecto fundamental en el siguiente capítulo.

El capítulo siete refiere a la relación entre la vulnerabilidad hídrica y los niveles socioeconómicos de la población de la ciudad. Se aborda la validación o el rechazo de la hipótesis del trabajo. Discusión que es abordada hasta el siguiente capítulo.

Dentro del capítulo ocho, se aborda la discusión, el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la investigación, se abordan premisas como: ¿quiénes son realmente vulnerables hídricamente en la ciudad? ¿hay una relación entre nivel socioeconómico y la vulnerabilidad hídrica?. Se contrastan los resultados obtenidos con lo que se espera obtener en la investigación.

Dentro del capítulo nueve, se enlistan una serie de propuestas, se consideran aspectos como los enfoques integrales, la importancia de la *espacialidad* en la solución de distintos problemas, muy relacionados con las bondades de herramientas como un SIG. Así mismo, aspectos relacionados con la educación ambiental y la necesidad de modificar los patrones de consumo actual.

Después se encuentran las conclusiones del trabajo, apartado en el que se mencionan los logros del trabajo de investigación, al tomar en cuenta aspectos más relevantes expuestos en los capítulos anteriores.

Antes de finalizar, se encuentra un apartado dedicado a los obstáculos en la investigación, después, en las consideraciones finales, se hace un bosquejo de las posibles variables que podrían dar una mayor certidumbre al desarrollo de la investigación, al considerar aspectos que puedan mejorarse (metodológicamente y a nivel conceptual). Como parte final, se abordan posibles propuestas de futuros estudios al tomar como punto de partida, los resultados obtenidos en la presente investigación.

Se incluyen en forma de anexos, información recolectada en el proceso de investigación, que proporcionan una visión complementaria del análisis.

Al final se presentan las fuentes bibliográficas y de información utilizadas como sustento de la presente investigación.

Capítulo 1

Marco Conceptual

La hidropolítica: el agua como recurso estratégico

El agua puede ser considerado como el recurso más valioso del planeta, es clave en el funcionamiento de los ecosistemas, fundamental para el desarrollo de la vida, aspecto básico en la fundación de las ciudades y un elemento crucial para las actividades agrícolas e industriales. Al ser un recurso que en algunas zonas escasea, su importancia estratégica aumenta. En el campo de la hidropolítica se pueden mencionar conflictos como el caso de las ciudades binacionales (fronterizas) y su acceso a la misma fuente de abasto, así como obras de infraestructura como presas en ríos que cruzan varios países. Según Ávila (2002) los conflictos por el agua emergen de aquellas tensiones sociales que surgen por el control de un recurso escaso, el acceso y distribución desigual, cambio de valores, percepción sobre su escasez, contaminación así como incompatibilidad de intereses. Para Elhance (1999), la hidropolítica es el estudio sistemático del conflicto y la cooperación entre Estados por los cursos de agua que atraviesan fronteras internacionales. Mientras que según Gleick (2002), la hidropolítica proviene directamente de la geopolítica y trata aspectos de acción militar relacionados con los recursos naturales en escenarios de poder de una nación. Además de ser considerado como tema de seguridad internacional. Por su parte Maury (2002) define hidropolítica como el conjunto de situaciones críticas que surgen por una falta de política del agua, que conlleva al conflicto y tensión por el uso, control y distribución del recurso. El autor aclara que no debe confundirse hidropolítica con la política del agua, que es ocupación del estado en materia de agua.

La cuestión de los recursos naturales va muy relacionada con la estrategia, así, la localización y valor estratégico de éstos supone el motivo de conflictos no sólo en la escala local, sino también en la internacional. La hidropolítica no es un concepto nuevo, ha sido objeto de análisis en textos y publicaciones generalmente enfocadas a la zona del Medio Oriente, zona en la que el control por los recursos hídricos ha supuesto escenarios de tensión entre los países de la región. Como concepto, no solo está ligado a los conflictos por su uso y exigencias; también está asociado con la presión sobre el recurso hídrico en los centros poblacionales, por ejemplo, la sobreexplotación de los mantos acuíferos (Ávila, 2002).

Al ir ligada con la geopolítica, supone una revalorización del recurso como estratégico, además de definir zonas estratégicas para su dominio, como ejemplo destaca la Amazonia, que además de ser rica en biodiversidad, cuenta con el río más caudaloso del mundo y el acuífero Guaraní, que son estimados como una de las reservas más importantes de agua en todo el mundo. En casos como el mencionado, la hidropolítica, lleva a suponer que las futuras guerras, aunadas a procesos como el cambio climático, serán por el control del agua. Guerras que incluyen además, una disputa por tener el

control del monopolio a nivel mundial. Como ejemplo, la ciudad de Cochabamba en Bolivia, en el que la privatización del agua conllevó a un encarecimiento del recurso que provocó el levantamiento de la población local, suceso denominado como la guerra del agua, proceso que determinó además el regreso del servicio a manos del estado (Monteagudo, 2010). Por su parte, De Alba (2007) refiere a la hidropolítica a conflictos de carácter socio-político, derivados de las protestas por el agua, casos en los que los ciudadanos confrontan al estado por deficiencias en la dotación del servicio. Define a la Hidropolítica como el conjunto de condiciones de una disputa por el agua, (se entiende) como un recurso geopolítico; permite a la vez resaltar el carácter geoestratégico de los conflictos por el agua. Se enfoca en el desarrollo de tensiones derivadas del uso, control y la distribución del agua, que incluye su deterioro y calidad. Los conflictos por el agua requieren referente espacial, donde se consideran los niveles local, urbano, regional e internacional. La escala local puede corresponder al plano del interior de la ciudad, (colonias y barrios) como unidad mínima de análisis.

La segunda escala trata las disputas políticas por el agua localizada en las ciudades, se sitúan tensiones entre diferentes actores sociales como la industria, el comercio o el sector inmobiliario. Los cuales expresan usos distintos así como abastecimiento y distribución desigual del recurso. La ciudad emerge así como territorio de luchas por un control diferencial del agua entre varios grupos sociales. En la escala regional, los conflictos por el agua surgen por el control de la fuente de abastecimiento, como ejemplo, numerosas zonas rurales han quedado subordinadas a los intereses urbanos. Los conflictos surgen por oposiciones rurales por el aprovechamiento de la fuente de abastecimiento por parte de la ciudad. Otro ejemplo de conflicto a escala regional, es el deterioro a los cuerpos de agua por la industria, agua de la que dependen otros grupos sociales como los agricultores y las zonas rurales.

La relación entre hidropolítica y la geopolítica de acuerdo a Bruzzone (2010) refiere a la competencia por acaparar recursos escasos; que conlleva a ser causa de conflictos, en el caso del agua dulce, ésta representa apenas el 2.5% del total del agua del mundo. La gran diferencia entre el petróleo y el agua, es que el recurso hídrico no tiene sustituto; el agua es vida, de ella dependen todos los ecosistemas del planeta. Es así que entre los factores críticos del siglo XXI están presentes la energía y el agua potable. Los recursos hídricos se tornan vulnerables a las consecuencias del modelo actual de consumo y explotación.

En el año 1997, Ismael Serageldin (ex-vicepresidente del Banco Mundial) declaró: *“Así como el siglo XX es el siglo de las guerras por el petróleo, las guerras del siglo XXI serán por el agua...Quienes tengan ese recurso podrían ser blanco de saqueos forzados”* (Shiva, 2003).

El paradigma ambiental: el desarrollo sustentable

El concepto de desarrollo sustentable tentativamente es una combinación sobre preocupaciones acerca de cuestiones ambientales relacionadas con cuestiones socio-económicas. La creciente extensión en el interés sobre el concepto de desarrollo sustentable, trata de un cambio potencial en el entendimiento entre la humanidad y la naturaleza. Escenario en el que los problemas ambientales han sido vistos principalmente en una escala local y gran parte de la sociedad cree que el conocimiento humano y los avances en la tecnología podrán superar todos los obstáculos (Hopwood *et al.*, 2005).

La prioridad de la Economía reside en la cuestión del crecimiento económico basado en el incremento de la producción; mientras que el concepto de desarrollo sustentable es el resultado de la creciente concientización de vínculos entre el planeta y los problemas ambientales, socio-económicos, la inequidad, la salud y el futuro de la humanidad; en el que la justicia social es al día de hoy y será a futuro, un componente crucial en el concepto de desarrollo sustentable.

Según Hopwood, un tema de debate sobre el concepto de desarrollo sustentable se encuentra en la sustentabilidad *fuerte* y la *débil*. La sustentabilidad débil ve el capital natural y el manufacturado como un intercambio con la tecnología serán capaces de generar huecos en el mundo natural. A su vez, la sustentabilidad fuerte declara que el capital humano no puede reponer una serie de procesos vitales para la existencia de la humanidad, como la capa de ozono, el ciclo de la fotosíntesis o el ciclo hidrológico. Un tema común es la confianza en los beneficios que la tecnología puede traer al ambiente, se cree que las nuevas tecnologías proveerán una economía más amplia y beneficios sociales para la humanidad así como una protección al ambiente. Es así que las crecientes preocupaciones ambientales de las décadas 1960 y 1970 dejaron que la década de 1980 llegara a ser parte de la corriente principal en los debates de crecimiento y desarrollo económico (*Ibid.*).

Por otro lado, los transformacionistas argumentan que una transformación de la sociedad así como las relaciones con la naturaleza son necesarias para evitar la crisis y un futuro colapso. Ellos ven fundamentalmente los problemas basados en la explotación por parte de un reducido grupo de la población.

Algunas cuestiones relacionadas con el desarrollo sustentable no están en las agendas políticas de la mayoría de las naciones del mundo, no hay un indicio de aumento de la equidad de la población, sino lo contrario. ¿Cómo la sociedad tratará el crecimiento de la desigualdad y los problemas ambientales? Actualmente y hacia el futuro parece que será dominado por opciones y más puntos de vista radicales. El futuro previsto por los transformistas toma un punto de vista diferente, que parte de

una degradación ambiental, pobreza y carencia de justicia no como una coincidencia histórica. Más que desechar el concepto de desarrollo sustentable, se debe recalcar que provee un marco en el cual se debaten las opciones de la humanidad (*Ibíd.*).

A finales de la década de 1960 se escuchaban las preocupaciones de occidente; y hacia la década de 1970 llamó la atención el ambiente biofísico, donde se consideraba a la población como culpable de ello. Por su parte, el Club de Roma publicó su obra *Los Límites del Crecimiento*, que mencionaba que el planeta cuenta con un límite, el cual, de seguir con el desarrollo económico y demográfico, llegaría a colapsar.

Suecia propuso realizar una cumbre en el año de 1972 en Estocolmo, fue en ella donde los temas ambientales se convirtieron en puntos de agendas internacionales. La conferencia de Estocolmo planteó que todo ser humano debe vivir en un ambiente de calidad que le permita desarrollarse dignamente y tener bienestar. Hacia el año de 1974, en Cocoyoc México, se realizó un simposium de expertos donde se discutieron algunos factores económicos y sociales que afectan el ambiente; dicho evento, sirvió como antecedente de la Estrategia mundial para la Conservación, que se publicó en el año de 1980. El concepto de desarrollo sustentable, según el informe *Nuestro Futuro Común*, refiere a satisfacer las necesidades actuales sin comprometer a las generaciones futuras; con lo que quedó inserto en el vocabulario ambiental.

Después del protocolo de Montreal en 1987, años después, en 1992 en los principios de Río de Janeiro se reafirmaron aspectos que ya habían sido tratados en Estocolmo (donde el ser humano reaparece en el centro de las preocupaciones), además del llamado programa 21, que surgió como parte del esfuerzo de organismos y gobiernos y se utiliza como medio de referencia en temas ambientales (*Ibíd.*).

La crisis ambiental y educación ambiental

Para Caride y Meira (2000) se ha insistido en la necesidad de contemplar la crisis ambiental como una realidad que trasciende los problemas de orden biofísico o natural. La crisis ambiental no puede ser entendida al margen de una crisis de civilización; la educación ambiental plantea idear alternativas que permitan pensar y hacer de otra manera, todo un desafío. La acción educativa puede comportarse como un mecanismo de alineación, cuando opera en el campo de los hechos fácticos y por el otro lado cuando se crea la ilusión de los problemas ambientales con una solución por medio de la técnica educativa de la ciencia aplicada.

La principal contribución de la educación a la resolución de problemas reside en su capacidad de elaborar conocimiento científico y técnico. Se apela a un desarrollo que se traduce en un proceso multidimensional e integral de adquisición de conocimientos, destrezas y valores, los cuales al ser combinados responden activamente a los retos

ambientales. Por otro lado, la formación ambiental define a las enseñanzas como un campo específico y especializado de las ciencias en el ambiente (*Ibíd.*).

La educación ambiental puede ser una técnica aplicada a la solución de problemas ambientales y desarrollo de habilidades para la gestión ambiental, abierta a las realidades sociales y orientada a modificar el comportamiento de las personas.

La resolución de problemas puede derivar hacia una labor de ingeniería social, donde cada problema tiene anticipada una solución funcional y adecuada, legitimada por el conocimiento científico y técnico. Entre los aspectos negativos, es absurdo concebir y practicar una pedagogía ecologista en el marco de una sociedad que no está regida por una racionalidad ambiental, ni en su dimensión, por la sustentabilidad.

Geografía y ciencias ambientales

Ambiente es un concepto polisémico, en el que pueden encontrarse dos corrientes, una de ellas plantea una ruptura entre organismo-entorno, sociedad-medio; desde luego con nociones biológicas y físicas. La segunda corriente parte de la inseparabilidad de sociedad y ambiente, utilizada desde aproximaciones desde las ciencias sociales a la noción de ambiente, en el que se reconoce a este como un producto social a lo largo de un determinado periodo de tiempo (Bocco, 2009).

Sobre las ciencias ambientales, la diversidad está dada por la perspectiva disciplinar desde la cual se proponga el marco pluri-disciplinar, en el que emergen tres principales perspectivas: la de las ingenierías, las ciencias naturales y la de las ciencias sociales. Según sea la perspectiva que se adopte para atacar un problema ambiental, se explicará el enfoque para contribuir al esfuerzo inter-disciplinario de las ciencias ambientales y así poder garantizar una mirada integral al problema en cuestión. En pocas palabras, el marco teórico en las ciencias ambientales es pedido prestado a la disciplina o campo que ofrece el enfoque.

En el caso de la Geografía, parte de sus intereses han estado vinculados en términos conceptuales como prácticos con la dimensión espacial del ambiente. Los geógrafos se cuestionan cómo es que la sociedad interactúa con el ambiente y cómo cambia el mundo por la acción humana; uno de los asuntos puestos en relieve en la geografía desde mediados del siglo XIX y reconocida como una de las cuatro grandes tradiciones del trabajo académico en geografía, las otras tres son las ciencias de la tierra, el análisis regional y el análisis espacial (*Ibíd.*).

En el caso de la escuela francesa, geógrafos de la era contemporánea se preguntan acerca de cuatro temas centrales, el primero de ellos se refiere a que las sociedades ocupan espacios que operan sobre ellos con modos de vida, el segundo refiere al impacto que estas sociedades ejercen sobre su medio, el tercero trata del lugar donde

ocurren estas actividades mientras que la cuarta abarca la dimensión temporal, donde a través del tiempo las sociedades producen espacios.

Es así la contribución de la Geografía a las Ciencias ambientales, el uso del análisis espacial aplicado a la evaluación de la problemática ambiental o la dimensión espacial de lo ambiental. En el que SIG han tenido un papel clave; muchas veces como sustituto de la disciplina, que ofrece un marco conceptual. Las ciencias ambientales se han construido en sí, desde la década de 1970 más como un resultado de la creciente preocupación ambiental que como producto de una reflexión conceptual del tema. Mientras que la Geografía como disciplina aporta la visión espacial de la cuestión ambiental, en el que ofrece enfoques, métodos y técnicas (Lewis, 1976, Bocco, 2009).

El análisis espacial

Todos los elementos tanto de carácter físico o social que rodean a los seres humanos traen una serie de cuestiones sobre la existencia de los mismos, además de su composición, funciones, distribución y organización espacial, así como la relación establecida entre ellos; y desde luego la relación entre éstos y los individuos. El análisis se define como la distinción y separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios o elementos, en el caso de Geografía, el análisis espacial se centra en el estudio de manera separada de los componentes del espacio, se definen elementos constitutivos y la manera como estos se comportan bajo ciertas condiciones; el análisis espacial se vale de herramientas técnicas que sólo pueden dar respuesta a una parte de la dinámica del espacio, más no a su totalidad (Madrid y Ortiz, 2005). Según Peña (2008) el análisis espacial consiste en el uso de un conjunto de técnicas de combinación entre los niveles de información (capas) con el fin de evidenciar patrones o establecer relaciones dentro de los datos que quedaban anteriormente ocultos al analista. Es una manera de inferir significado a partir del cruce de los datos.

A través del tiempo, la Geografía como disciplina del estudio del espacio, ha desarrollado y construido conceptos de síntesis como lugar, región, territorio y paisaje, con el fin de comprender la naturaleza del mismo, así también, identificar las relaciones con los individuos y el espacio y lograr determinar sus agentes transformadores.

Los principios metodológicos en Geografía nos hablan sobre la individualidad de todo punto localizable del espacio geográfico, en el que la premisa *localización* refiere al ¿dónde?, en el que ningún espacio es igual a otro; *causalidad* refiere a las causas y responde a la premisa ¿por qué?; *temporalidad* refiere a la variable temporal,

responde a su vez a la premisa ¿desde cuándo? Y la *relación* o *vínculo* refiere a las conexiones existentes entre sí.

Técnicas en el análisis espacial cumplen con al menos dos objetivos, el primero de ellos es identificar los componentes del espacio, mientras que el segundo se centra en utilizar un procedimiento que permita comprender la funcionalidad los componentes espaciales. Todo con el fin de contribuir a la búsqueda de respuestas a un problema y ver su participación dentro de la globalidad. Las herramientas técnicas usadas en el análisis espacial se pueden clasificar en técnicas cualitativas, cuantitativas, representaciones gráficas e incluso, los mismos Sistemas de información Geográfica.

El análisis espacial hace referencia a conceptos, métodos y técnicas cuantitativos que tuvieron su auge en las décadas de los 1950 y 1960, proceso que se conoce como la revolución cuantitativa. En el que las necesidades de capacidad de análisis se tornaron mayores, por lo que la adaptación de métodos estadísticos y la construcción de modelos matemáticos y nuevos métodos de investigación hablan de dicha tendencia. Esto para dar pie a las exigencias de universidades, centros de estudios y de planificación. Grandes cantidades de información fueron analizados con el fin de encontrar modelos, leyes y patrones, en el que la información generada, procesada y analizada permitiera un conocimiento más exacto en la distribución de los lugares y sus respectivas relaciones (Lewis, 1976). Unwin (1995; citado en Madrid y Ortiz, 2005) declara que la revolución cuantitativa surgió a partir de la unidad de metodología más que el desarrollo de una temática. Aunque el positivismo presentaba algunas críticas como la rigidez de los análisis conducentes a un determinismo estadístico, la incapacidad de los modelos desarrollados para predecir los patrones espaciales del comportamiento del ser humano y la confianza que era excesiva en resultados y la casi nula reflexión hacia ellos. Las técnicas cuantitativas dieron un giro a la Geografía, lo cual posibilitó nuevos esquemas de abstracción de datos espaciales. Además de su capacidad organizativa y tratamiento de datos.

Las relaciones espaciales son conceptos que surgen de la interacción entre el espacio y los eventos que en el ocurren. De las cuales existen nueve tipos, las cuales están organizadas en base a la mayor a menor dominancia de las propiedades del espacio o de los eventos, en este contexto son tres grupos de relaciones (Abler *et al.*, 1971; Haggett, 1977): la dominancia de las propiedades del espacio, el equilibrio entre las propiedades del espacio y de los eventos y por último, la dominancia de las propiedades de los eventos. Los tipos de relaciones espaciales son Proximidad (distancia, unidades costo y tiempo), Orientación (dirección, arriba o abajo, coordenadas), Exposición (concepto barrera u obstáculo, visibilidad), Adyacencia (en relación con la proximidad), Inclusión (ligado a la orientación), Coincidencia (dos o

más eventos comparten el mismo espacio), Conectividad (existencia de conexión y flujo), Agregación (dependencias unos de otros) y Asociación (interdependencia, las partes en asociación).

En las representaciones cartográficas, el mapa es una auténtica base para la investigación al suscitar problemas y facilitar la correlación espacial entre variables, un método altamente selectivo de plasmar las conclusiones alcanzadas en cualquier investigación de carácter geográfico. El mapa emerge como una herramienta fundamental de análisis de fenómenos, debido a su capacidad de abstracción de la realidad al hacerla entendible y conjugar objetos concretos y conceptuales (Madrid y Ortiz, 2005). El análisis espacial puede ser entendido como soporte técnico a la toma de decisiones, como parte de un proceso encaminado a dar respuesta a un problema.

Sistemas de Información Geográfica

En la actualidad los SIG emergen como una de las herramientas más útiles, es una aplicación que reúne a expertos o especialistas de todas las áreas del conocimiento, por lo que es posible encontrar SIG en estudios de áreas naturales, fenómenos naturales e incluso planificación urbana. Un SIG se define como un programa que almacena, gestiona, manipula y representa geográficamente datos con algún tipo de componente espacial (Chuvienco, 2008). Lo cual deriva directamente en información referenciada geográficamente almacenada de forma eficiente, al simplificar su actualización y acceso directo al usuario. El uso de un SIG obedece a la necesidad de modelar los patrones espaciales de los datos, información que puede estar en formato *raster* o *vector*. Los SIG vectoriales ofrecen la capacidad de medir distancias o longitudes, mientras que en los SIG es posible discriminar la información a nivel de píxel, del cual se obtiene una serie de información estadística. Un SIG no es sinónimo de análisis espacial, aunque constituye una herramienta para dicho proceso, aunque en la solución de problemas espaciales complejos emerge como una prioridad el uso de esta tecnología (Gómez y Barredo, 2005).

Análisis multicriterio

El paradigma decisional multicriterio apareció en la década de 1970, el cual supuso una revolución en el campo de la teoría de la decisión. Este enfoque surgió como respuesta al paradigma decisional tradicional; el análisis multicriterio es un conjunto de operaciones espaciales para lograr un objetivo al tener en consideración simultáneamente las variables que intervienen, bien sean factores o restricciones sirve de soporte para diversidad de objetivos; esto frecuentemente relacionado con la toma de decisiones espaciales y en ocasiones derivados hacia la evaluación multiobjetivo

cuando entran en juego fuerzas de competencia entre diferentes usos. El análisis multicriterio ofrece la oportunidad de obtener un análisis equilibrado de todas las facetas de los problemas de planificación, particularmente debido a que varios efectos intangibles como los sociales y ambientales pueden ser considerados cabalmente. A partir del planteamiento decisional multicriterio se han desarrollado una serie de paradigmas alternativos al tradicional, que permiten analizar con mayor precisión los procesos de decisión, que en el campo de la decisión territorial se debe tomar en cuenta con especial interés el componente espacial de los datos. Si bien, aún existe un rezago en materia de procedimientos de análisis en el campo de la toma de las decisiones en los SIG, la integración de estos elementos (SIG) y la decisión multicriterio, bien puede permitir procedimientos simultáneos de análisis en cuanto a los componentes del dato geográfico, de tal forma de proveer soluciones a problemas espaciales complejos (Gómez y Barredo, 2005). Este tipo de metodología permite hacer un análisis con diversas variables espaciales, al mismo tiempo que permite dar mayor importancia o ponderar variables, que con una previa justificación puedan tener un mayor peso dentro del análisis

Análisis Morfológico

El análisis es una herramienta del conocimiento científico que implica el comprender y conocer, una entidad determinada por medio de la descomposición de ésta; el separar un todo en sus partes o elementos, al hacer un examen detallado, distinción y separación de discriminación de la información para así comprender su esencia. En el que la elección está determinada según sea el enfoque o técnica a utilizar. En el caso del análisis morfológico, este refiere a conocer la forma urbana, al explicar como se agrupan los elementos urbanos, sus relaciones y el vínculo entre ellos. El cual comprende análisis del crecimiento urbano y de la trama urbana. En dicho estudio, se incluyen variables como el trazado, los usos de suelo e incluso características arquitectónicas (Acuña, 2005).

Riesgos y vulnerabilidad

Actualmente, las investigaciones sobre los centros urbanos emergen como un reto a dar respuesta a un buen ordenamiento, revitalización y renovación. Gran parte de los problemas por los que atraviesan las ciudades derivan del propio emplazamiento y condiciones del sitio; en el caso de la vulnerabilidad hídrica (como construcción social) ésta incluye relaciones sociales, culturales, económicas y políticas (Scornik *et al.*, 2004). Según García (2005) el concepto de construcción social asociado a los riesgos demuestra una gran utilidad analítica en los estudios de desastres, sobre todo en la

generación y evolución de planteamientos teóricos para la interpretación de la realidad, de modo que es posible determinar algunas variaciones de dicho concepto, asociados a la percepción y la vulnerabilidad.

El concepto de construcción social asociado con los riesgos demuestra su gran utilidad analítica en los estudios de desastres y los efectos que han causado en la sociedad, aunque también se le han atribuido significados de toda índole que han causado confusión. La construcción social del riesgo asociado con la percepción del riesgo es posible encontrarlo desarrollado de manera muy particular en Francia, justo en la obra dirigida por Jean-Louis Fabiani y Jacques Thyès titulada *La société vulnérable* (1987, citado en García, 2005) obra que reunía trabajos de más de 40 especialistas. Justo uno de los apartados lleva por nombre: “*El riesgo: ¿una construcción social?*” en el que uno de los artículos lleva por título “*La construcción social de riesgos mayores*” cuyo autor, el sociólogo Denis Duclos (1987) celebra que finalmente las humanidades hayan comenzado a abordar la problemática de los riesgos; reconoce además que el acercamiento antropológico del riesgo se ha desarrollado en torno al tema de la construcción social del riesgo a partir de mostrar como la percepción racional de los riesgos está marcada por falta de información y la omisión de los contextos sociales en la definición de los símbolos que permitan identificar los riesgos mismos (Duclos, 1987).

Cuestionarse si es posible contar con un discurso general que incluya diversos tipos de riesgos tanto naturales como tecnológicos desde la perspectiva de las ciencias sociales, se le atribuye a Mary Douglas (1996; Douglas y Wildavsky, 1982) mientras que la variante cultural en las definiciones de dicho concepto se le atribuye a Peretti-Watel (2000, citado en García, 2005).

Otro estudio bien logrado es el desarrollado por Thyès (1987, citado en García, 2005), a partir de una reconstrucción de los desastres ocurridos en Europa, en el que propuso una historización de la percepción del riesgo que dividió en tres partes. La primera de ellas la llamó etapa de miedo: la percepción del riesgo está asociada a la providencia, relacionada con las pestes y epidemias. La segunda parte está asociada con la industrialización, donde el miedo es sustituido por la angustia definida como un miedo sin objeto. Por último, la tercera parte refiere al riesgo insoportable, que abarca desde el hundimiento del Titanic hasta Chernobyl, refiere a desastres con riesgos *accidentales*, toma en cuenta lo nuclear como clímax.

Douglas (1996) decidió analizar las formas de como el ser humano distingue entre lo que es y lo que no es riesgoso (lo que acepta o no como riesgoso) reconoce además que cada forma de organización social está dispuesta a aceptar o determinar riesgos; los individuos están dispuestos a aceptar riesgos a partir de su adhesión a una

determinada forma de sociedad. Se trata de un sesgo cultural que ordena nuestra forma de percibir los riesgos. Douglas y sus seguidores dieron a la percepción del riesgo, una identificación como un producto de la construcción cultural de las sociedades en su devenir histórico. Menciona además que es necesario incluir de forma sistemática en los estudios de la percepción del riesgo público, los procesos sociales implicados en la formación de los conceptos. Califica además a la percepción del riesgo como una “*nueva subdisciplina*” dentro de las ciencias sociales. También habla sobre los otros tipos de riesgos, no solo los asociados con amenazas naturales o tecnológicas, sino también de los relacionados con los fenómenos económicos, políticos y del ámbito internacional. A partir de considerar a la cultura como un condicionante de la construcción social del riesgo, dado que la percepción que se tenga del riesgo se define de acuerdo con el horizonte temporal y éste se encuentra culturalmente determinado. Douglas y Wildavsky (1982) se refieren a tres sistemas de valor dentro del conjunto social, que justo corresponden a distintos tipos de organización, en el que el primero de ellos, el tipo *individualista*, heroico y competitivo; sensible a los riesgos económicos que acepta correr y que es inestable; el segundo es el burocrático, que percibe el riesgo solo por las amenazas de guerra o de desestabilización de las instituciones; mientras que el tercero, el sectario, sobrestima el riesgo tecnológico, ya que el catastrofismo le permite reforzar su estatus marginal. Según los autores mencionados, el equilibrio entre estos tres sistemas sirve para explicar la emergencia histórica de una u otra forma de amenaza, ya sea de tipo natural o tecnológico: “*La base del argumento antropológico es que los riesgos están siempre cargados de implicaciones morales: la percepción del riesgo depende del sistema social; los individuos utilizan los peligros del ambiente para sostener el sistema social al cual están vinculados criticando o disculpando por aceptar o no los riesgos*” (Douglas, 1987: 58, citado en García, 2005).

A finales de la década de 1990 se generó un nuevo contenido y uso del concepto de construcción social del riesgo, en el que influyeron una serie de factores, como los trabajos desarrollados por parte de la ONU a través del *Decenio Internacional para la reducción de los Desastres Naturales*. A partir de ésta surgieron múltiples reflexiones sobre el riesgo y desastres en varias zonas del mundo, esto como parte de los estudios empíricos que se han desarrollado e intensificado hasta la actualidad. Que mostró la creciente evidencia de estudios de caso en el que los desastres tradicionalmente atribuidos a causas naturales eran generados por prácticas humanas relacionadas con la degradación ambiental, el crecimiento demográfico y procesos de urbanización, vinculados en gran medida al incremento de las desigualdades socioeconómicas en todas las escalas, local, regional, nacional e internacional.

Evidencias empíricas que llevaron a la necesidad de conceptualizar las probabilidades de exposición a la ocurrencia de desastres de grupos sociales caracterizados por una elevada vulnerabilidad, concepto que por su utilidad analítica empezó a permear y pronto a dominar como eje medular en los estudios sobre desastres (García, 2005).

En estudios sobre eventos desastrosos, sobre todo en algunos países del llamado tercer mundo, fue posible observar que la génesis está vinculada con las actividades humanas, fue así que se desplegaron modelos alternativos para el estudio del riesgo y de los desastres que tenían como eje el análisis de la vulnerabilidad, en el que varios estudios desarrollados con este enfoque resultaron paradigmáticos, como ejemplos, trabajos como el de Wilches-Chaux (1993) sobre la vulnerabilidad global, que hace referencia a las distintas vulnerabilidades que incrementan la magnitud de desastres y que posteriormente fue renovado por Cardona (2001) al introducir la idea de diversas dimensiones de la vulnerabilidad.

De lo que se ha escrito sobre las complejas relaciones entre vulnerabilidad y desastre, destaca el título de *Vulnerabilidad* (Blaikie *et al.*, 1994), el cual ha sido definido como el tratado más contundente y globalizante que se ha escrito sobre el tema.

Es así que el surgimiento de modelos alternativos en el estudio de los desastres y en la adopción de la vulnerabilidad social como eje de análisis fue la reacción ante la insuficiencia analítica de los enfoques derivados del estructural-funcionalismo anglosajón, de igual manera, la necesidad cada vez más evidente de comprender los desastres no como eventos sino como procesos que se gestan a lo largo del tiempo y que derivan en sucesos desastrosos para las poblaciones. Esta perspectiva se identificó como el modelo alternativo en algunos ámbitos académicos.

Así, los elementos obtenidos de los trabajos empíricos determinaron el surgimiento, evolución y la consolidación de este enfoque. Del cual destacan algunas innovaciones como el énfasis de analizar el contexto del desastre e incorporar las variables socioeconómicas de los grupos, lo cual lleva al reconocimiento que la amenaza natural o antropogénica no constituye el único agente activo del desastre, por lo que el peso analítico debe ponerse en el riesgo y no en el producto que materializa su existencia, es decir, el evento. Deriva de este enfoque la necesidad de analizar de manera conjunta los efectos de la amenaza y los elementos que conforman el riesgo, entre los cuales la vulnerabilidad ocupa un lugar prominente (García, 2005).

El enfoque de la vulnerabilidad, denominado así debido al papel central que ésta y particularmente sus dimensiones socioeconómicas y políticas juegan en el proceso del desastre, se fundamenta en la evidencia empírica demostrada por la perspectiva histórica de que el riesgo y el desastre constituyen procesos multidimensionales y multifactoriales resultantes de la asociación entre las amenazas y determinadas

condiciones de vulnerabilidad que se construyen y se reconstruyen con el paso del tiempo (Oliver-Smith, 2002, citado en García, 2005).

El constatar que la vulnerabilidad es desigual y acumulativa, es un hecho aunado a la confirmación de la creciente generación de amenazas socio-naturales; si bien es cierto que el factor dominante en la condición de desastre es la vulnerabilidad [...] también es cierto que por la intervención humana [...] se genera una nueva gama de amenazas que difícilmente podrían llamarse “naturales” [se trata de las amenazas] “socionaturales” [...] que toman la forma de amenazas naturales y, de hecho, se construyen sobre elementos de la naturaleza, sin embargo, su concreción es producto de la intervención humana (Lavell, 1998).

La construcción social de riesgos relacionado con la generación y recreación de condiciones de vulnerabilidad y de desigualdades sociales y económicas, con la producción de nuevas amenazas, se asocia directamente con una creciente acumulativa construcción material de riesgos y desastres. Es imprescindible historizar los desastres, estudiarlos al seguir el modelo braudeliano de la larga duración con sus diferentes componentes. Examinarlos en el transcurso de la construcción de riesgos que incrementan diversas dimensiones de la vulnerabilidad y provocan un incremento de efectos nocivos de las amenazas naturales y la magnitud de los eventos desastrosos (García, 2005).

Sin embargo, la primicia en el reconocimiento de que desastres y amenazas naturales no son sinónimos y que los desastres son socialmente contruidos no puede atribuirse al así denominado “*enfoque de la vulnerabilidad*”, ni al grupo reunido por el Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO), que con la misma perspectiva publicó: *Desastres naturales y sociedad en América Latina* (Lovón Zavala, 1984, citado en García, 2005) y que además fue el primero en lanzar en Latinoamérica la idea central que subyace a dicho enfoque de la vulnerabilidad. La primicia de este planteamiento se remonta al siglo XVIII, aunque es hasta el final del siglo XX que se articula como un campo teórico de análisis útil para buscar la mitigación de los eventos desastrosos.

Como referencia, hacia el año de 1755, un sismo destruyó la ahora capital Portuguesa, Lisboa, respecto a este suceso, Jean-Jacques Rousseau envió una carta al “*irónico*” François-Marie Arouet, mejor conocido como Voltaire, en el que las reflexiones de Rousseau sobre el sismo que tuvo un enorme impacto sobre la población (Voltaire, 1996) dan cuenta de una frase que los seguidores del enfoque de la vulnerabilidad han lanzado al aire más de una vez: “*los desastres no son naturales*”. Escribe Rousseau a Voltaire: “*La gran mayoría de nuestros males físicos son obra nuestra. Teniendo el caso de Lisboa hay que considerar que si no hubiera habido 20*

mil casas de seis o siete pisos, y que si los habitantes de esta gran ciudad hubieran estado mejor y más ligeramente distribuidos, el daño hubiera sido mucho menor y quizás incluso nulo, como si nada hubiera ocurrido” (García, 2005).

El contenido medular de lo expresado por Rousseau, la idea de que “los desastres no son naturales” de que son un producto de una construcción social de riesgos, fue recuperada directa o indirectamente 150 años más tarde. La realidad demostró a los estudiosos de estos temas que los desastres no sólo son un problema no resuelto del “desarrollo” sino que los modelos sociales y económicos adoptados han producido riesgos de desastre que asociados a un incremento de las vulnerabilidades muy visibles en ciertas regiones del planeta, han incrementado de manera exponencial los efectos de las amenazas naturales. Entre estos estudiosos que han reconocido la necesidad de analizar detenidamente las diversas formas de construcción material de riesgos se encuentran un nutrido grupo de Geógrafos culturales y Antropólogos sociales, esto por medio de estudios empíricos llevados a cabo en diversas zonas ubicadas en el hemisferio sur. En este sentido destacan los aportes hechos durante la década de 1990 en países de América Latina por parte de la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres (LA RED) organización que surgió a partir de reconocer que los desastres en esa región han sido producto del crecimiento poblacional, los procesos de urbanización, las tendencias de ocupación del territorio, el creciente empobrecimiento de ciertos sectores de la población, la utilización de inadecuados sistemas tecnológicos en la construcción de viviendas así mismo en la dotación de infraestructura básica, inconvenientes sistemas organizacionales, que por su causa se ha incrementado de forma continua la vulnerabilidad de la población frente a toda una gama diversa de eventos físico-naturales (La Red, 1993).

La literatura especializada en algunos casos utiliza los conceptos de “*construcción social de la vulnerabilidad*” o “*construcción social del desastre*”, ejemplos de estos usos derivados de investigaciones empíricas, es el caso de Oliver-Smith (2002, citado en García, 2005), quien con frecuencia utiliza los conceptos mencionados anteriormente como sinónimos. El hace referencia a la construcción social y tecnológica de las condiciones de vulnerabilidad como una dimensión del aspecto procesual del desastre, al mismo tiempo define a la vulnerabilidad como la integración de fuerzas políticoeconómicas y ambientales, que se explica con base en el riesgo construido en términos sociales y biofísicos. Hewitt (1995, citado en García, 2005) hace referencia a la construcción social del desastre en términos tanto de las formas en las que se piensa y actúa en torno a los desastres, como del reconocimiento de que el cómo, cuándo y el quién de los desastres depende directamente de las variadas condiciones y controles sociales existentes en la vida material. Por su parte,

Lavell (2000) replanteo ciertas formulaciones teóricas, llevado a cabo por estudios alrededor del caso del huracán Mitch en Centroamérica, al respecto, ofrece conceptualizaciones como la siguiente: *“El riesgo constituye una condición latente para la sociedad. Representa la probabilidad de daños, los cuales, si alcanzan un cierto nivel, que es en sí socialmente determinado, pasarán a ser conocidos como “desastres”. El riesgo, que es inherente a la vida en el planeta, se conforma por la interacción en un tiempo y territorio específicos de dos factores: las amenazas y las vulnerabilidades sociales [...] La relación entre ambos factores es dialéctica y dinámica, cambiante y cambiante. Estos cambios se deben tanto a la dinámica de la naturaleza, como a la dinámica de la sociedad” (Ibíd.).*

Por su parte, la geógrafa mexicana Georgina Calderón, bajo el título de *Construcción y reconstrucción del desastre* (2001), insiste en que se debe evitar confundir el riesgo con el fenómeno natural, enfatiza además en la producción de espacios riesgosos y afirma que “son las relaciones sociales de producción las que definen los espacios que son creados por la misma sociedad, y es a partir de ellos que se definen los dos componentes primordiales para que se produzca un desastre: *“el riesgo y la vulnerabilidad”* concluye que desde la Geografía y después de llevar a cabo la presente investigación, se comprobó que el riesgo es una construcción social.

Los desastres son procesos históricamente contruidos, producto de la acumulación de riesgos y de vulnerabilidades, derivados del tipo de sociedad y economía que se han desarrollado con el paso del tiempo y no de la presencia cada vez mayor en frecuencia y magnitud de amenazas de origen natural.

La construcción social del riesgo, desde esta perspectiva, remite en su esencia a las formas en que la sociedad construye contextos frágiles que se asocian e incrementan las dimensiones de la vulnerabilidad. Todo ello se traduce en una falta de adaptación al medio físico que provoca, incluso que el propio medio se convierta en una amenaza y en un factor de generación de riesgo (García, 2005).

Tanto la percepción del riesgo como la vulnerabilidad parten de las condicionantes sociales como eje central para su definición: una derivada de la visión culturalista, ofrece la percepción de los grupos sociales acerca de los riesgos que pueden vulnerar a sus comunidades o sociedades, y otra surgida del análisis de la génesis que conduce a situaciones de vulnerabilidad de grupos específicos de la sociedad. La síntesis de dichos enfoques teóricos se vincula con la necesidad de responder cuestiones como ¿por qué la percepción del riesgo no coincide en ocasiones con el análisis real de la vulnerabilidad de las sociedades que han construido socialmente el riesgo en el que viven? ¿Cómo se vincula la percepción del riesgo con la sistemática construcción de los riesgos sociales?. Se trata de retos teóricos, en los cuales es

importante reflexionar a partir de acercamientos a la realidad empírica y enriquecer con ello las consideraciones en torno al tema de los desastres.

La idea central del planteamiento culturalista es que la sociedad ve los riesgos a través de lentes calibrados a partir de sus determinaciones culturales. Y el énfasis en variables socioeconómicas hace referencia a los imaginarios reales contrastados con los imaginarios formales, que han provocado verdaderos desencuentros en los modelos de prevención y manejo de desastres, particularmente en aquellos países de menor desarrollo relativo.

La construcción social del riesgo que parte de un enfoque alternativo para el estudio de los desastres, refiere a la raíz del problema, base misma que explica los procesos del desastre. La percepción del riesgo, culturalmente construida, refiere a una parte fundamental del proceso de desastres que da énfasis a otro concepto medular, al cual se debe dedicar un análisis específico, que incluya su correcta traducción al español: el de *resiliencia*, entendida como la capacidad para cambiar o adaptarse para hacer frente de una mejor manera a lo desconocido (García, 2005).

Los desastres actúan como reveladores, de estas dos facetas de la construcción social de riesgos: muestran cómo las sociedades crean riesgos, a la vez que revelan cómo las sociedades perciben estos riesgos. Según Douglas (1996) mucha de la confusión generada a partir del concepto de riesgo se atribuye a las mismas Ciencias Sociales y las escuelas del pensamiento dentro de ellas. Por lo que hay que tener clara la siguiente distinción: la percepción del riesgo es en sí una construcción social, culturalmente determinada, no es lo mismo que construir socialmente riesgos. No son los riesgos los que se construyen culturalmente, sino su percepción. La construcción social de riesgos remite a la producción y reproducción de las condiciones de la vulnerabilidad que definen y determinan la magnitud de los efectos ante la presencia de una amenaza natural; es por ello la principal responsable de los procesos de desastre (García, 2005).

Vulnerabilidad hídrica

En los estudios de vulnerabilidad es posible encontrar una serie de tópicos o enfoques como los desastres, pobreza, desarrollo, así como acceso y uso de los recursos socio-ambientales. Dentro del concepto es posible abarcar desde la falta de servicios hasta la misma pobreza. Anteriormente se hablaba de grupos marginales, mientras que actualmente muchos lo hacen de grupos vulnerables; sobre este tema, Rubio (2010) afirma que esto consiste en un *despeje* conceptual que deriva en la acuñación de un concepto que finalmente sustituye a los procesos o fenómenos que se desea estudiar,

que al paso de algunos años deberá ser reemplazado por una nueva abstracción que logre despertar la imaginación y atraiga la atención de los académicos.

En el caso de la vulnerabilidad hídrica quizás lo primero que se venga a las mentes de quienes escuchen este término, sean un conjunto de problemas relacionados con el acceso, uso y disposición del agua; aunque éste no diga más si hay problema para las personas, grupos o sistemas. La vulnerabilidad hídrica no debería ser carencia de agua, caso en el que habría que llamarla como tal, carencia de agua. De nueva cuenta, se piensa que grupos vulnerables son aquellos que cuentan con mayor dificultad o están en desventaja para acceder al agua. Aunque en realidad no se trate de grupos como tal, sino más bien de categorías de clasificación; cuando se cuestiona a estas clasificaciones, lo que tienen en común es una relación o posición de alguna forma desventajosa en un contexto definido de circunstancias dentro de un escenario de riesgo. La vulnerabilidad no es entonces una característica intrínseca de los objetos, personas o grupos, sino que emerge como una situación relativa al riesgo.

Agrega Rubio después, que a lo que se puede llamar horizonte en el sentido de la vulnerabilidad, es entonces el propio escenario de riesgo; cuando la vulnerabilidad se estudia sin una consideración clara y sistemática del riesgo, aparece únicamente como una condición sustancial de las personas o los grupos ante el mundo.

La vulnerabilidad emerge únicamente en el marco de escenarios de riesgo que deben ser presentados o explicados de forma explícita. En el caso de la vulnerabilidad hídrica, esta puede cobrar diferentes sentidos según el marco de riesgo, por ejemplo, agotamiento del recurso, contaminación o inundación. La idea de vulnerabilidad hídrica debe estar en relación con el riesgo hídrico, idea que puede dar pie a una consideración integral de los problemas de manejo y control del agua. Rubio vuelve a afirmar que se debe descartar la entrada a la tentación de definir a la vulnerabilidad como exposición, debilidad o carencia. En el caso del agua, una marcada exposición por localización de personas en relación al recurso es a lo más un componente de la vulnerabilidad. En propias palabras del autor, la vulnerabilidad se constituye como el diferencial de capacidades de los elementos involucrados en un escenario de riesgo, en una condición que emerge de la relación entre el conjunto de elementos en un escenario de riesgo donde ninguno de los elementos tiene el dominio completo de las variables del riesgo, lo que es lo mismo, a que en un escenario de riesgo todos los componentes configuran la vulnerabilidad.

No es posible además, reducir o mitigar la vulnerabilidad de un elemento sin modificar la estructura general de la vulnerabilidad que pone en evidencia al riesgo; razón por la cual, en algunos programas diseñados para reducir la vulnerabilidad, únicamente

logran intercambiarla o agravarla por medio de implementación de aplicación de tecnología o una centralización de las decisiones.

Las ideas expuestas por Rubio (2010) se pueden clasificar en dos, la primera de ellas afirma que el horizonte de sentido de la vulnerabilidad está dado por el riesgo; mientras que la segunda afirma que la vulnerabilidad puede entenderse como la estructura diferencial de capacidades de control de las variables del riesgo entre los diferentes involucrados en los procesos de riesgos. El autor plantea lo que podría ser una tercera idea, en la que afirma que en todo escenario de riesgo no solo todos los elementos son de alguna forma vulnerables, sino que es la relación entre ellos lo que determina la estructura de vulnerabilidad del escenario. De dicha idea, continúa, con la dimensión dinámica de la vulnerabilidad, en el que cualesquiera que sea su naturaleza, están sujetas al cambio y la historia, dado que están fundados en relaciones, por lo que ni la vulnerabilidad ni el riesgo pueden ser fijos sino que dependen de la continuidad de dichas relaciones.

Todo escenario del riesgo se basa en el establecimiento de relaciones significativas entre entidades. Las variables fundamentales del riesgo; en el caso del riesgo de desabasto de agua, para consumo humano se abre por el probable efecto negativo en el incremento o cambio de la demanda y la oferta, por las fallas en el sistema de manejo, por cambios en la dinámica climática o por procesos de deforestación y así continuamente. La dinámica de las variables fundamentales es dependiente del conjunto de relaciones entre los elementos convocados al escenario. Ya en el caso del problema del abasto del agua, el problema central consiste en dar cuenta de la articulación dinámica, en la construcción del riesgo; por ejemplo, los procesos de urbanización, la transformación productiva, mecanismos de manejo, usos de tecnología, intereses de las personas y desde luego, los grupos de poder. Este es el punto en el que el concepto de vulnerabilidad puede cobrar gran importancia, en el que una vez abierto el escenario de riesgo, obliga a pensar quiénes son los afectados y que capacidad de control de las variables fundamentales del riesgo tienen los diferentes agentes involucrados. Por último, concluye el autor que el riesgo establece el horizonte de sentido de la vulnerabilidad, la cual a su vez, constituye una estructura de relaciones orientadas a capacidades de control desigual de los recursos socio-ambientales y a la asignación de roles o papeles en el marco del riesgo (*Ibíd.*).

Según Hernández (2010) la vulnerabilidad hídrica emerge como una construcción social, en el que la dinámica de la vida actual devela la escasez del agua dulce disponible, escasez que no afecta de igual forma a todas las personas o a todos los grupos, en relación a sus necesidades humanas y productivas, ya que la falta de agua fluctúa en tiempo y espacio, influyen así condiciones físicas y sociales, que subyacen

y subsisten a la problemática de sobreexplotación y sobre asignación del recurso hídrico, fenómeno que se conoce como vulnerabilidad hídrica (Campos, 1992; Maganda, 2005; ONU, 2006).

Por su parte, el estudio *Cambio global y recursos hídricos en México: hidropolítica y conflictos contemporáneos por el agua* (Ávila, 2002) trata la vulnerabilidad hídrica y afirma que ésta se puede estimar de acuerdo al estado del balance entre abasto y demanda de agua y puede verse en cuatro niveles: la capacidad de mantener las actividades socioeconómicas, la limitación en la disponibilidad de agua, el abasto del agua y la escasez de agua.

En la que intervienen una serie de variables físicas, climáticas, ecológicas, sociales, políticas, demográficas y económicas.

Algunos indicadores de vulnerabilidad socio-ambiental, según el Instituto Nacional de Ecología:

a) Vulnerabilidad por disponibilidad de agua: el volumen de agua superficial y subterránea potencialmente aprovechable con respecto al total de la población es lo que se llama disponibilidad. La vulnerabilidad se mide por los niveles de disponibilidad per cápita (CNA, 2001b y 2002; Shiklomanov, 2002).

b) Vulnerabilidad por presión hídrica: la relación entre disponibilidad de agua superficial y subterránea con respecto a los diferentes usos humano, agrícola e industrial (CNA, 2001b) es lo que se conoce como presión o stress hídrico. El grado de presión se determina a partir de la clasificación propuesta por el Programa Hidrológico Internacional de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (Shiklomanov, 2002).

c) Vulnerabilidad por explotación de aguas subterráneas: los acuíferos que se encuentran en una relación de desequilibrio entre la extracción y recarga de agua se consideran sobreexplotados. En consecuencia, la vulnerabilidad se determina de acuerdo al número y extensión de acuíferos sujetos a condiciones de alta sobreexplotación (CNA, 2002).

d) Vulnerabilidad por marginación social: la población marginal es la que experimenta deficiencias en la obtención de sus satisfactores básicos (alimento, vivienda, servicios de agua, educación e ingreso). La vulnerabilidad se determina por el porcentaje de la población que tiene niveles de alta marginalidad social (CONAPO, 2001).

e) Vulnerabilidad urbana: las ciudades mayores de 100,000 habitantes que se encuentran en una situación de baja disponibilidad de agua y elevadas tasas de crecimiento demográfico o pobreza, se consideraron como vulnerables (SEDESOL, 2003).

Marco conceptual

En lo que corresponde a parámetros de disponibilidad de agua, una persona es vulnerable en términos hídricos cuando su acceso al agua es menor al establecido por estándares internacionales. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2003) son al menos 20 litros al día por persona, que equivale a 7.3 m^3 al año. Por su parte, Gleick (1996) afirma que al solo considerarse actividades como bañarse y cocinar, el consumo mínimo varía entre 27 y 200 litros *per cápita* al día, aunque, son necesarios como mínimo 50 litros *per cápita* al día para satisfacer las necesidades básicas de agua: hidratación por consumo directo, saneamiento, higiene y preparación de alimentos. Según la misma OMS (2003) 50 litros por habitante indica un acceso razonable y una buena higiene (equivalente a 18.25 m^3 al año/persona). Entre 100 y 200 litros (equivalentes a 54.75 m^3 y 73 m^3 respectivamente) indican un acceso *óptimo*, debido a que se alcanzan a cubrir las necesidades en forma de calidad y cantidad mencionadas por Gleick (1996).

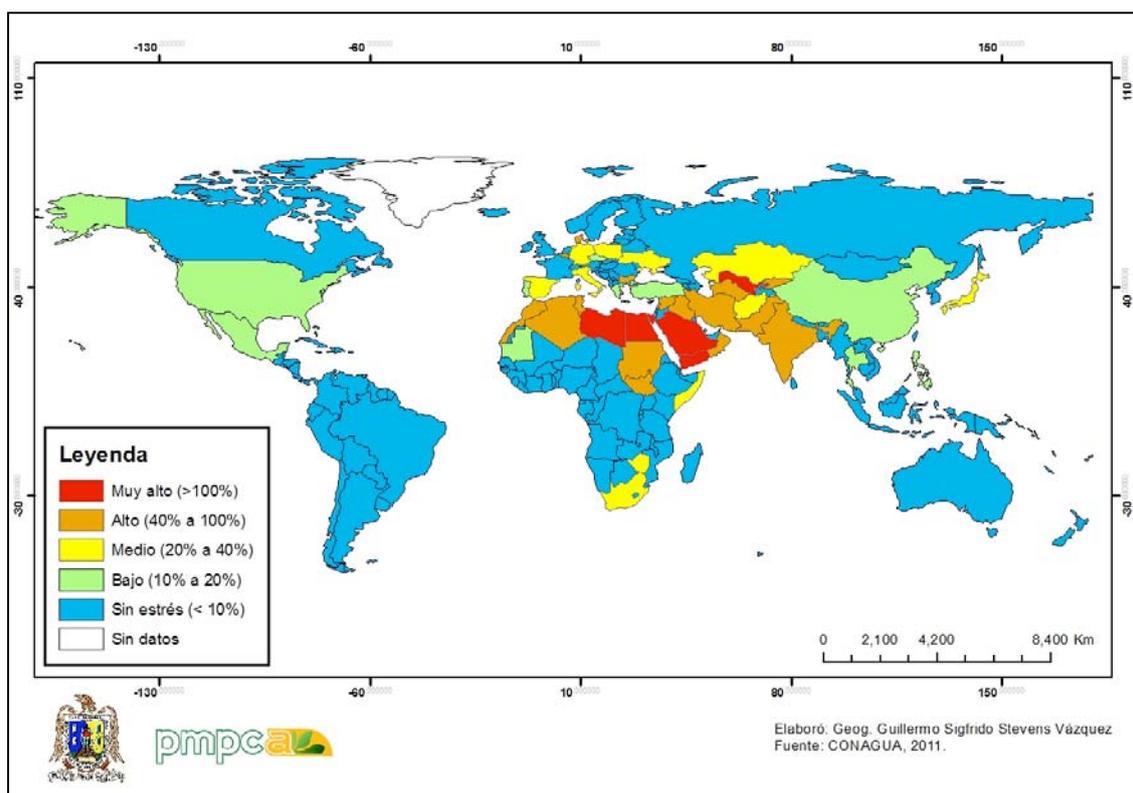
Capítulo 2

Contexto de la ZM SLP- SGS.

Contexto mundial del agua:

Uno de los retos a escala global es el acceso al agua potable, debido a sus implicaciones en la salud, la agricultura, el desarrollo industrial y desde luego el funcionamiento de los ecosistemas. Como referencia, el 70% de la superficie del planeta está cubierta de agua, de la cual, el 97.5% está contenida en los océanos; el restante 2.5% es agua dulce, de la cual el 68.9% está congelada (bancos de hielo, glaciares, nieves perpetuas) y en la humedad del suelo; el 30.8% refiere a aguas subterráneas y poco menos de 0.3% es agua superficial (ríos, lagos y lagunas).

Otro de los aspectos a mencionar es la desigual distribución del recurso hídrico en las distintas regiones del mundo y en la época del año, además, la población está distribuida de forma desigual. Como ejemplo, destacan países extensos como Canadá y Brasil, que cuentan con amplia disponibilidad de agua *per cápita*, en contraste con naciones africanas donde los niveles son caóticos (Carabias *et al*, 2005) (Mapa 2.1.).



Mapa 2.1. Grado de presión sobre los recursos hídricos en el mundo, año 2009 (Fuente: Conagua, 2011).

Dentro de las actividades de la Agenda 21 en materia de agua, declara que las instituciones deben actuar con carácter de urgencia en materia de desarrollo de tecnología así como recursos humanos que sean necesarios. En el año de 1976 en la conferencia de Naciones Unidas sobre asentamientos humanos, 132 gobiernos se comprometieron a adoptar compromisos en materia de abastecimiento de agua como

Contexto

objetivo prioritario. Un año más tarde en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua de mar del Plata, los gobiernos acordaron que al año de 1990 los planes nacionales deberían ir dirigidos en materia de abastecimiento y saneamiento básico de agua potable (Marzá, 2008). El Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-HÁBITAT) por medio de su publicación del Primer Informe Global sobre Agua y Saneamiento: acción local para metas globales, del año 2003, se centraba en tres áreas prioritarias: concientización por parte de los actores internacionales a actuar en materia; la brecha entre demanda y la oferta de abastecimiento y sus respectivos servicios y por último, la necesidad de una acción coordinada entre los diferentes actores, los gobiernos, sector privado y las comunidades.

Ya al año 2006 se llevó a la Organización a actualizar su estrategia, por lo que se lanzó un segundo Informe Global sobre el Agua y el Saneamiento: Agua y saneamiento en las ciudades del mundo 2006, donde el objetivo fue alcanzar los objetivos de desarrollo de los centros urbanos pequeños. Esto celebrado en el 4^{to} foro mundial del Agua, realizado en México (*Ibíd.*).

En la gestión de los recursos hídricos se tiene que afrontar el desafío de equilibrar las necesidades de los diferentes usuarios del agua, reto que emerge en un contexto de orden global, ligado a la creciente expansión de las ciudades.

Las iniciativas de planificación se convierte así en una realidad que requieren un apoyo tanto político como administrativo, en la medida en que hay que resolver conflictos y lograr el consenso entre partes e intereses enfrentados entre sí (Vlachos y Braga, 2001).

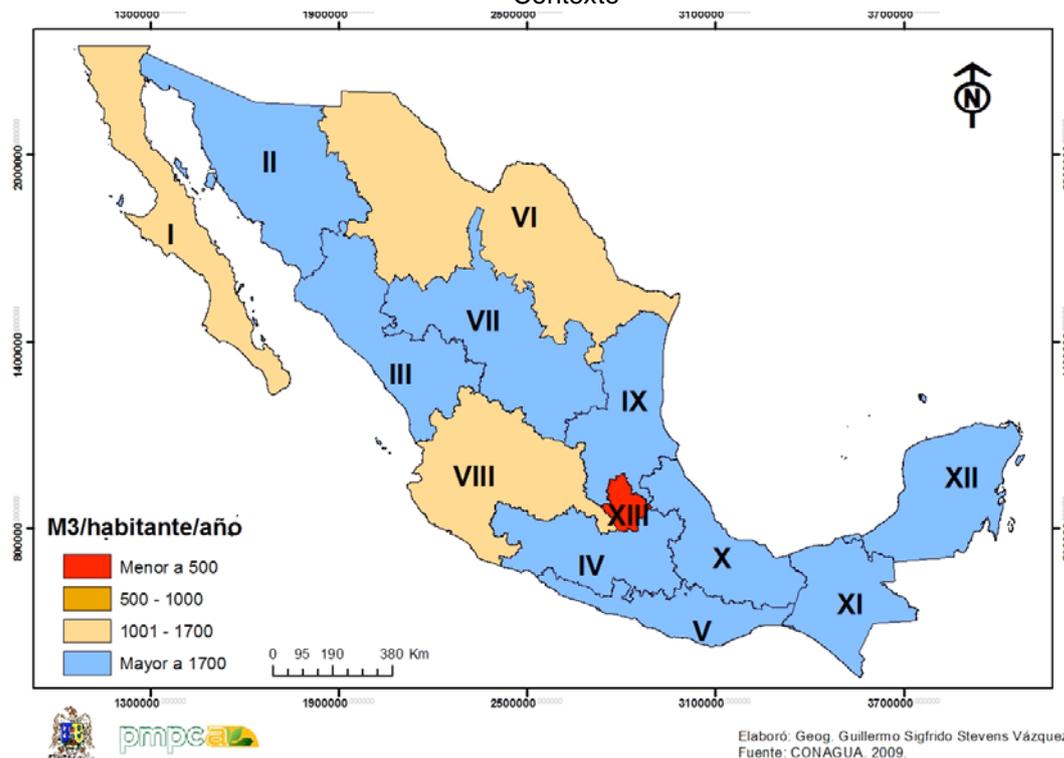
Contexto del agua en México

Según el Consejo Consultivo del Agua A.C., los recursos hidráulicos de un país se miden con base en la disponibilidad natural media de agua por habitante en un año.

Únicamente se considera el agua renovable, es decir, el agua de lluvia que se transforma en escurrimiento de agua superficial y en recarga de acuíferos.

Las tendencias para México hacia el año 2020 no son alentadoras al tomar en cuenta que tiene una disponibilidad promedio baja. La reducción de la disponibilidad del agua en el país es alarmante, hace 49 años se disponía del doble de agua por persona. Algunos de los factores que influyen en dicha disponibilidad de agua radican en la calidad del agua superficial, la disponibilidad de agua subterránea y sus niveles de explotación, la presión demográfica, presencia de actividades económicas y otros factores como las lluvias, las sequías e incluso las inundaciones (Mapa 2.2.).

Contexto



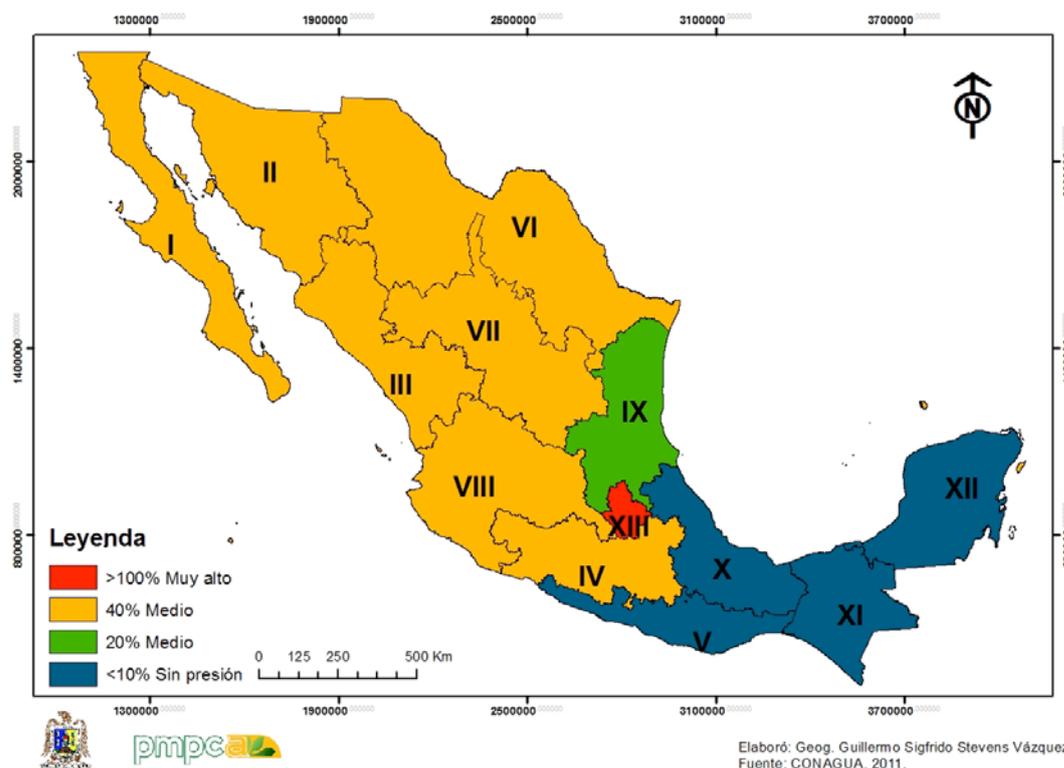
Mapa 2.2. Disponibilidad natural media per cápita en México por región hidrológica administrativa en el año 2008 (Fuente: CONAGUA, 2009).

La problemática actual del agua emerge como un referente obligado a mitigar, al tratarse de un elemento vital del “desarrollo” además de tema de seguridad nacional. Así el problema del agua deja de ser una constante del futuro, al tornarse ya en una realidad, con escenarios críticos muy cercanos. En el año 2000 México contaba con una población de 97 millones de habitantes, con una disponibilidad natural¹ media por habitante calculada en 4900 m³ anuales, para el año 2004 se estimó en 4547m³ anuales. El crecimiento demográfico evidencia una mayor necesidad e incremento en la producción de alimentos, mientras que se estima que para el año 2050 el 60% de la población mundial sufrirá de *estrés hídrico*. Como referencia, Falkenmark Y Widstrand, en el año de 1992, utilizaron por primera vez un índice en el que poblaciones con más de 1700m³/hab/año no tendrán dificultades, en contraste con quienes cuenten con un rango de 1700m³/hab/año y 1000m³/hab/año, quienes sufrirán escasez. Al llegar a los 550m³/hab/año se tendrá una condición de escasez absoluta. Según los datos de disponibilidad de agua en México mencionados anteriormente, el país se encuentra en un escenario de baja disponibilidad de agua. Como referencia, en el año de 1955 la disponibilidad alcanzaba niveles de 11500m³ anuales, estimaciones y proyecciones al año 2025, afirman que el nivel descenderá a los 3822 m³ anuales, al tomar en cuenta

¹ La disponibilidad natural es el volumen de agua que durante cierta época del año escurre por un tramo específico de una corriente superficial o que está almacenado en un reservorio o en un acuífero.

Contexto

el crecimiento demográfico y la degradación de los cuerpos de agua. En la zona centro-norte de México (zona semi-árida) se presenta el 32% del escurrimiento nacional, el 77% de la población y la actividad económica representa el 85% del Producto Interno Bruto (PIB), la disponibilidad natural de agua alcanza los 1897m³/hab/año. Escenario en el que el agua subterránea constituye la fuente de abastecimiento más importante y gran parte de los acuíferos presentan un balance negativo (Mapa 2.3.). En el año 2002 se extrajeron de los cuerpos de agua del país 72.6 km³ del total disponible. De los cuales, el 77% fueron a fines agropecuarios, 13% al abastecimiento público y 10% a la industria autoabastecida. Los 72.6 km³ representan el 15% del volumen disponible nacional y según indicadores de la ONU, la presión es de tipo moderada, la cual se considera alta al sobrepasar el 20%; como referencia, en la zona centro-norte de México este indicador alcanza niveles de hasta 40%, lo cual se traduce como serias limitantes para el desarrollo económico (*Ibíd.*).



Mapa 2.3. Grado de presión sobre el recurso hídrico en México por región hidrológica administrativa al año 2009 (Fuente: CONAGUA, 2011).

Problemas críticos o muy críticos de disponibilidad de agua enfrentan 69 de las 121 ciudades más grandes de México, las zonas metropolitanas de la Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey, Tijuana, León, Juárez, Toluca, Torreón, San Luis Potosí, Querétaro, Chihuahua y Saltillo, entre otras, registran "disponibilidad muy baja" (Ávila, 2002).

Antecedentes en materia hidráulica en la ZM SLP-SGS

La presa de San José fue símbolo del progreso y desarrollo de San Luis Potosí durante el periodo del Porfiriato. Actualmente de ella se abastecen sectores de clase media y alta localizados al oeste de la ciudad. Fue una obra demandada por habitantes *acomodados* e inversionistas, así como miembros de clase *ilustrada*, los cuales exigían la introducción del agua potable y su respectiva infraestructura hidráulica en la ciudad (Camacho, 2001). Fue en aquel entonces la disyuntiva: ¿agua para el abasto urbano o para la irrigación?. Años más tarde, posiblemente la disyuntiva se repita: ¿agua para la ciudad o agua para la industria?.

El Porfiriato coincidió con un proceso de modernización urbana, hubo un impulso a las actividades industriales ponderadas con el recurso hídrico. Lo cual logró efectos de presión sobre el agua (que se convirtió en una mercancía clave) para diversos usos en las ciudades, entre los que figuraban actividades agrícolas, industriales, mineras y desarrollo urbano. Desde aquella época existían problemas de distribución de agua para abasto e irrigación, debido a la alta demanda industrial.

El crecimiento urbano de la ciudad, su desarrollo agrícola e industrial favorecieron e impulsaron la construcción de infraestructura hidráulica y sanitaria. Con la construcción de la presa de San José se esperaba solucionar el problema del abasto en la ciudad. En el que según estudios elaborados hacia el año de 1892, evidenciaban que la disponibilidad del agua subterránea variaba según la localización. En el oeste de la ciudad era posible extraerla a seis metros de profundidad, en el este a once metros, en el noreste a seis metros, en el sureste a ocho metros y en el norte a cinco y medio metros. Aunque estos recursos eran insuficientes en años en los que las precipitaciones no eran abundantes. La escasez de agua como tal fue una condición que la población padecía desde 1870. Hacia el año de 1890 ya se había notado el descenso del nivel de los pozos de los que dependía el principal abasto de la ciudad. Por medio de estudios se concluyó que la disponibilidad de agua subterránea o superficial dependía de la inclinación y geología del terreno y de las condiciones meteorológicas. En las dos últimas décadas del siglo XIX la ciudad atravesó por problemas de desabasto de agua, lo que ocasionó impactos socioeconómicos, además de problemas de salud.

Desde fines del siglo XIX la ocupación del espacio urbano ya presentaba estratificaciones, las zonas oeste y centro eran habitadas por las clases altas (principalmente criollos y extranjeros), mientras que el resto de los barrios eran habitados por indígenas y mestizos. Justo en esta época cambió gradualmente el uso de suelo, lo que anteriormente eran huertas (que ocupaban grandes extensiones) se fraccionaron para pasar a ser manzanas que después pasaron a llamarse quintas. Ya

con el incremento demográfico, se evidenciaron problemas de desempleo, salubridad, insuficiencia de servicios y abasto de agua potable.

Aunque desde la década de 1880 la demanda de agua y construcción de infraestructura para satisfacer las necesidades del recurso fue constante, esta tomó más fuerza en la siguiente década. Al mismo tiempo crecía una fuerte crítica hacia el gobierno por su desidia para abastecer del recurso hídrico a la ciudad. Fue justo hasta la última década del siglo XIX cuando algunos sectores de la ciudad mostraron interés por resolver la problemática del abasto de agua (*Ibíd.*).

Fue así que la necesidad de tener agua suficiente, así como una mejor infraestructura carretera y una mayor explotación de los minerales de Cerro de San Pedro emergían como los puntos fundamentales condicionantes para poder impulsar el desarrollo de la ciudad en aquella época. Por lo que propuestas de construcción de una presa no se hicieron esperar, con el fin de satisfacer las necesidades de abasto, salubridad, industria e irrigación.

Hasta antes de 1888 las municipalidades en México continuaron con el manejo de sus derechos conforme la legislación colonial, ya que el tema del agua no había sido incluido en la constitución de 1857. Manejo que el ayuntamiento de la ciudad de San Luis perdió, debido a la ausencia de una legislación local y la misma debilidad del ayuntamiento, en el que las leyes de los estados determinaron las condiciones para su traspaso y explotación por medio de particulares (*Ibíd.*).

En un principio al agua solo se le asociaba con usos domésticos y fines agrícolas, después, con los factores de innovación tecnológica derivados de la revolución industrial, provocaron una diversificación de los usos del recurso. Uno de los problemas del abasto del agua fue la potabilidad, ya que antes no se contaba con avances científicos en la zona que trataran el agua, estos fueron introducidos a finales del siglo XIX.

Los pozos superficiales y algunos profundos, así como algunas norias fueron el principal sistema hidráulico de abasto de agua durante el siglo XIX. Justo a finales de dicho siglo se incrementó el número de ingenieros en la ciudad, los cuales se dedicaban a la perforación de pozos. En el año de 1880 la mayoría de los pozos eran superficiales y no excedían cinco metros de profundidad, justo en la zona centro eran de dos metros de profundidad. Y fue en el periodo de 1880 a 1900 que se otorgaron concesiones sobre aguas subterráneas. En ese mismo periodo, ya estaba en proceso de construcción la presa de San José.

Los problemas de escasez de agua afectaron principalmente a las clases pobres, debido a que no contaban con recursos para poder adquirir agua, la única opción de acceso al agua era tomarla en las fuentes públicas, como referencia, en la época la

ciudad contaba con muchas huertas y áreas verdes, de ahí que después San Luis Potosí era conocida como la ciudad de los jardines.

Hacia el siglo XX, las ciudades en México seguían en constante crecimiento, uno de los grandes avances fue la introducción de sistemas modernos de abasto de agua; por medio de introducción de redes de tubos y acueductos. Ya en 1886 el congreso local facultó al ejecutivo estatal para la contratación en términos de abastecimiento, entubación y distribución de aguas en la ciudad. En 1894 se formó la Empresa Aguas de la ciudad de San Luis Potosí, la cual, en el año de 1901 estaba comprometida a entregar 300,000 litros de agua diarios a la ciudad, con fines de uso doméstico y riego de jardines (*Ibíd.*).

Durante la construcción de la presa de San José existieron conflictos sociales por el agua, debido a que con el embalse del curso del río de Santiago, sectores de la ciudad localizados en los antiguos barrios aledaños al río y al actual municipio de Soledad manifestaron su inconformidad con el proyecto, el cual, afectaba debido a que disminuía drásticamente el caudal del río que era utilizado con fines agrícolas.

En el año de 1883, el gobernador del estado, Pedro Diez Gutiérrez, recibió un proyecto de contrato para entubar y distribuir agua potable para la ciudad. En términos de disponibilidad, se planeaba llegar a la razón de 100 litros de agua diarios por habitante, aunque dicho proyecto presentaba una serie de irregularidades en muchos aspectos, ya que se entregaba el contrato a una empresa extranjera con sede en Londres, que favorecía el monopolio del agua. Además que no se conocieron los planos de la red de distribución; evidencia además, del trasfondo ideológico del modelo neoliberal por parte del estado en favorecer a empresas extranjeras. Ya desde aquella época, la concesión para el control del agua en materia de abasto y distribución era disputada por la inversión extranjera y la local.

En materia de sistema de red de tubería, la empresa Aguas de la ciudad principió los trabajos en el año de 1905, justo dos años después de haberse construido la presa, dichas tuberías eran de fierro, las cuales fueron eficaces en el riego de plazas y jardines. Aunque no fue lo mismo con la red de distribución a las casas-habitación. Esto debido a que en aquel tiempo la idea de sustituir por tuberías subterráneas el trabajo del “aguador” que era la persona que se encargaba de la distribución y venta del agua, aún estaba lejos de concretarse. Otro problema, fueron las aguas negras generadas por los usos domésticos, no se había trabajado tampoco un sistema de drenaje que fuera paralelo al sistema de abasto.

Entre los más beneficiados por la construcción de la presa de San José, y por ende de la amplia disponibilidad de agua, se encontraban los empresarios agrícolas (*Ibíd.*).

El Acuífero 2411 San Luis Potosí

A través de estudios que se han llevado a cabo, se ha determinado que existe un déficit en el balance geohidrológico (sobre-explotación). Además, los datos preliminares de la edad del agua sugieren que el acuífero profundo es alimentado por aguas muy antiguas de más de 1000 años, lo que sugiere una escasa recarga.

El 30 de junio de 1961 por decreto en el Diario Oficial de la Federación número 31 se estableció veda por tiempo indefinido en el acuífero 2411 San Luis Potosí.

La Secretaría de Recursos Hidráulicos fue el organismo encargado de tomar la decisión, en base a estudios por parte de la misma en el que las conclusiones fueron: *“Vienen haciéndose alumbramientos de agua subterránea en forma excesiva, de continuar esa forma de explotación de los yacimientos acuíferos, se abatirán sus niveles en perjuicio de la población de San Luis Potosí y de todos los aprovechamientos existentes”* (Diario Oficial de la Federación No. 31, 30 junio 1961, T.G.N.-6216-60, pág. 1).

El 20 de septiembre de 2000 se creó el Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero del Valle de San Luis Potosí (COTAS) mismo que el 14 de diciembre de 2001 se constituye como Asociación Civil.

El 31 de enero del 2003 se publicó en el Diario Oficial de la Federación un acuerdo en el que se indican los vértices del polígono de la unidad de gestión del acuífero, además de consignarse la nula disponibilidad de aguas subterráneas para la unidad hidrogeológica de Valle de San Luis, Acuífero 2411 San Luis Potosí (Diario Oficial de la Federación; Tomo DXCII No. 23; México, D.F., viernes 31 de enero de 2003, p. 94.).

El artículo 38° de la Ley de Aguas Nacionales determina que el ejecutivo federal cuenta con facultad para decretar el establecimiento de acuíferos reglamentados, zonas de veda o declarar reservas de agua, así como estudios técnicos que sirvan de sustento para requerir un manejo que pueda garantizar la sustentabilidad hidrológica (CNA, 2004). El término de Vedas refiere a la regulación de la extracción de aguas subterráneas, prevenir el riesgo de afectar los aprovechamientos existentes y evitar sobrepasar la capacidad explotable del acuífero. Estudios elaborados por organismos como COTAS evidencian que la falta de una revisión de la delimitación de la veda, de tal forma que esta pueda abarcar la superficie total del acuífero, así mismo una implementación de reglamentación, además de solicitar que se reserve el agua de mejor calidad para los usos doméstico y público-urbano (COTAS, 2005).

Por otro lado, el agua subterránea moderna se denomina al agua que ha ingresado al subsuelo (por medio de la recarga) en el transcurso de las últimas décadas, que forma parte activa del ciclo hidrológico actual. El agua subterránea de algunos pozos del acuífero profundo puede clasificarse como antigua, esto sugiere que en si pueda ser

generalizado todo el acuífero profundo, aunque, esto es algo que debe comprobarse con estudios que involucren un mayor número de pozos. Al tratarse en su mayoría de agua antigua, los sistemas de flujo subterráneo que se captan para el abastecimiento de la población están relativamente protegidos de la contaminación que se genera en la superficie. Aunque la desventaja puede ser un minado de un recurso no renovable, con asociadas implicaciones políticas, sociales y ambientales (Noyola *et al.*, 2009).

El desarrollo de la ZM SLP-SGS depende fuertemente de esta agua antigua, por lo que se plantean cuestiones como: ¿cuánto tiempo será posible sostener el *desarrollo*? Debido a que al ritmo actual de extracción no es sustentable, mientras que el agua antigua está en riesgo. Existen estudios que identifican la sierra de San Miguelito como la zona de la recarga indirecta del acuífero profundo, aunque en estudios de la edad de agua en zonas donde se encuentran la mayoría de los pozos no se encontró agua reciente de infiltración al acuífero profundo (Carrillo-Rivera *et al.*, 1992; Cardona *et al.*, 2006; COTAS, 2005).

La excesiva extracción del acuífero profundo ha logrado que se forme un cono de abatimiento, asociado al desarrollo de la zona urbana (Hergt *et al.*, 2009). El acuífero profundo constituye aproximadamente el 92-95% del abastecimiento total de agua de la zona urbana (INTERAPAS, 2010). Los aumentos de extracción en un 390% de 1972 (0.97m³/s) a 1999 (3.5 m³/s) y a 4.1 m³/s en el 2007, no han generado cambios de tipo drástico en el ritmo de abatimiento promedio de los niveles de agua subterránea de los pozos (que fue de 1.3 a 1.4 m/año en el periodo de 1977 a 2007), aunque si ocasionó la mezcla de los sistemas de flujo intermedio y regional captados por pozos en el acuífero profundo.

El mayor número de extracciones es destinado a usos urbanos (doméstico), industrial, comercial y servicios (Peña, 2005). La ciudad pasó del aprovechamiento de aguas superficiales y del acuífero somero antes de 1950 a la dependencia cada vez más creciente del acuífero profundo. Para el año de 1960 de cada 100 litros disponibles de agua potable, 59 litros provenían de aguas superficiales y 41 litros del acuífero, actualmente, 92 litros de cada 100 provienen del acuífero, mientras que solo ocho provienen de aguas superficiales (Cotas, 2005). La competencia al acceso de agua de mejor calidad fue destinada hacia los usos doméstico, comercial e industrial (extracción del acuífero profundo). Mientras que las restantes áreas agrícolas han tomado una función de filtro biológico de las aguas negras. Este punto desmiente la creencia en el que la agricultura siempre había sido señalada como la mayor consumidora de agua, por tanto, no es la actividad principal extractiva del acuífero profundo (Cirelli, 2004); según la CNA (2004) ya no existe volumen disponible para nuevas concesiones en el acuífero 2411. La problemática del acuífero visible en el

Contexto

impacto negativo al ambiente, la economía de la población, el continuo descenso de los niveles de bombeo, costo de operación de sistemas de abastecimiento industrial, agrícola, doméstico y servicios, peor aún, en una incertidumbre sobre el futuro abasto de agua potable a la población de la ciudad (Tablas 2.1. y 2.2.).

Fuente	Bombeo Mm ³ /año	Recarga Mm ³ /año	Sobreexplotación Mm ³ /año	Porcentaje de la recarga
UASLP 1983 (Instituto de Geología)	60	30	30	100%
SARH 1985 (Balance Hidrológico)	95	57	38	66%
1995 (COTAS)	110.273	73.611	36.66	49%
CNA 1996 (Prog. Hidrológico estatal)	100	62	38	61%
INTERAPAS 1997	90/110	80	10/20	12/25%
2002 (COTAS)	120.6	78.1	42.5	54%

Tabla 2.1. Balances geohidrológicos del acuífero 2411 San Luis Potosí (Fuente: Cirelli, 1999; Cotas, 2005).

Disponibilidad	=	Recarga total media anual	-	Descarga natural comprometida	-	Volumen de agua concesionado e inscrito en el REPDA
-71,246,618	=	78,100,000	-	0.0	-	149,346,618

Tabla 2.2. La disponibilidad del acuífero 2411 San Luis Potosí según la NOM-011-CNA-2000. (Fuente: Diario Oficial de la Federación; Tomo DXCII No. 23; México, D.F., viernes 31 de enero de 2003, p. 94)

-La Gestión del agua en la Zona Metropolitana: realidades y retos

El Organismo Intermunicipal Metropolitano de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Servicios Conexos de los municipios de Cerro de San Pedro, San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez (INTERAPAS) es el organismo intermunicipal encargado de la prestación del servicio de agua potable y alcantarillado en la ZM SLP-SGS. Anteriormente, cada uno de los municipios de la zona metropolitana contaba con su propio organismo operador del agua, esto cambió con la creación del INTERAPAS. El cual ha enfrentado una serie de problemas que heredó de los ahora extintos operadores y peor aún, diferencias entre las distintas agendas municipales de gobierno. El reto principal de INTERAPAS consiste en el suministro de agua para una población cada vez mayor en una ciudad asentada en un medio semiárido. De igual manera, problemas internos que van desde la administración hasta la facturación.

En el año de 1997, INTERAPAS informó que había heredado de su antecesor una deuda de 20 millones de pesos, un 60% de los equipos deteriorados, problemas financieros ocasionados por adeudos de pago en el servicio otorgado. Esto trajo

Contexto

problemas que afectaron de forma directa a la ciudad, ejemplo de ello fue una reparación en una fisura en la presa del Peaje, cuya acción impedía al organismo operador dar abasto a otras obras como el mantenimiento de pozos en la zona urbana. Tuvo además problemas por parte de reclamos y demandas de usuarios, además de, acusarlo de tráfico de influencias a determinados fraccionadores en la ciudad, los cuales tenían muchos intereses en los temas de agua en la ciudad (Periódico Pulso, 23 de junio de 1998), así mismo, aumento en las tarifas, presiones de grupos populares y empresarios.

En respuesta a la problemática, en el año 2000 INTERAPAS firmó un convenio con la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, por medio de la Facultad de Ingeniería, con el objetivo de elaborar un plan maestro para plantear soluciones a los problemas hídricos de la ciudad. Los cuales según el director del mismo, en el año 2001, llegaban al grado de no tener un padrón completo de usuarios, además de una deuda de casi 150 millones de pesos de los mismos usuarios urbanos.

Según palabras de Cirelli (2004) el desempeño de los organismos operadores parece haber quedado atrapado en los tiempos largos de la planificación e instrumentación de acciones como levantamiento de mapas, diagnóstico del sistema, rehabilitación de la red, regularización de distribución de agua, instalación de medidores, base de datos del padrón de usuarios, desarrollo de un sistema de recaudación y estudios de calidad del agua.

-Disponibilidad y demanda de agua

El agua disponible es aquella con la que se cuenta y a la cual se le puede dar un uso específico, esta depende de algunos factores mencionados más adelante.

Aunque se cuente con la infraestructura de almacenamiento, esta puede ser *vulnerable* ante las variaciones del clima, en relación a las precipitaciones, es así que la presa de San José abastece al 8% de la población, los niveles de disponibilidad varían en el transcurso del año. Según datos del INTERAPAS, el año 2005 inicia con una disponibilidad alta en la presa de San José, gracias a que el año 2004 tuvo abundante lluvia, lo cual se refleja en un alto porcentaje de almacenamiento al empezar el año, aunque, hubo una precipitación muy por debajo del promedio en la zona. Se tienen registrados 215.40 mm. de precipitación, por lo que la disponibilidad a lo largo del año 2005 presentó una tendencia a la baja. El año 2006, presentó una mayor precipitación, se registraron 409.10 mm. de lluvia, aunque, los primeros meses del año las escasas precipitaciones evidenciaban una baja disponibilidad, la cual tuvo un pequeño repunte en los meses de abril y mayo, aunque fue hasta el mes de

Contexto

septiembre que la presa logró alcanzar el máximo nivel de almacenamiento, el año finalizó con una alta disponibilidad de casi 100% (gráfica 2.1.).



Gráfica 2.1. Niveles de almacenamiento de agua en la presa de San José, años 2005 y 2006. (Fuente: INTERAPAS, 2010).

El año 2007 estuvo marcado por un repunte en las precipitaciones, las cuales alcanzaron los 503.90 mm. por encima del promedio, así la presa de San José contó con una alta disponibilidad casi en la totalidad del año, la cual solo tuvo descensos leves en los meses de mayo y junio (Gráfica 2.2.).



Gráfica 2.2. Nivel de almacenamiento de agua de la presa de San José, año 2007. (Fuente: INTERAPAS, 2010).

Contexto

Hacia el año 2008 la tendencia de los meses secos del primer semestre del año evidenciaron una tendencia a la baja en la disponibilidad, se repuntó únicamente hacia la segunda mitad del año, en el cual, hubo un registro de 323.50 mm. inferior a la cifra del año anterior (Gráfica 2.3.).



Gráfica 2.3. Nivel de almacenamiento de agua en la presa de San José, año 2008 (fuente: INTERAPAS, 2010).

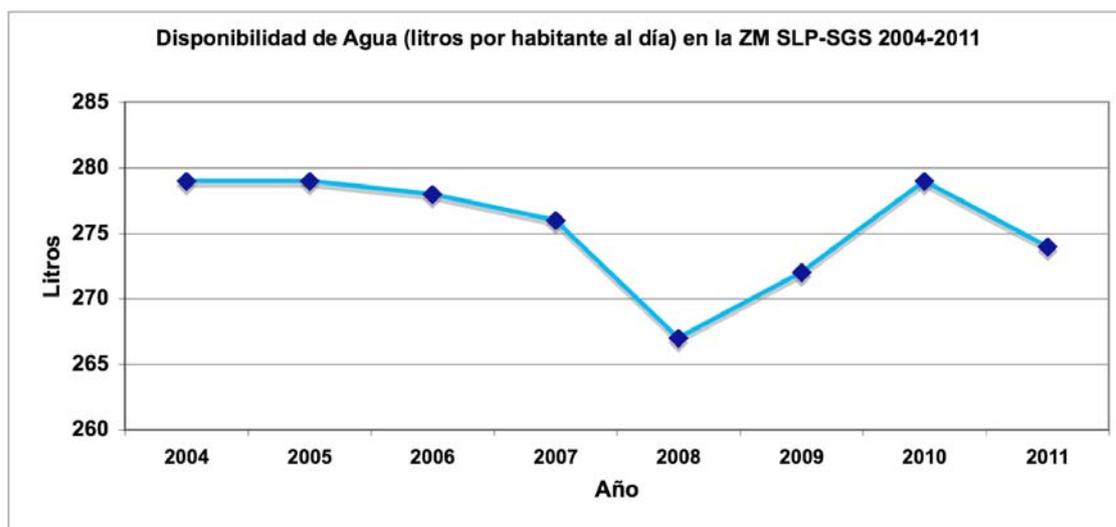
El año 2009 tuvo un registro de 429.90 mm. de lluvia, la tendencia en este año fue muy similar al año 2008, se llegó a niveles muy bajos hasta el mes de agosto, ya en el mes de septiembre gracias a las lluvias se logró almacenar un mayor volumen de agua en la presa (INTERAPAS, 2010). En el año 2011 hubo una escasa precipitación total de 223.1 mm, la más baja desde el año 1941 (INTERAPAS, 2011). El cual tuvo fuertes repercusiones en la captación de agua, aunque los meses de junio y julio tuvieron una leve recarga en los niveles de almacenamiento.

La disponibilidad de agua en presas de zonas con climas secos radica en las precipitaciones a lo largo del año, en los que generalmente la estación de lluvias está muy marcada, según las condiciones climáticas y meteorológicas la precipitación puede variar de acuerdo a los parámetros establecidos en la región. En la temporada de secas en la ZM SLP-SGS, la única opción para el abasto de agua radica en recurrir al Tandeo (Cirelli, 2004) el cual consiste en una repartición del recurso por medio de camiones cisterna (pipas). Problema de abasto que afecta a determinado número de colonias en la ciudad.

Contexto

Según el Consejo Consultivo del Agua, la disponibilidad de agua se puede calcular de acuerdo al volumen anual producido (m^3) entre la población total, con un parámetro de 200 litros por habitante al día, que equivale a $73 m^3$ en promedio por habitante al año.

De acuerdo a los datos obtenidos de informes de INTERAPAS, la disponibilidad de agua en el periodo 2004-2011 presenta un promedio de 275 litros, concretamente en el año 2006 logra un descenso hasta los 267 litros y el punto más alto alcanza los 279 litros en los años 2004, 2005 y 2010. La disponibilidad de agua refleja datos en conjunto de aguas superficiales (presas de San José y el Peaje) y aguas subterráneas extraídas por más de 130 pozos distribuidos en la ZM SLP-SGS (Gráfica 2.4.).



Gráfica 2.4. Disponibilidad de agua en la ZM SLP-SGS (Elaboración propia a partir de: INTERAPAS, 2011).

Los valores mostrados indican una buena disponibilidad de agua por habitante, de acuerdo a parámetros del Consejo Consultivo del Agua, aunque no necesariamente es visible en la realidad de esta forma, aspecto abordado en apartados posteriores.

El promedio de consumo de agua en la ZM SLP-SGS es de 162 litros por habitante por día (l/h/d). Muy diferente al volumen consumido en las zonas residenciales que asciende hasta los 370 (l/h/d) en contraste con los 120 (l/h/d) de las zonas populares (Cirelli, 2004). Ambos parámetros, según estándares internacionales, se encuentran en un estado *óptimo* (OMS, 2003; Gleick, 1996), al sobrepasar los 100 l/h/d.

-Plantas tratadoras de agua

Hasta la década de 1990 se logró crear el primer programa de Saneamiento para la ZM SLP-SGS, que fue llamado: Plan Maestro de Saneamiento, Reuso e Intercambio de Aguas de la ciudad de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez. Este ha sido el instrumento más importante de política ambiental en materia de contaminación del agua (Cirelli, 2004). Se contemplaba el tratamiento de todos los efluentes

Contexto

producidos en la ciudad antes de ser “reintegrados” al ambiente. Se pretendía reutilizar el agua tratada con fines agrícolas por medio de la construcción de plantas localizadas en las zonas de mayor crecimiento urbano: zonas norte, este y sureste.

En la década de 1990 se retomó un segundo proyecto, apoyado por la CNA, el cual consistía en dos tanques de almacenamiento: El Morro y Tenorio, el primero de ellos trataría un volumen de 2400 litros por segundo (lps) y el segundo un volumen de 500 lps. En dicho proyecto, se contemplaba a la industria como un potencial comprador de las aguas ya tratadas. En el año de 1994 existían en la ZM SLP-SGS tres plantas tratadoras de agua, una localizada en el parque Tangamanga I con una capacidad de 40 lps, la cual operaba a mitad de capacidad; la segunda en el parque Tangamanga II y que no operaba. Estas dos plantas tenían el fin de riego de los mismos parques. La tercera planta, Cactus, con una capacidad de 25 lps, localizada en una zona habitacional, tenía problemas de operación y sólo lo hacía a la mitad de su capacidad. Irónicamente, las aguas tratadas se vertían en los mismos canales de aguas negras.

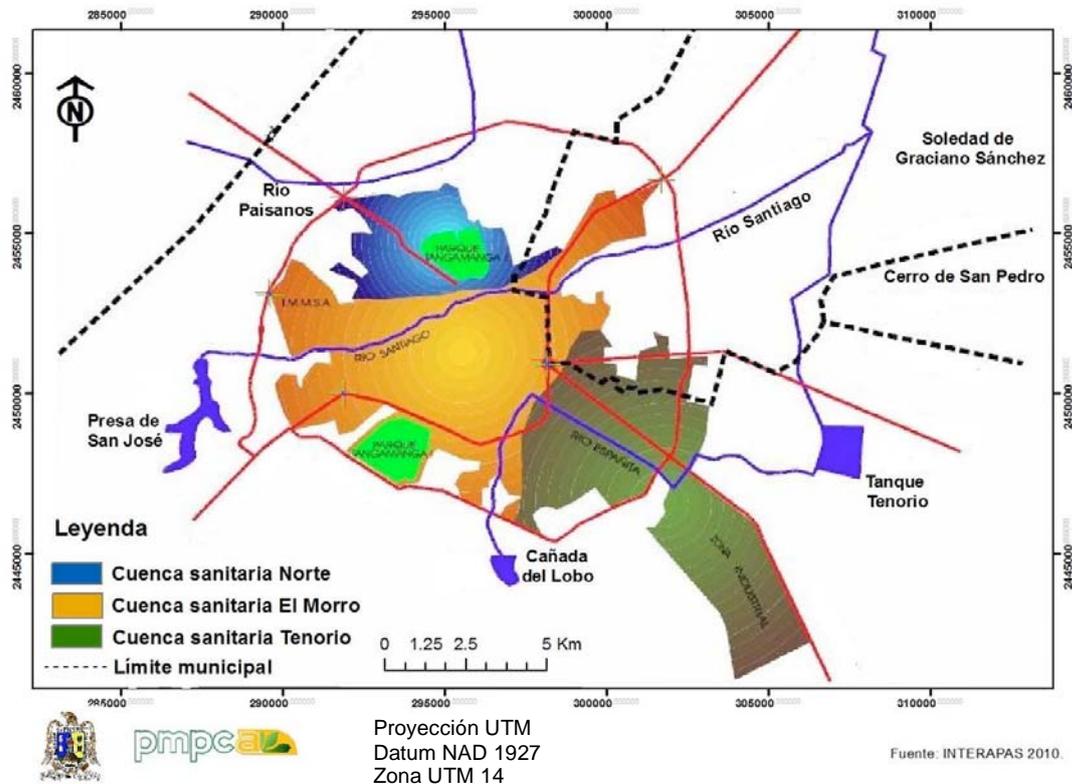
En el año de 1991 hubo una emergencia sanitaria en el país debido a un brote de cólera, lo cual, favoreció el proyecto de sanear la cuenca en la que se localiza la ZM SLP-SGS y ese mismo año se presentó el programa *Agua limpia* como respuesta al problema de las aguas residuales, las cuales se reintegraban al ambiente sin ningún tipo de tratamiento. Según Cirelli (2004) el reemplazo de las aguas residuales urbanas en los campos agrícolas había sido la forma más eficaz de deshacerse de dichas aguas negras, aunque, la emergencia sanitaria puso en evidencia sus frágiles límites.

Se contemplaba un intercambio de aguas entre la ZM SLP-SGS y una Planta Termoeléctrica ubicada en el municipio de Villa de Reyes, por medio de una reasignación de los usos, las aguas negras urbanas serían permutadas por el agua extraída del acuífero en la zona de Villa de Reyes y a su vez sería utilizada por la termoeléctrica mediante la construcción de infraestructura como plantas de tratamiento en la ciudad (Tenorio, Morro, Norte, IMMSA, Tangamanga I y II, Zona Industrial y Club Campestre). Uno de los objetivos del proyecto es llegar a los 59 Mm³ por año, del cual, unos 14 Mm³ serían transferidos a Villa de Reyes por año, con el fin de liberar ese mismo caudal a favor de cubrir las necesidades de agua de la ZM SLP-SGS hasta el año 2010. Después de la crisis de 1994, la construcción de las plantas tratadoras se llevó a cabo mediante la participación privada y apoyos del Gobierno (Mapa 2.4.).

Entre los beneficios por parte del Plan Maestro se contemplaba la resolución a los problemas de abasto de agua en la ZM SLP-SGS y al mismo tiempo de la sobreexplotación de los mantos acuíferos, la suspensión de pagos a la CNA por derechos de descarga de aguas residuales vertidas al ambiente sin tratamiento alguno, una revaloración del suelo urbano, debido a la cercanía a canales de agua

negra que perjudicaba al mercado inmobiliario, agua de mayor calidad, aportes a una agricultura más rentable y soluciones a problemas de salud (Olivo y Martínez, 2000).

Mapa 2.4. Zonificación de las cuencas sanitarias en la ZM SLP-SGS.



El Plan Maestro tuvo repercusión, al momento de hacerse de conocimiento público, hubo oposición de actores que veían afectados sus intereses, caso de agricultores del periferia del municipio de Soledad de Graciano Sánchez, debido a que este sector utilizaba las aguas negras para el riego, así como agricultores del valle de Villa de Reyes, que dependían fuertemente de las aguas del subsuelo para el riego. El acuerdo entre la CNA y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) fue un proceso que duró aproximadamente dos años de arduas negociaciones, incluso hubo dos visitas presidenciales. Entre las dificultades para llegar a un acuerdo entre ambas instituciones, figuraba el hecho de que la Planta Termoeléctrica necesita agua muy pura para el enfriamiento de sus procesos, por lo cual se oponía a recibir agua tratada. Lo que influyó en que no se llevara a cabo un concurso de licitación para la construcción de las plantas tratadoras de Tenorio y el Morro en el año de 1994 (Tabla 2.3.). Uno de los probables problemas a futuro sobre la transferencia de aguas del subsuelo del Valle de Villa de Reyes a la ZM SLP-SGS consiste en que en aquel municipio hay una fuerte presencia de actividades productivas e industriales que demandan grandes volúmenes de agua. Por lo que los conflictos sociales (derivados del acceso, control y usos del agua) no se harían esperar, además, el Plan Maestro

pareciera ser más benéfico hacia la ZM SLP-SGS y al mismo tiempo “castigar” al Valle de Villa de Reyes. Además, no se contaba con estudios de evaluación de los impactos sociales y ambientales del proceso de intercambio y transferencia del agua (*Ibíd.*).

Nombre	Tipo de planta	Capacidad instalada (lps)	Uso del agua tratada	Año de inicio de operación
Club Campestre	SBR, aereación extendida	36	Riego áreas verdes	1997
Agua tratada del Potosí	Lodos activados, contacto y estabilización	70	Riego áreas verdes, reuso en procesos industriales	1998
Tangamanga I	Reactores secuenciales por lotes	110	Riego áreas verdes	1999
Tangamanga II	Lodos activados convincional	40	Riego áreas verdes	2000
Norte	Lagunas aereadas	400	Riego agrícola	2002
Valle de los Cedros	Lodos activados, aereación extendida	10	Riego áreas verdes	2003
Villantigua	Lodos activados, aereación extendida	11	Riego de áreas verdes del fraccionamiento	2005
Grupo desarrollador CIMA	SBR, aereación extendida	100	Riego de áreas verdes	2006
Tenorio	Lodos activados	1050	Generación de electricidad y riego agrícola	2006
IMMSA	Lodos activados, ultrafiltración, osmosis inversa	50	Industrial y posible riego de áreas verdes	2010

Tabla 2.3. Plantas de tratamiento de aguas residuales en la ZM SLP-SGS (Fuente: INTERAPAS, 2010).

-La respuesta del gobierno: la presa El Realito

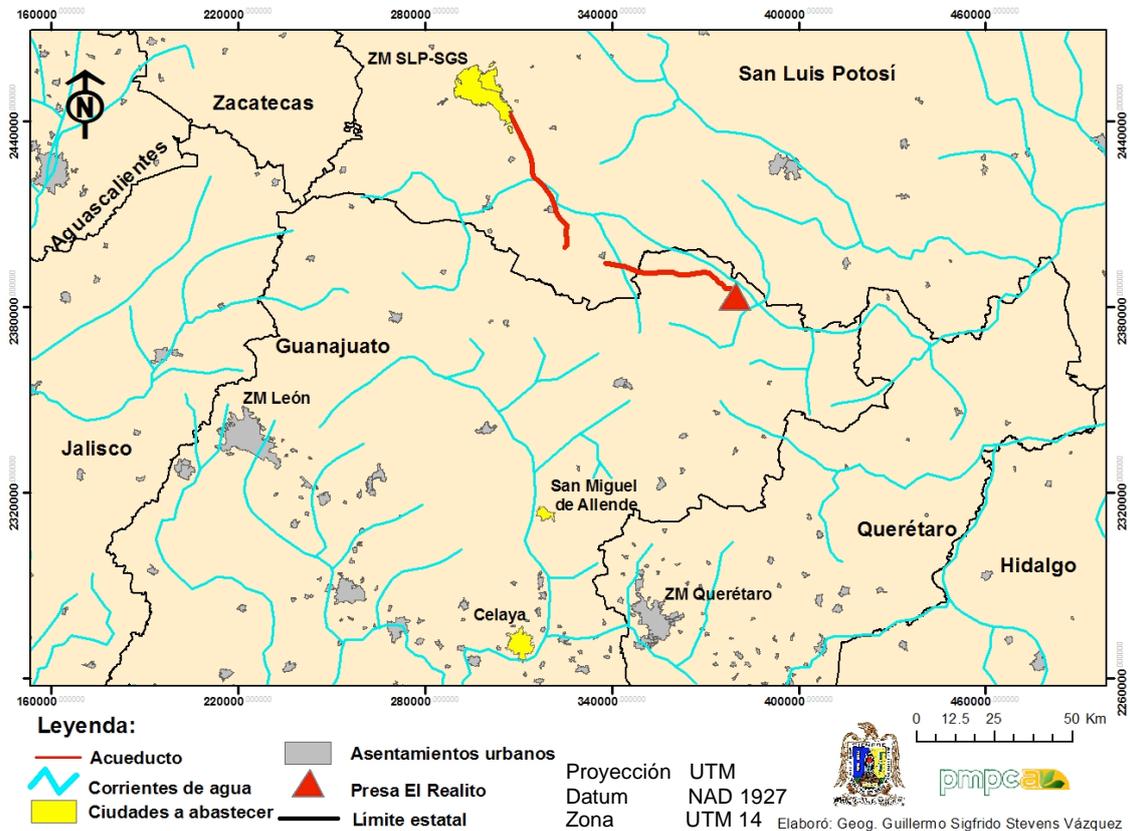
En el año 1998 se elaboró un estudio de factibilidad de aprovechamiento del agua del Río Santa María. En los años 1999 y 2000 se hicieron estudios de estaciones hidrométricas de bombeo y climatológicas, después, al año 2001 fueron los estudios de confirmación hidrológica y geológica. En los años 2003 y 2004 tuvieron lugar los estudios de impacto ambiental, de factibilidad del acueducto y el diseño de la presa el Realito (CONAGUA, UASLP y SEMARNAT, 2006). Actualmente, la presa lleva un avance de aproximadamente 77% y se prevé que concluya en el primer semestre del 2012 (CONAGUA, 2011). La presa El Realito trata de una obra compartida con el estado de Guanajuato (localizada en la localidad de Mineral El Realito, municipio de San Luis de la Paz). El objetivo principal es dotar a la ZM SLP-SGS la cantidad de 1000 litros de agua por segundo mediante la construcción de un acueducto de aproximadamente 89.5 kilómetros de longitud, además de abastecer también a la

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Contexto

ciudad de Celaya, Guanajuato (Mapa 2.5.). Otro de los objetivos recae en la protección del acuífero de la región, esto al abastecer al sector sur de la ciudad con ésta agua, y así poder garantizar el abasto durante los próximos 30 años.

Mapa 2.5. Localización geográfica de la presa el Realito.



La presa El Realito supone una inversión total de \$ 834.5 millones de pesos (mdp) aportados por el Gobierno Federal, que forma parte de los proyectos emblemáticos del Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012. En cuanto al acueducto, el estudio de factibilidad estima una inversión de \$ 2231.18 mdp.

El área de captación de la presa El Realito es de 1859.39 km². La capacidad del vaso de la presa será de 50 Millones de metros cúbicos (m³) como capacidad total, de los cuales 30 millones de m³ serán de capacidad útil y los restantes 20 millones de m³ se destinarán para la contención de azolves. Para la construcción se requerirá una superficie de 100 hectáreas.

El clima en la región de la Presa El Realito, según Köpen y modificado por Enriqueta García, corresponde a los tipos secos BS₁ kw (e)g, BS₀ hw" (e)g y BS₀(w)(e)g y BW(h)w(e)g. Una variación entre un clima seco estepario a seco desértico.

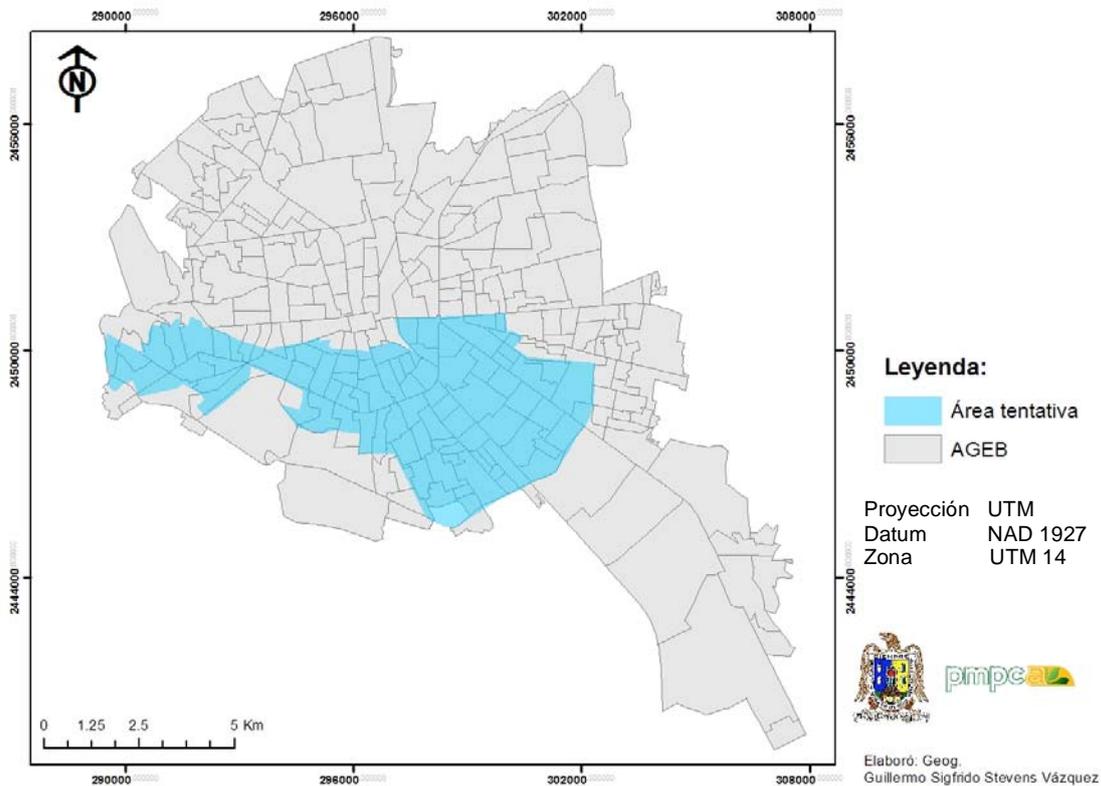
La Presa El Realito es un pilar del Programa Integral Hidráulico de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí por parte de INTERAPAS. Después de la licitación

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Contexto

en el año 2009 en cuestión al acueducto, este fue adjudicado a la Comisión Estatal del Agua (CEA) en el 2010, por su parte, INTERAPAS coadyuvó en los procesos legales. La presa El Realito abastecerá principalmente la zona sur de la ciudad (Mapa 2.6.), según informes de INTERAPAS (2010).

Mapa 2.6. Área tentativa de abastecimiento de la presa el Realito en la ZM SLP-SGS.



-Críticas al proyecto

La Presa El Realito ha sido tema de debate y de críticas en los medios de comunicación en la ciudad. En el que se cuestiona el verdadero fin de la presa, ante lo cual suponen que será en beneficio del sector industrial, minero y del proyecto de vivienda de Ciudad Satélite (Araiza, 2007). Se afirma que en realidad solo llegará a la ZM SLP-SGS la cantidad de 475 litros (el proyecto estima la llegada de mil litros por segundo). Así como ser un proyecto con fines políticos y electorales, ya que fue anunciado en el año 2006, año electoral; se ha criticado además el hecho de importar agua para después ser conducida por una red de distribución obsoleta en la que se llega a perder hasta el 40% del agua (Cirelli, 2004). Además de no ser factible su construcción e inversión debido a que se tiene proyectado dar abasto por un periodo de 30 años, asimismo de ser la antesala a la privatización del servicio de abasto de agua en la ciudad (Gutiérrez, 2008). Debido a que el ayuntamiento capitalino ha

Contexto

puntualizado la posibilidad de otorgar concesiones para otorgar el servicio de agua en distintos sectores de la ciudad (Carmona, 2008; Gutiérrez, 2008) caso de la compañía Aguas del Poniente, que recibió la concesión para operar en seis fraccionamientos de la ciudad, en el año 2008; aunque esta no ha sido cumplimentada por el Congreso del Estado (Pedraza, 2011) (Tabla 2.4.).

Tabla 2.4. Acciones en torno a la gestión del agua en la ciudad de San Luis Potosí.

(Fuente: Lopez, 2010; Camacho, 2001 y Cirelli, 2004).

Año	Acontecimiento
1828	Se promueve la construcción de la presa de San José.
1831	Se canalizan las aguas de la Cañada del Lobo para abasto de la ciudad, uno de ellos, la Caja del Agua.
1843	Ponciano Arriaga publicó "Una presa para el progreso ¡¡¡ Perderemos toda esperanza!!!.
1875	La comisión de acueductos, ornatos y paseos del Ayuntamiento presenta un informe sobre la problemática del agua en la ciudad.
1877	Sectores de la sociedad demandan al Ayuntamiento una obra que permita la captación de aguas con fines diversos.
1883	Se nombra Acueductos y Paseos, comisión especial con el fin de estudiar formas de obtener agua para la ciudad.
1883	Se promueve en Londres una compañía empresaria para abastecer de agua a la ciudad.
1883	El gobernador recibe un proyecto de contrato para entubar y distribuir agua potable para la ciudad.
1884	El gobierno aprueba un decreto para contrato de entubación del agua potable en la ciudad.
1886	San Luis Potosí concede poderes al ejecutivo estatal en materia de agua, por medio de abastecimiento, entubación y distribución de aguas en la ciudad.
1894	Se forma la empresa "Aguas de la ciudad".
1900	Se otorgan concesiones hidráulicas en la ciudad.
1903	La presa de San José se llena por primera vez.
1905	Comienzan los trabajos de entubación del agua.
1926	Inicia la construcción de la Planta de los Filtros.
1938	El Gobierno del Estado adquiere las obras e instalaciones del sistema de Abastecimiento de aguas establecido por la Compañía Anónima de Aguas que incluían la presa de San José y obras aledañas.
1941	Se inaugura la Planta de los Filtros.
1941	Aguas residuales de la ciudad son utilizadas en el riego agrícola en Soledad de Graciano Sánchez.
1959	Por decreto presidencial, los agricultores de Soledad de Graciano Sánchez son propietarios de las aguas residuales producidas por la ciudad.
1961	El acuífero que abastece a la ciudad de San Luis Potosí es declarado en Veda.
1971	Se realizan obras de conexión de la planta potabilizadora los Filtros.
1977	El ayuntamiento aprueba desincorporar la dirección de Abastecimiento de Agua y crear un organismo descentralizado denominado Junta de Agua Potable.
1984-1985	Pavimentación del Río de Santiago con el fin de convertirlo en boulevard.
1986	Se aprueba la construcción de plantas tratadoras de aguas negras.
1987	Propuesta municipal para crear un organismo operador para dar solución a los problemas de agua potable que abarque el municipio metropolizado de Soledad Díez Gutiérrez (actualmente, Soledad de Graciano Sánchez).
1991	Es presentado en San Luis Potosí el programa Agua Limpia.
1992	Se crea el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado y Saneamiento (SIAPAS) y se modernizan las instalaciones de la planta potabilizadora los Filtros.

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Contexto

1992-	Se realizan obras de conexión de la planta los Filtros con el sur de la ciudad.
1993	Empieza por decreto la planeación urbana estratégica en la ciudad de San Luis Potosí.
1994	Se publica una convocatoria de concurso de licitación de contrato para el tratamiento de las aguas residuales en la ciudad.
1996	Se crea el Organismo Intermunicipal Metropolitano de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Servicios Conexos de los municipios de Cerro de San Pedro, San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez (INTERAPAS).
1996	La empresa potosina PROAGUA gana la licitación para la construcción de dos plantas de tratamiento residual: Tangamanga I y II.
1998-2003	Se construyen las plantas de tratamiento de aguas residuales Norte, Tangamanga I y Tanque Tenorio.
2003	Inicia la construcción del acueducto Norte, con el fin de que la planta de los Filtros suministre de agua a la zona Norte de la ciudad.
2007-2008	INTERAPAS pone en operación la nueva planta Los Filtros, al potabilizar agua proveniente de las presas San José, El Peaje y El Potosino.
2007-2010	Se pone en marcha el Plan Hidráulico de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí, con la construcción de la Presa El Realito, el programa de Mejora Integral del INTERAPAS y la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales El Morro. Infraestructura que permitirá garantizar abasto para los próximos 30 años.

Capítulo 3

Caracterización física del área de estudio

El medio natural en el que se localizan las ciudades y su modificación por los procesos urbanos es relevante debido, en este caso, a que la disponibilidad del recurso agua está asociado a las características geológicas, geomorfológicas, hidrológicas-superficiales y subterráneas- y climáticas. Es por ello que a continuación se presenta un breve bosquejo de las principales características físicas de la zona de estudio, mismas que permitirán comprender las dimensiones de los problemas ambientales que se están presentando, en el marco de la interrelación medio natural y sociedad.

Climatología

Respecto al clima, la ZM SLP-SGS está localizada en la Altiplanicie Mexicana, entre la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental, dicha localización influye en el hecho de que el clima de la región sea árido, debido al efecto barrera hacia los vientos húmedos provenientes del golfo de México por parte de los sistemas montañosos mencionados.

El clima de la región es *BSo Kw* Templado con Verano Cálido Semiárido y *BS1Kw* Semiseco templado con verano cálido; en el que el régimen de lluvias alcanza aproximadamente los 400 mm anuales, específicamente en el periodo comprendido entre los meses de mayo a octubre (Mapa 3.1. y gráficas 3.1., 3.2. y 3.3.).

La temperatura promedio anual varía entre los 16° y 18° C. Por su parte, la oscilación térmica es extrema, debido a la diferencia de entre -9° C y 38° C. La marcha de temperatura es de tipo Ganges, en el que el mes más calido se presenta antes del solsticio de verano, por lo general en mayo.

A partir de datos de dos estaciones climatológicas ubicadas en la ZM, una de ellas en el municipio de San Luis Potosí y la segunda en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, se calculó que la temperatura media anual para la ZM es de 17.4° C, el mes más frío es enero con 13° C y el más cálido mayo con 21° C. La precipitación anual es de 380 mm, el mes más seco es marzo con 6.1 mm y el más húmedo es junio con 68.7 mm.

La evaporación media anual llega a niveles de 2038.7 mm (Cotas, 2005). La humedad relativa promedio anual en la ZM SLP-SGS es de 31%, en el transcurso del año es mayor de junio a diciembre, alcanza niveles de 44% en junio, la menor humedad se registra en el periodo de enero a mayo, justo en el mes de abril se presenta el nivel mínimo de 18%.

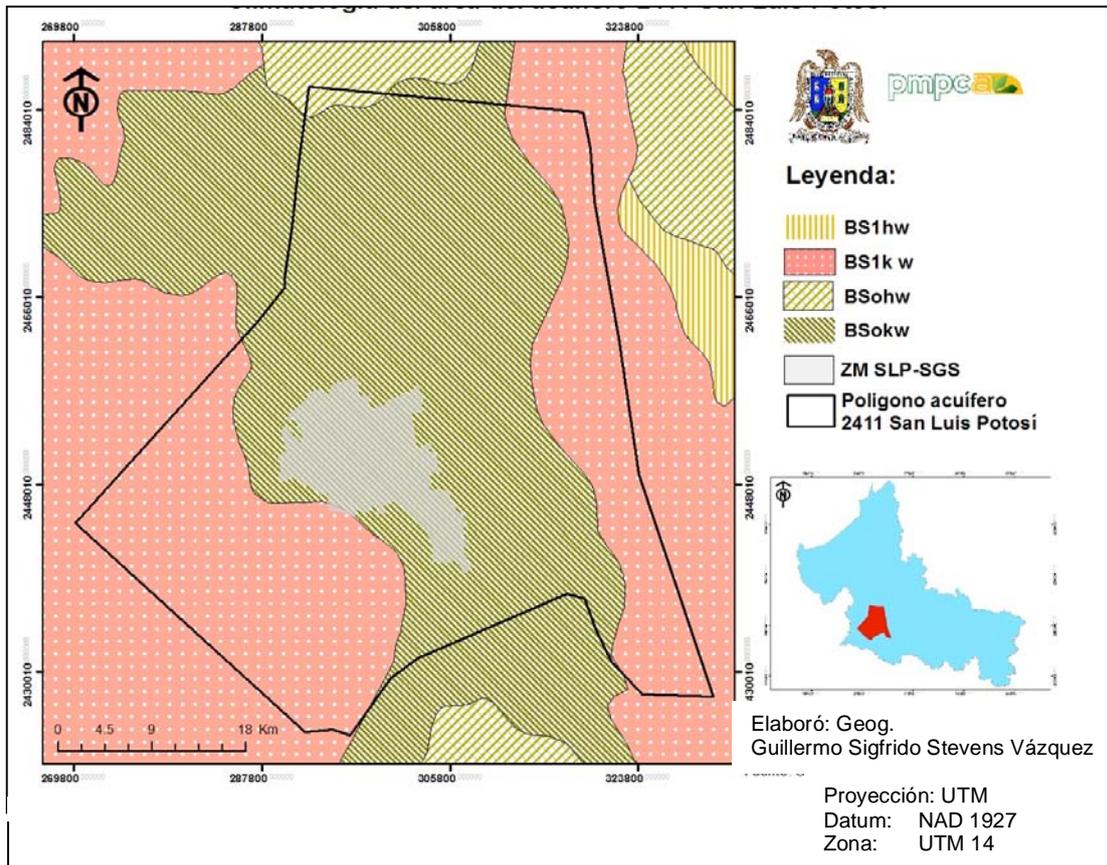
Los vientos dominantes son del este y del este-noreste, también con cierta influencia los vientos del suroeste en los meses de enero a marzo. Generalmente se tienen efectos de tolvaneras en la región.

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Caracterización física del área de estudio

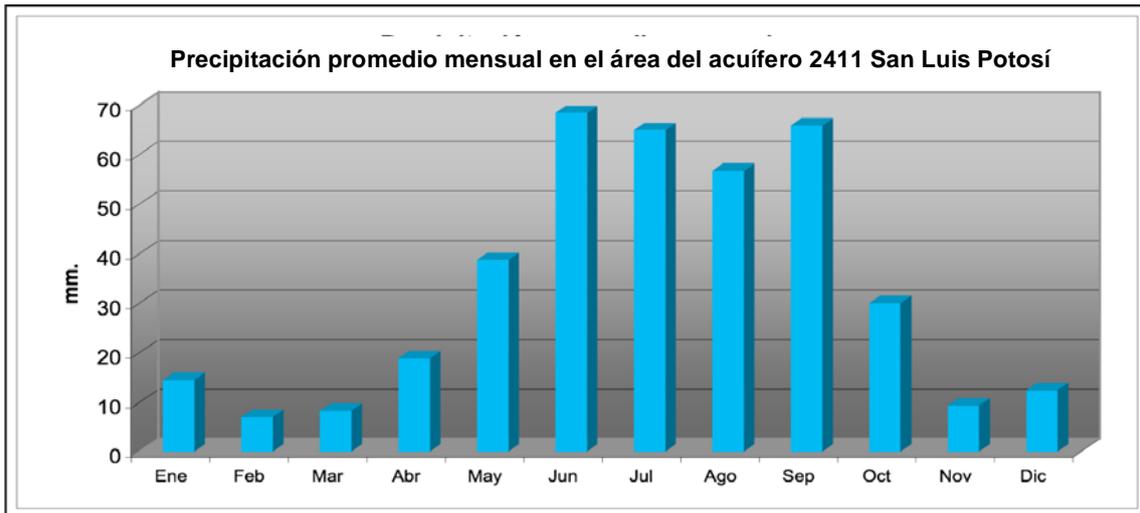
En la ZM se registran aproximadamente 30 días con heladas al año, las cuales comienzan en el mes de octubre y la finalizan en el mes de febrero, es el mes de enero el que registra un mayor número de estas, se alcanzan hasta seis heladas.

Por su parte, las granizadas no son comunes en la ZM SLP-SGS, ya que no se registra más de un día al año con este fenómeno (PCPE, 2003).

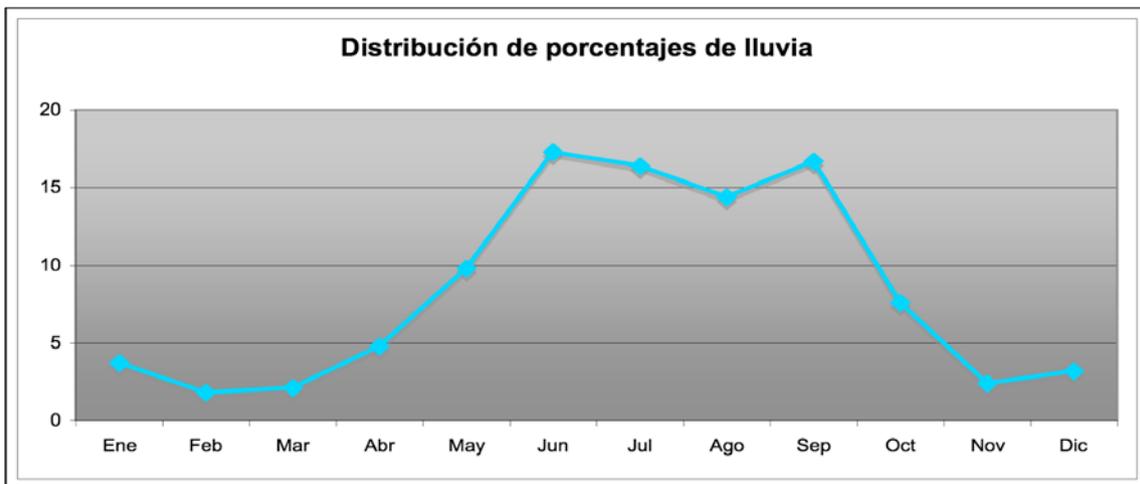


Mapa. 3.1. Climatología del área del acuífero 2411

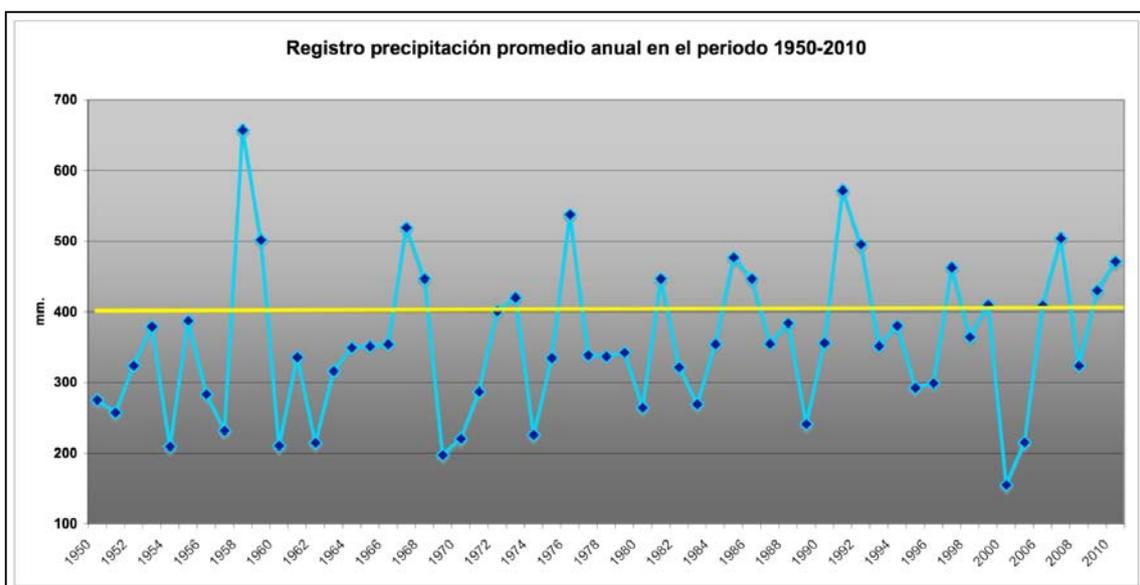
Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.
 Caracterización física del área de estudio



Gráfica 3.1. (Fuente: Cotas, 2005).



Gráfica 3.2. (Fuente: Cotas, 2005).



Gráfica 3.3. (Fuente: Cotas, 2005; INTERAPAS, 2010).

Hidrología

a) Aguas superficiales

La ZM SLP-SGS se ubica en la región hidrológica N^o 37, denominada El Salado. La cual es una cuenca endorreica, perteneciente a la vez a la subregión hidrológica N^o 37, en el que ninguna de las corrientes es de tipo perenne, debido a las condiciones climatológicas favorecen una alta evaporación, además del hecho de concentrar las precipitaciones en una marcada estación del año, lo cual en conjunto impide que las corrientes sean de tipo perenne.

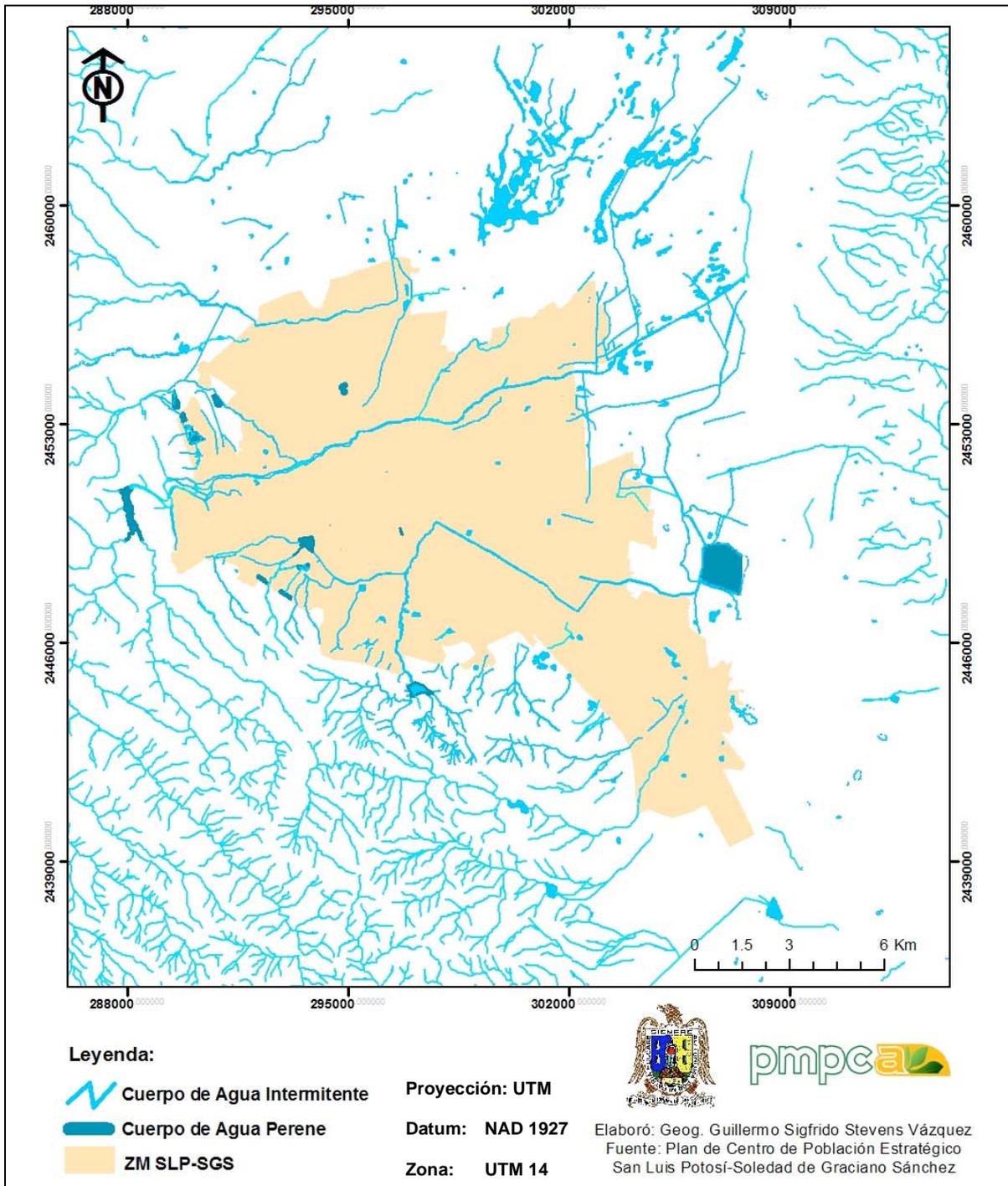
Aún así, los principales escurrimientos que cruzan la ZM SLP-SGS son los ríos Santiago y Española. Al noroeste de la ZM SLP-SGS bajan de la sierra de San Miguelito los arroyos de La Virgen, Calabacillas y Clavellinas, los cuales están interconectados al río Paisanos a la altura de la Carretera 49 a Zacatecas, por medio de un dren artificial de 2.8 km. de longitud. El arroyo Mexquitic llega al noroeste de la ZM, en la zona aledaña al poblado de Maravillas. Al sureste de la ZM SLP-SGS destacan los arroyos La Capilla, La Cantera, Las Atarjeas, San Antonio, San Carlos, La Hierbabuena y Cerritos (PCPE, 2003).

Los aprovechamientos superficiales constan por parte de la construcción de presas y embalses en los cauces de los ríos de la zona (Mapa 3.2. y tabla 3.1.).

Obra	Corriente superficial	Área drenada Km. ²	Capacidad en Mm ³ del almacenamiento		Periodo de construcción
			Inicial	Actual	
Presa El Peaje	A. Grande o Azul	81	8.0	6.65	1949 – 1950
Presa San José	Río Santiago	265	8.2	4.56	1905
El Potosino	Río El Potosino	57	0.76	0.76	1985-1988
Presa A. Obregón (Mexquitic de Carmona)	Río Mexquitic	66	4	3.58	1935-1939
Presa Cañada del Lobo	Río Española	13	0.8	0.8	1986-1987
Presa San Antonio	Arroyo San Antonio	14.5	0.57	0.4	1875
Presa San Carlos	Arroyo los Palillos	17.4	0.55	0.50	1952

Tabla 3.1. Aprovechamientos superficiales

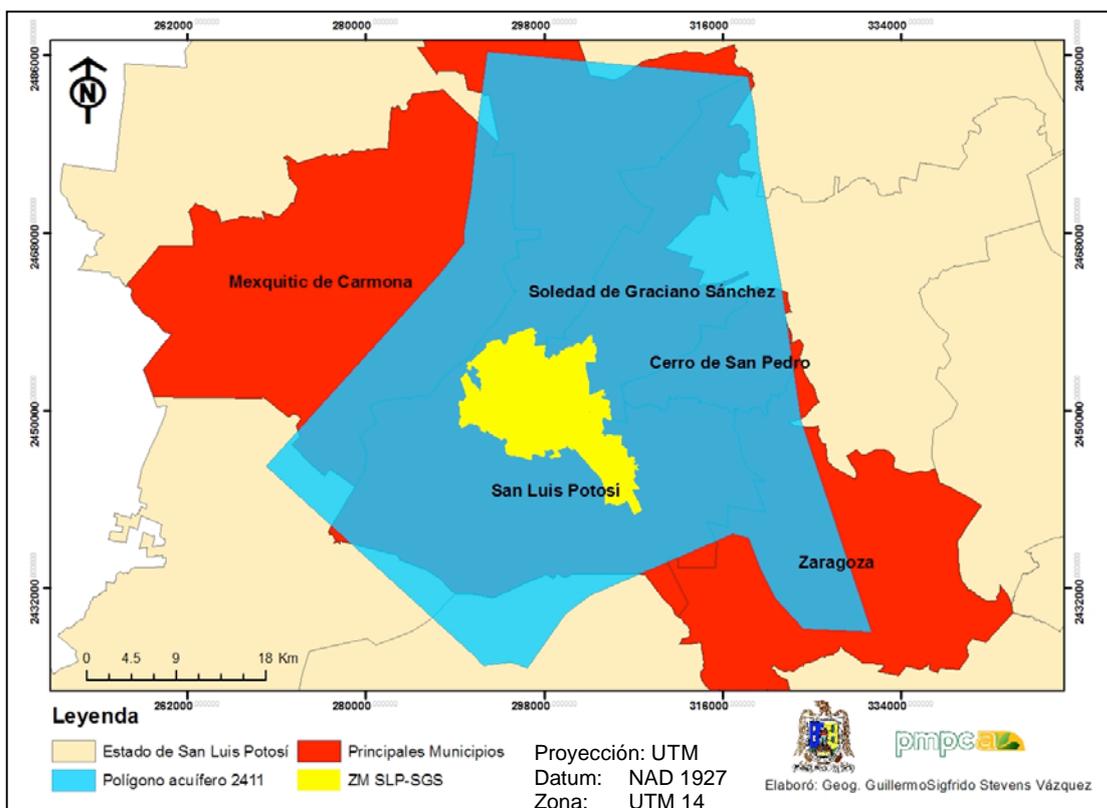
Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.
 Caracterización física del área de estudio



Mapa 3.2. Corrientes superficiales en el área aledaña a la ZM SLP-SGS.

b) Aguas subterráneas

El acuífero del Valle de San Luis es subdividido en superior e inferior, actualmente está sobreexplotado, de lo cual derivan abatimientos que van de dos a cinco metros anuales. En la década de 1970 el acuífero presentaba un equilibrio entre recarga y extracción. El Acuífero San Luis Potosí, según el acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación del 31 de enero de 2003, se localiza en la parte suroeste del estado de San Luis Potosí, cubre un área aproximada de 1980 Km². Comprende parcialmente los Municipios de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, Mexquitic de Carmona, Cerro de San Pedro y Zaragoza (Mapa 3.3.).



Mapa 3.3. Localización y delimitación administrativa del acuífero 2411 de San Luis Potosí (Fuente: Cotas, 2005).

Las condiciones geológicas (calizas arcillosas de cuenca) de la parte oriente limitan de manera importante cualquier tipo de recarga al sistema. En el valle se localizan materiales de baja permeabilidad (conglomerados, horizontes arcillosos y caliche) que cumplen una doble función, por un lado obstaculiza la recarga natural vertical y por otro funciona como una barrera de protección al acuífero somero.

Se reconocen dos acuíferos, uno somero y otro profundo. El somero o freático esta formado por depósitos aluviales, tiene un espesor de aproximadamente 5 a 40 m

(Cotas, 2005). El acuífero profundo en medio granular, es actualmente explotado por pozos que alcanzan profundidades hasta 350 m de material sedimentario. El límite superior del acuífero profundo se encuentra aproximadamente a 100 a 150 m de profundidad

La recarga principal al acuífero se efectúa en el flanco oriente del Valle de San Luis Potosí, así como al Norte de la Sierra de San Miguelito hacia el suroeste de la ciudad.

La recarga natural al acuífero somero es limitada gracias a la presencia de una capa de caliche en la parte superior del relleno en el valle. La recarga mas importante en el acuífero somero es la inducida de tipo difusa, por la fuga de agua potable, drenaje y retorno de riego.

El principal problema de recarga del acuífero es que no existe un homologación de términos que permita especificar y comprender a que tipo de recarga se refiere. En el acuífero 2411 San Luis Potosí se detectan los siguientes tipos de recarga (COTAS, 2005):

Recarga Natural Directa: a partir de la precipitación, es el agua que se infiltra una vez que satisface los requerimientos de humedad del suelo y evapotranspiración; no se conoce el lugar donde se produce la recarga, es estacional y se estima que es mínima, ya que las condiciones climáticas no permiten que se lleve a cabo y la urbanización de una gran parte de la planicie es una limitante; se le identifica con buena calidad del agua, por el ascenso del nivel freático que sigue patrones estacionales. Se estima que es precipitación moderna, su importancia cualitativa inferida para el sistema acuífero en términos de cantidad de agua es muy poca; este tipo de recarga es hacia el acuífero somero.

Recarga Natural Indirecta: es el agua derivada de la precipitación actual que se infiltra a la zona saturada a partir del cauce de arroyos efímeros y las zonas fracturadas, se tienen identificadas *tres zonas de recarga* con las siguientes características:

a) Inmediaciones de la sierra de San Miguelito y la planicie o zona de pie de monte, así como la zona entre la sierra de San Pedro y la planicie. Se infiltra a los acuíferos somero y profundo.

b) Zonas de inundación producidas en la planicie, fuera de la zona metropolitana, por el escurrimiento urbano. Ésta recarga presenta mala calidad del agua, y su importancia cualitativa inferida para el sistema acuífero en términos de cantidad de agua es regular, se infiltra hacia el acuífero somero.

c) Altiplano de la Sierra de San Miguelito, su importancia cualitativa inferida para el sistema acuífero en términos de cantidad de agua se considera de regular a poca, su

infiltración es hacia el acuífero profundo lejos de la región donde se ubican los pozos que la captan (Mapa 3.4.).

Recarga Inducida Difusa y/o Localizada: es la recarga artificial no planeada, relacionada con la urbanización de la zona metropolitana, se lleva a cabo a lo largo de todo el año y se origina por:

a) Fugas de los sistemas de saneamiento, se produce en la planicie que ocupa la zona metropolitana. Es agua de mala calidad; su importancia cualitativa inferida para el sistema acuífero en términos de cantidad de agua es regular, su infiltración es hacia el acuífero somero.

b) Fugas en los sistemas de distribución de agua potable. Agua de calidad similar a la del acuífero profundo, su importancia cualitativa inferida para el sistema acuífero en términos de cantidad de agua es regular, su infiltración es hacia el acuífero somero.

c) Infiltración a partir de canales y cuerpos de agua que conducen y almacenan las aguas residuales. Es agua de mala calidad y su importancia cualitativa inferida para el sistema acuífero en términos de cantidad de agua es regular, su infiltración es hacia el acuífero somero.

d) Retornos de riego en zonas donde se irriga con aguas residuales. Agua de mala calidad, su importancia cualitativa inferida para el sistema acuífero en términos de cantidad de agua es elevada, su infiltración es hacia el acuífero somero.

e) Retornos de riego en zonas donde se irriga con agua subterránea (Cirelli, 2004) Es agua de mala calidad y su importancia cualitativa inferida para el sistema acuífero en términos de cantidad de agua es poca, su infiltración es hacia el acuífero somero.

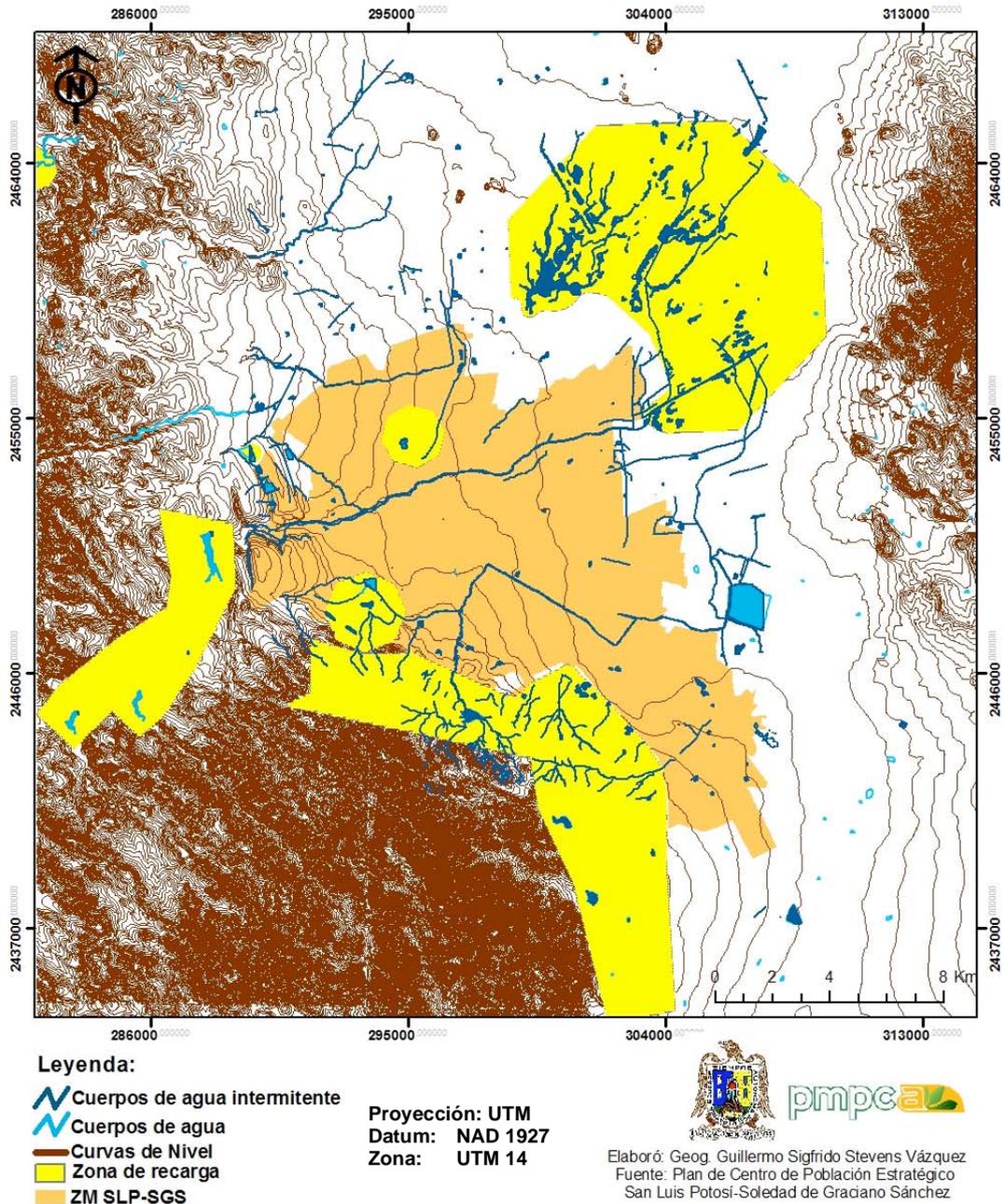
f) Retornos de riego en jardines y parques. Es agua de mala calidad, su importancia cualitativa inferida para el sistema acuífero en términos de cantidad de agua es poca, su infiltración es hacia el acuífero somero.

Los Flujos Subterráneos entre acuíferos, se especifican a continuación (COTAS, 2005):

a) Infiltraciones a partir del acuífero somero por pozos mal construidos y percolación a través del material geológico, se produce en la planicie que ocupa la zona metropolitana y rural. Se trata de agua de mala calidad, su importancia cualitativa inferida para el sistema acuífero en términos de cantidad de agua es poca, su infiltración es hacia el acuífero profundo.

b) Flujo lateral horizontal que se genera desde zonas fuera del área incluidas en el balance, se produce desde la sierra de San Miguelito hacia la zona de extracción de los pozos. Agua de igual calidad a la del acuífero profundo, su importancia cualitativa inferida para el sistema acuífero en términos de cantidad de agua es regular y su infiltración es hacia el acuífero profundo.

c) Flujo vertical ascendente de zonas profundas a las zonas de captación de los pozos inducidos por la extracción, se produce en zonas específicas de la planicie que ocupa la zona metropolitana y rural. Su importancia cualitativa inferida para el sistema acuífero en términos de cantidad de agua es elevada y su infiltración es hacia el acuífero profundo.



Mapa. 3.4. Zonas de recarga del acuífero 2411 San Luis Potosí.

Geología

El área de estudio se localiza en la provincia fisiográfica de la Mesa Central, corresponde a una cuenca endorreica en donde se pueden identificar el valle de

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

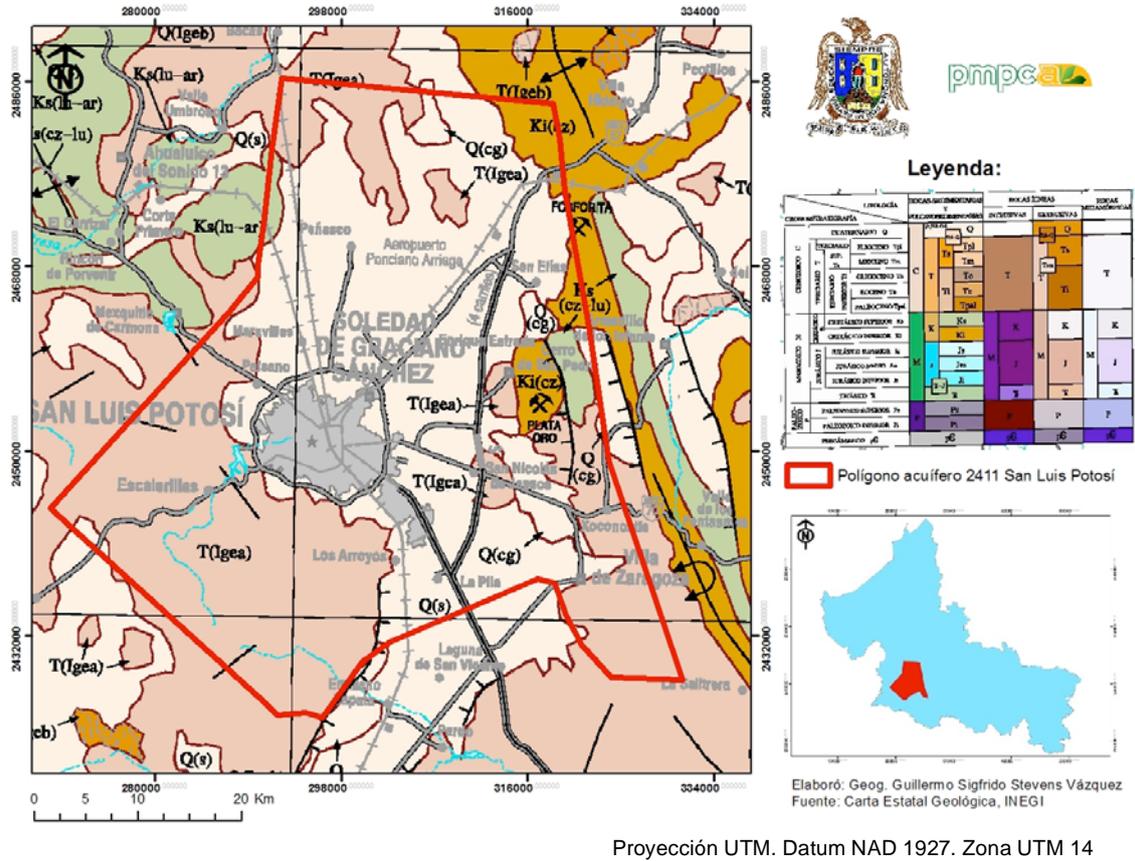
Caracterización física del área de estudio

origen tectónico y las serranías que lo rodean. La ZM SLP-SGS está emplazada en el sector NW del Graben de Villa de Reyes, cuya topografía es predominantemente plana, con una altitud promedio de 1800 msnm. El origen del graben está asociado a la extensión cortical del Terciario temprano, durante el que se produjo un sistema de fallas normales con orientación NW-SE y que formó una serie de fosas, semi-fosas y pilares tectónicos. La parte central del valle está conformado por sedimentos fluviales y gravitacionales, con espesores que varían de 50 a 500 m, provenientes de las elevaciones circundantes (Labarthe y Tristán, 1978). Cabe mencionar que un estudio geofísico realizado por Arzate *et al.*, (2008) ha generado un modelo digital de elevación del basamento, que permite apreciar notables irregularidades en su topografía.

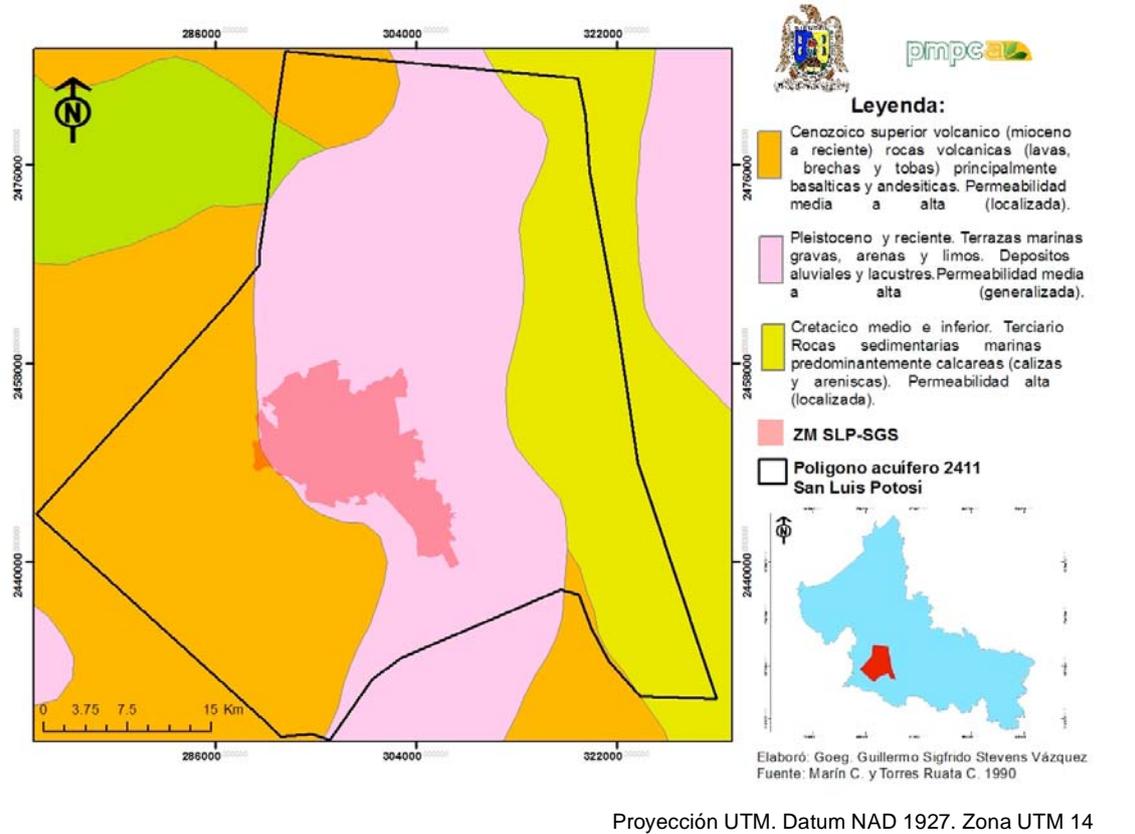
Las porciones laterales del Graben de Villa de Reyes están constituidas por los complejos volcánicos félsicos de la Sierra de San Miguelito y Río Santa María. La Sierra de San Miguelito, que limita la zona de estudio en el sector suroeste, está constituida por una secuencia de lavas e ignimbritas riolíticas que presentan una morfología abrupta con fuertes pendientes, en contraste con la morfología de lomeríos convexos y de menor pendiente que constituye el pie de monte y que en los últimos cinco años ha experimentado una creciente urbanización. La Sierra de Álvarez, ubicada al Este, está conformada predominantemente por rocas sedimentarias marinas del Cretácico y algunas secuencias volcánicas del Terciario (Mapa 3.5. y 3.6.).

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Caracterización física del área de estudio



Mapa 3.5. Geología del área del acuífero 2411 San Luis Potosí.



Mapa 3.6. Hidrogeología del área del acuífero 2411 San Luis Potosí.

Fisiografía

La región forma parte de la Provincia Fisiográfica de la Mesa Central, corresponde a una cuenca endorreica con elevación promedio en la zona del Valle de 1840 msnm, la cual está limitada al oeste, meridional y septentrional por serranías de topografía escarpada de hasta 2700 msnm y al oriente con elevaciones de 2200 msnm. (Mapa 3.7.)

Relieve

Se distinguen las siguientes dos topofomas.

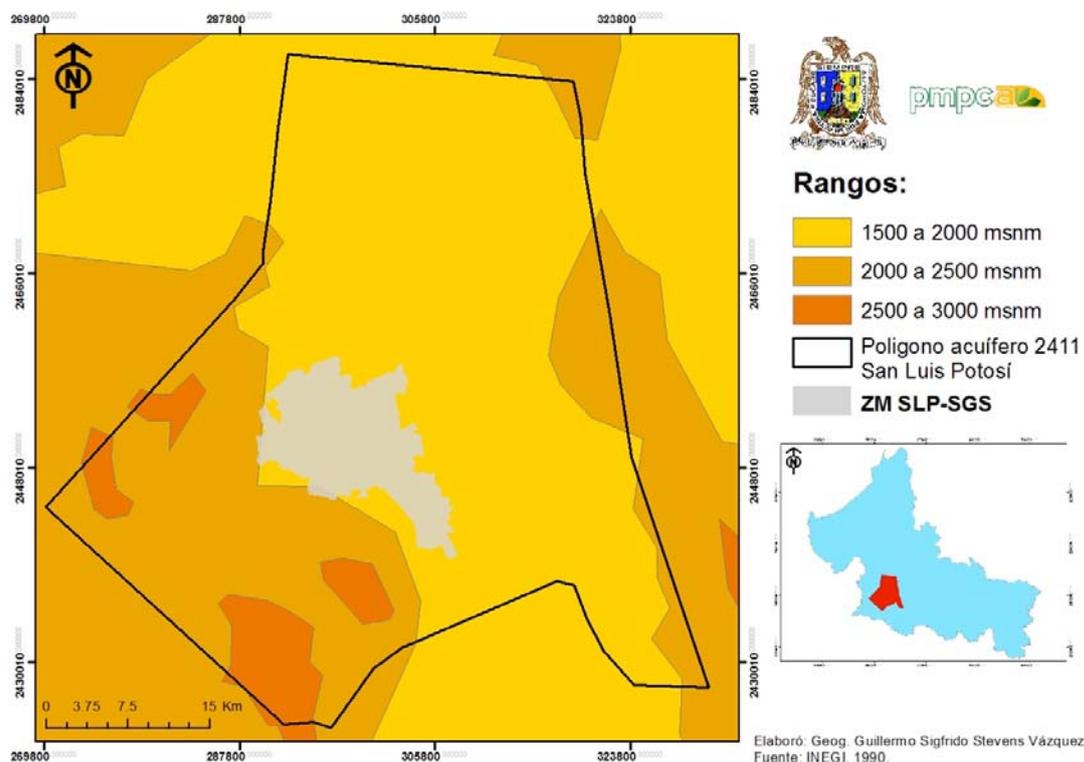
a) Valle tectónico.

Es una depresión rectangular que se prolonga hacia el Graben de Villa de Reyes al sur y Villa de Arista al norte. Limitado por fallas de gran ángulo rumbo Norte-sur, se considera que el colapsamiento alcanzó hasta 500 m.

b) Sierras de elevación intermedia

Al oeste y suroeste el Valle está limitado por la Sierra de San Miguelito, pilar tectónico conformado por rocas calcáreas de edad cretácica intensamente plegadas con eje orientado de Noroeste a Sureste. El drenaje es de tipo dendrítico.

Al norte el Valle queda separado de la zona geohidrológica de Villa de Arista por otro pilar volcano-tectónico denominado Alto La Melada.



Proyección UTM. Datum NAD 1927. Zona UTM 14

Mapa 3.7. Hipsometría del área del acuífero 2411 San Luis Potosí.

Capítulo 4

Metodología

El caso de México, debido a sus grandes diferencias territoriales, es posible encontrar un norte principalmente árido (con disponibilidad limitada de agua) donde se localizan importantes ciudades con altos niveles de industrialización que dependen fuertemente de los mantos acuíferos. Muy en contraste con las zonas sur y sureste del país, que concentran zonas importantes de biodiversidad, casi la totalidad de la población indígena y elevados porcentajes de recursos hídricos del país. Mosaico diverso y contrastante que ha favorecido una amplia perspectiva de estudios hídricos en México. Generalmente relacionados a aspectos como contaminación, acceso al agua, infraestructura y redes, conflictos sociales por el agua, vulnerabilidad y riesgos por inundaciones y crecidas de los ríos, por mencionar algunos ejemplos. Con perspectivas y enfoques diversos, desde las ciencias exactas hasta las ciencias sociales, aunque la tendencia ahora conlleva a estudios cada vez más multidisciplinarios, con enfoques integrales donde especialistas de diversas áreas del conocimiento científico convergen en un problema específico.

Revisión de literatura

La revisión de literatura es un pilar fundamental en la investigación, por medio de ella es posible conocer antecedentes del problema a estudiar y de igual manera la forma, enfoques y metodologías que han sido utilizados en dichos trabajos. Este apartado corresponde la revisión de estudios previos sobre problemas de agua, así mismo, estudios técnicos sobre las aguas subterráneas y superficiales.

Como se ha mencionado anteriormente, no existe una metodología específica que permita la estimación de la vulnerabilidad hídrica. El primer impedimento u obstáculo radica en ser un concepto que está en constante evolución y construcción, debido a que existen enfoques desde las ciencias sociales, las naturales y las ingenierías.

Por lo que el bosquejo conceptual en la literatura fue el primer paso, es decir, tratar de definir o hacer una aproximación de lo que se conoce como vulnerabilidad hídrica, la cual podría decirse atraviesa una evolución conceptual; ya que ni la vulnerabilidad ni el riesgo pueden ser fijos (Rubio, 2010) sino que dependen de la continuidad de determinadas relaciones espaciales (Santos, 2000), en las que las variables fundamentales del riesgo pueden referir a la oferta y demanda de agua (Ávila, 2002; CNA, 2002; Shiklomanov, 2002), problemas en el proceso de manejo y gestión (Maganda, 2005) e incluso el cambio climático (IMTA, 2010). Conjunto que puede ser referido como una articulación dinámica (Rubio, 2010), que da como resultado un escenario en el que algunos actores son afectados en tiempo y espacio (Hernández, 2010) en el que se incluye la escala urbana (De Alba, 2007); fenómeno que se conoce como vulnerabilidad hídrica (Campos, 1992, Maganda, 2005; ONU, 2006). Así, la

vulnerabilidad hídrica, puede ser estimada de acuerdo a Ávila (2002) en niveles que refieren a la capacidad de mantener actividades productivas hasta el caótico escenario de la escasez de agua.

Por lo que se llega a premisas como ¿quiénes son vulnerables hídricamente? ¿cuál es la capacidad de control que se tiene sobre el problema?. Mediante un análisis sistémico del contexto del área de estudio, se identificaron los componentes del sistema (los cuales se mencionan posteriormente) que influyen en la vulnerabilidad hídrica. De los componentes identificados, se hizo hincapié en variables espaciales, debido a que el objetivo recae en estimar, determinar y hacer una aproximación de la localización geográfica de dicho fenómeno dentro de la escala urbana

Los planes de desarrollo urbano también son importantes; como referencia, la planeación urbana en la ZM SLP-SGS existe formalmente por decreto desde el año de 1993, con el fin de dar respuesta y planear el crecimiento de una de las ciudades medias mexicanas de aquella época. Documento que con el paso de los años ha sido actualizado con el fin de dar continuidad a los procesos de urbanización.

El organismo operador local, INTERAPAS, se encarga anualmente de proporcionar un informe detallado de sus procesos de gestión, avance en obras y estado actual. Por medio de los informes del organismo, fue posible identificar las colonias y sectores en la ciudad que enfrentan problemas de agua, ya sea por ausencia del servicio o problemas en la presión del agua. Dicha información es complemento para el análisis morfológico y desde luego el análisis espacial, referido más adelante.

Con los datos demográficos de la ciudad y los volúmenes de extracción y producción total, se estimó la disponibilidad de agua. En este apartado, la representación espacial de los pozos es fundamental, así como los niveles de perforación.

Entre los atributos de los datos obtenidos en esta sección, destaca el factor localización, por medio del cual, dicha información puede ser georeferenciada o representada espacialmente, el hincapié es debido a que el trabajo conlleva al análisis espacial. En dicho proceso, la localización de colonias afectadas por el servicio, la red de distribución, la distribución de los pozos y su respectiva profundidad, la calidad del agua según contaminantes naturales de origen químico y el tipo de abasto de agua, es decir, la localización de las colonias abastecidas por aguas subterráneas y superficiales. Emergen como las variables con atributos espaciales, de vital importancia para los siguientes apartados en el SIG y el análisis espacial.

Análisis morfológico

Dollfus (1978) afirma que el espacio geográfico no puede crecer si no hay quien lo habite, por lo que en el análisis morfológico se tomaron en cuenta variables

Metodología

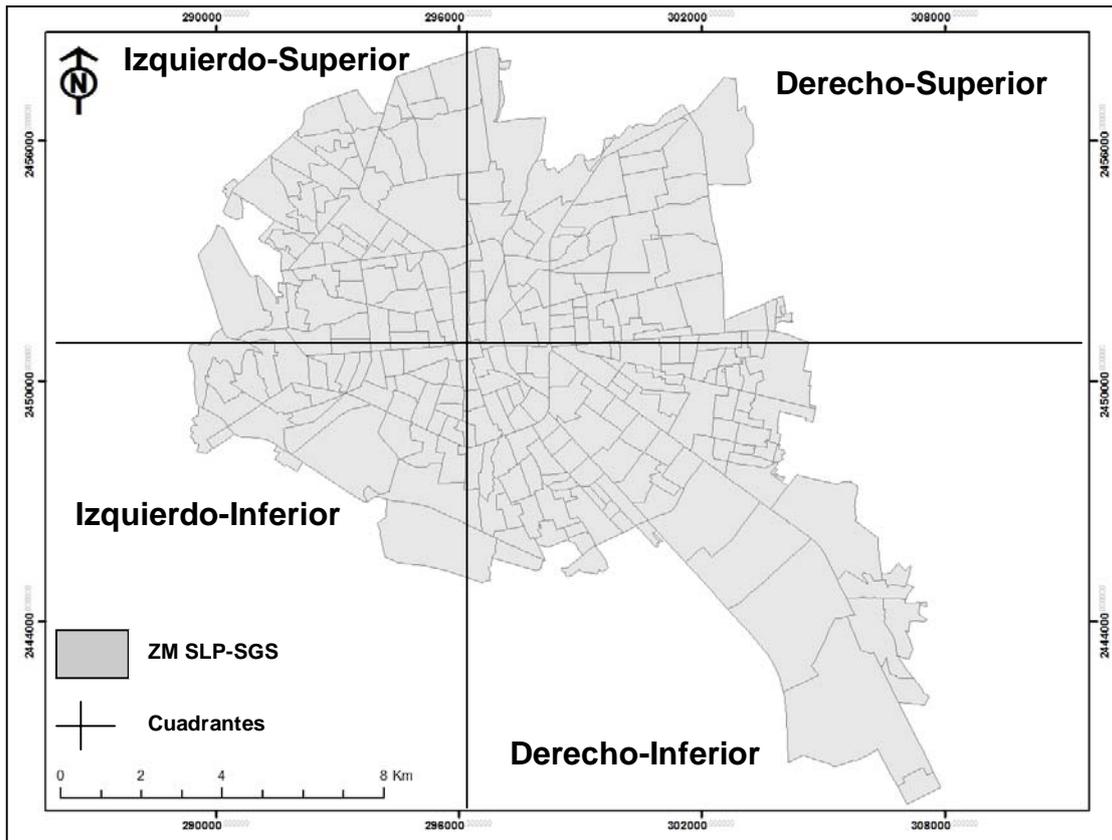
demográficas y estadísticas de la dinámica de población, obtenida a partir de proyecciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO) además de censos y conteos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). A partir de dicha información, se llegó a una caracterización socioeconómica de la población de la ciudad, información obtenida a nivel de área geostatística básica (AGEB) mediante los cuales fue posible identificar la estructura de la ciudad, es decir, la localización de los sectores o grupos adquisitivos en la ciudad; esta información fue complementada con otra información referida en los siguientes apartados.

La marginación urbana es un fenómeno estructural muy característico de las ciudades, su distribución espacial obedece a la conjugación de variables relacionadas con aspectos como vivienda, nivel de ingreso, educación así como acceso a los servicios básicos, en el caso de la marginación urbana de la ZM SLP-SGS, la información fue obtenida de CONAPO, de vital importancia para el trabajo de tesis debido a que la hipótesis de este trabajo refiere a encontrar una relación entre el sector socioeconómico y los problemas con el acceso al agua (vulnerabilidad hídrica).

Cabe mencionar que en el apartado del análisis morfológico, todas las variables cuentan con un aspecto básico: la espacialidad; es decir, las variables fueron representadas por medio de una serie de cartografía. Esto fue realizado de acuerdo a los siguientes pasos. En el primer paso, hubo una selección de la información disponible a nivel AGEB; dentro del cual, la información seleccionada corresponde a criterios relacionados con el ingreso, viviendas y población total. Se trata así, de variables *localizables*.

El siguiente paso fue la construcción de cartografía a nivel AGEB (representación espacial) en dicho proceso, la información estadística fue representada en rangos que fueron clasificados como alto, medio y bajo (de acuerdo a los valores netos de cada categoría). En este aspecto se "*dividió*" la información espacial por cuadrantes, en el que se tomó el centro de la ciudad como punto de partida. Fue así que la información espacial fue categorizada en cuatro secciones: Cuadrante superior-izquierdo, superior-derecho, inferior-izquierdo e inferior-derecho (Mapa 4.1.).

Metodología



Mapa. 4.1. División por cuadrantes del área de estudio.

Por medio del SIG y en relación con el apartado del análisis morfológico, el análisis a nivel AGEB conllevó información de los censos y conteos de INEGI, con el fin de entender y complementar la estructura de la ciudad en términos sociodemográficos, dicho análisis fue realizado en el software ArcMap 9.3 (ArcGIS).

Entre los métodos de representación de información por AGEB, uno de los principales errores en la representación espacial de datos estadísticos recae en las diferencias entre las áreas a representar. Los cuales pueden llegar a contener varias colonias en una sola área, generalmente el error recae en representar datos en áreas que no son de tamaño homogéneo. Es decir, bien pueden existir áreas extensas con valores estadísticos bajos; y áreas pequeñas con altos valores estadísticos.

En el caso de los mapas de AGEB, el software ArcMap puede representar dicha información por medio del método denominado *normalización*, en el que la variable a representar actúa como el numerador, mientras que como denominador actúa una variable para estandarizar. Por medio de la creación de una proporción mediante la realización de división simple, que es lo que se representa visualmente al final del proceso (la proporción).

La normalización puede ser por medio de dos métodos, en el primero de ellos, el valor de un atributo es dividido por la suma de otro atributo por todas sus características, es

decir, la proporción de valores en un porcentaje del total. El segundo de ellos consiste en la normalización por medio de otro atributo (Dailey, 2006) (Tabla 4.1.).

En la investigación, el método empleado para el análisis fue el primero de ellos.

Variable	Normalizado por:
Población total	(Porcentaje del total)
Población ocupada en el sector secundario	Población económicamente activa
Población ocupada que recibe menos de un salario mínimo mensual de ingreso por trabajo	Población económicamente activa
Población ocupada que recibe más de 5 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo	Población económicamente activa
Viviendas particulares con techos de materiales ligeros, naturales y precarios	Total de viviendas particulares
Viviendas particulares con drenaje conectado a la red pública	Total de viviendas particulares
Viviendas particulares que solo disponen de drenaje y agua entubada	Total de viviendas particulares

Tabla 4.1. Lista de variables utilizadas en el análisis morfológico y su respectiva normalización.

En el SIG, gracias a sus herramientas fue posible espacializar los datos referidos en apartados anteriores. La información espacial fue representada en la proyección UTM, con un Datum correspondiente a NAD 1927 en la zona UTM 14.

En el caso de las variables relacionadas con los pozos, fue posible determinar la localización (de acuerdo a la información obtenida) del gasto promedio y los niveles de profundidad. En el caso específico de la profundidad, al estar localizados los puntos dispersos, los datos fueron interpolados, procedimiento que se basa en técnicas estadísticas de interpolación de puntos de muestreo de una determinada variable en zonas donde no es posible obtener este tipo de muestras.

En el caso de los datos de la localización y profundidad de los pozos se utilizó la herramienta de Interpolación IDW (peso ponderado por la inversa de la distancia). En este método, cada punto de la muestra ejerce su influencia sobre los puntos a determinar y disminuye en función de la distancia, por lo que cada punto vecino contará con el peso en la determinación del valor del punto a interpolar, por lo que será mayor mientras más cercano sea, esto por el principio de correlación espacial.

En el caso de las variables relacionadas con la red de distribución y la tipología del servicio de agua en la ciudad, fue necesario realizar una digitalización de polígonos de las colonias, mismos que fueron agrupados en formato SHAPE para su posterior modificación. Según fue la información de las variables, se representó la información por medio de la creación de rangos específicos.

En el caso de la calidad de agua, se digitalizaron los polígonos, a los cuales se les asignó una base de datos con los valores de contaminación; después fueron desplegados espacialmente la distribución de los pozos.

La totalidad de la información espacial, fue georeferenciada con el mismo sistema de coordenadas con el propósito de lograr exactitud al momento de hacer la superposición de mapas.

Al contar con la información de las variables espaciales, el siguiente paso fue la rasterización de la información. Proceso necesario para llegar al Análisis multicriterio.

Las variables espaciales fueron exportadas y convertidas a un formato RASTER, debido a que corresponde con el formato soportado para las funciones del análisis multicriterio. Esto por medio de las operaciones a nivel píxel realizadas en dicho método.

En la variable de los niveles de perforación de los pozos, fue necesaria la reclasificación RASTER, este proceso, refiere al reemplazo de celdas del RASTER de entrada por nuevos valores en el RASTER de salida, con base en un criterio determinado. Esto con el fin de elaborar una reclasificación de los valores obtenidos en el caso de la interpolación de los datos de la profundidad de los pozos.

Con la información obtenida, después de su representación espacial, fue posible llegar a las variables siguientes. Se recurrió a investigadores relacionados con el tema del agua, a los cuales se les pidió que asignaran un peso a cada una de ellas de acuerdo a la importancia que consideraran a su criterio.

En el caso de los criterios a elegir, se enlistan los siguientes y una breve descripción:

1.- Localización y profundidad de pozos.

Debido a la fuerte dependencia del agua subterránea y al mismo tiempo de un uso no sustentable, ha sido necesario perforar pozos cada vez más profundos en determinados puntos de la ZM SLP-SGS (COTAS, 2005; INEGI, 2010). Dentro de lo cual van implícitos gastos y mantenimiento de los procesos de extracción y bombeo de agua.

2.- Calidad del agua.

Debido a diversos procesos, el agua subterránea presenta niveles de contaminación de arsénico y fluoruro. Según un estudio realizado, fue posible delimitar por medio de muestreo de pozos y análisis químico las áreas de mayor contaminación de los elementos mencionados. En el que según las normas en materia de salubridad: Normas Oficiales Mexicanas: Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 (NOM-127), Salud Ambiental Agua para uso y consumo humano y en la NOM-201-SSA1-2002, Productos y Servicios. Agua y hielo para consumo humano,

envasados y a granel. Al rebasar los límites permitidos, puede ser perjudicial para la población (Ortiz, 2006).

3.- Estado de la red de distribución: antigüedad.

Según datos del organismo operador, un elevado porcentaje de la red de distribución de agua está en condiciones obsoletas (INTERAPAS, 2010). Lo cual trae como consecuencias pérdidas de importantes volúmenes de agua (Cirelli, 2004). Esto además de evidenciar la falta de mantenimiento.

4.- Fuente de abastecimiento de agua: superficial o subterránea.

El 92% de la ciudad se abastece por medio de aguas subterráneas, mientras que el restante 8% lo hace por medio de aguas superficiales. En el caso del agua subterránea, la extracción es cada vez más profunda, además de presentar problemas de fugas en su distribución. En el caso del agua superficial, su disponibilidad se ve comprometida en la temporada seca y varía año con año de acuerdo a las precipitaciones y variaciones climatológicas (COTAS, 2005; INEGI, 2010).

El análisis multicriterio

El procedimiento del análisis multicriterio fue realizado en el software de SIG ArcMap 9.3 por medio de la herramienta de *Spatial analyst*.

Proceso en el que se agregaron las capas *rasterizadas* de los criterios mencionados anteriormente. En el que de acuerdo a los criterios obtenidos por parte de los investigadores consultados, se asignaron los porcentajes referidos a cada uno de ellos. Dicho proceso debía sumar 100%. Los valores obtenidos de acuerdo a los investigadores fueron de la siguiente forma:

El criterio de localización de pozos y su profundidad obtuvo 30%, el criterio de la antigüedad de la red de distribución obtuvo un 25%, por su parte, el tercer criterio, referente a la calidad del agua obtuvo un 30% y el cuarto y último criterio, referente a la fuente de abasto quedó con un 15% de peso.

Con este procedimiento, el resultado fue el mapa de vulnerabilidad hídrica, de acuerdo a la ponderación de los criterios mencionados anteriormente. La información fue clasificada a su vez en tres rangos, alto, medio y bajo.

El Análisis espacial

Con la información referida anteriormente, fue posible llegar al punto más importante del trabajo de investigación: el análisis espacial.

El análisis espacial es la cuestión fundamental en Geografía, por medio de sus cuatro principios metodológicos es posible comprender los distintos procesos que ocurren sobre la tierra. En dichos principios metodológicos, el primero de ellos refiere a la localización y responde a la premisa *¿dónde?*; en el que ningún lugar es igual a otro, todo es diferenciado a la vez que cada lugar cuenta con una *georeferencia*, por medio de sistemas de coordenadas con los cuales es posible localizar cualquier lugar, a través de factores como la latitud y longitud, a la vez de distintos tipos de proyecciones y de acuerdo a una escala específica. El segundo principio metodológico refiere a la temporalidad, este responde a la premisa *¿desde cuándo?*, en el que cada fenómeno localizable cuenta con un periodo temporal. El tercer principio metodológico refiere a la causalidad, en el que responde a la premisa de *¿por qué?* Y trata de conocer las causas y razones de ser, por último, el cuarto principio metodológico, la conexión refiere a los distintos vínculos con los que está correlacionado.

Si bien, el análisis morfológico aportó la base de referencia, es hasta este apartado que el análisis espacial puede ser concluido. Debido a tener la información clasificada y representada espacialmente. Es hasta este apartado en el que fue posible analizar, determinar y localizar las relaciones entre los criterios, para dar paso así a la comparación entre el nivel de marginación de la población con la vulnerabilidad hídrica.

La búsqueda de una correlación espacial fue realizada de dos formas, un cruce de mapas y un análisis visual.

El cruce de mapas fue elaborado con las herramientas de análisis del software Arc Map, en el cruce se creó una tabla en común, a la cual se le agregó un nuevo campo con un índice de correlación de los valores de vulnerabilidad hídrica (rangos alto, medio y bajo) con los niveles de marginación urbana. Valores que después fueron representados espacialmente y da como resultado el mapa de correlación espacial de la vulnerabilidad hídrica y los niveles de marginación urbana.

En el análisis visual, si bien, la información espacial fue integrada al SIG, este no fue determinado por medio de un análisis de tipo espectral que incluyera factores como textura y valores estadísticos como frecuencias relacionados con la información raster (pixel), sino información de tipo vector, caso en el que la interpretación de tipo visual ofrece una mayor precisión en el caso de estudios de zonas urbanas (Chuvienco, 2008).

En el análisis visual a través de una comparación se estimó la correlación entre las variables referidas anteriormente, así mismo la localización de los patrones, configuración, asociación y adyacencia entre ambos criterios.

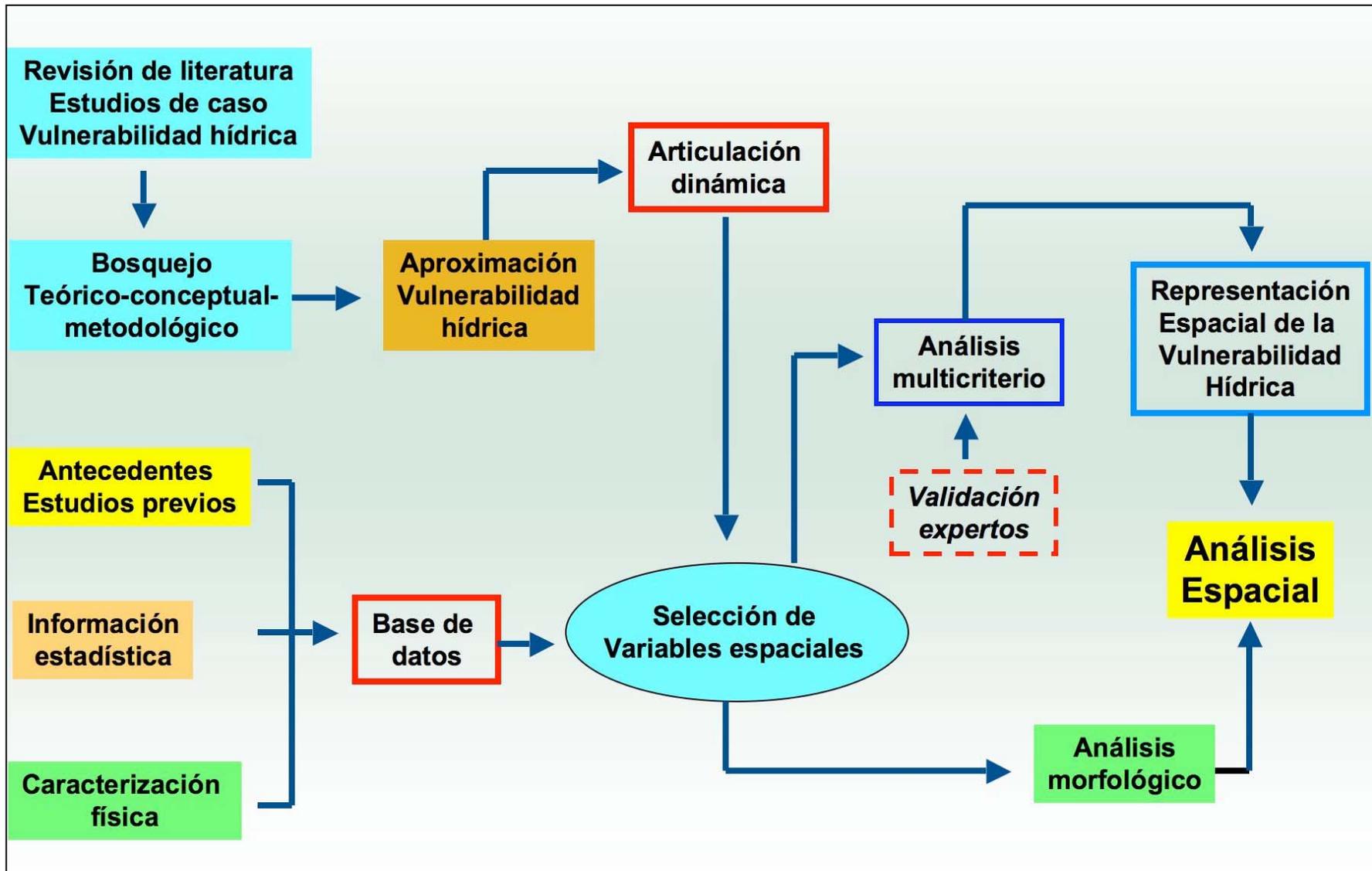


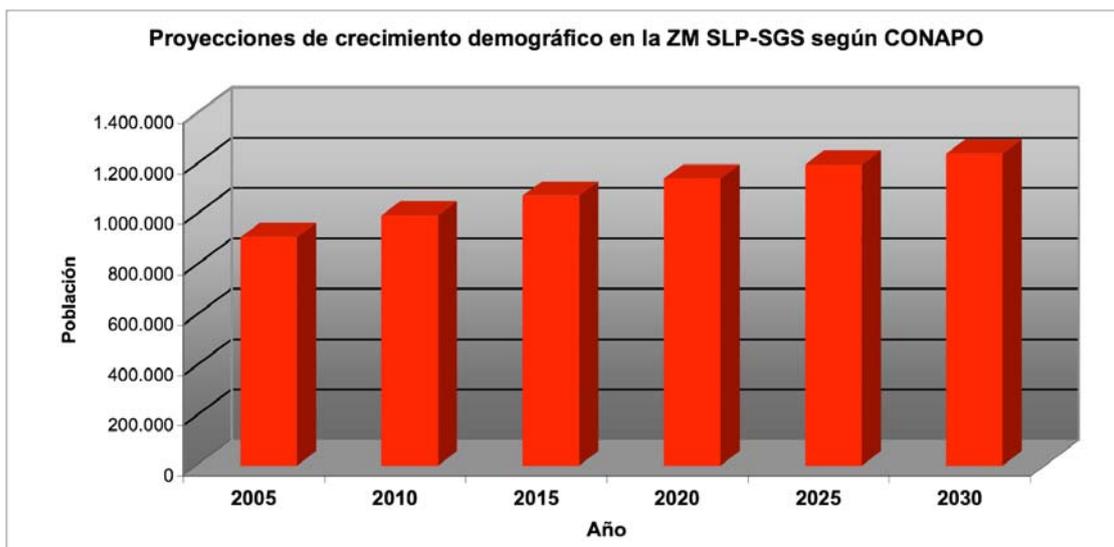
Figura 4.1. Proceso Metodológico del trabajo de investigación.

Capítulo 5

Análisis morfológico

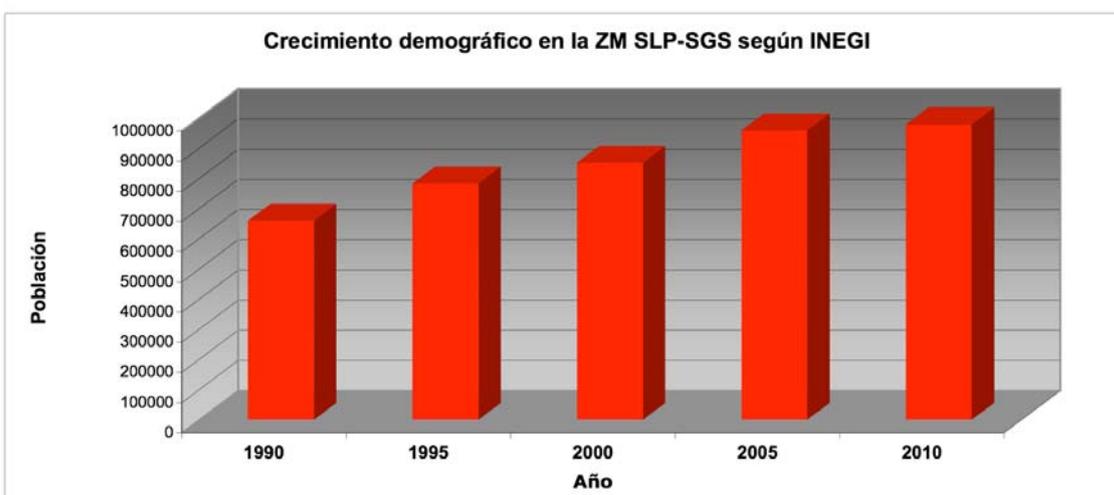
-Dinámica de la población

En la ZM SLP-SGS la tendencia demográfica va al alza. Según el Consejo Nacional de la Población (CONAPO), para el año 2010 se estimó un aproximado de 993,172 habitantes en la ciudad, cifra en referencia a sus proyecciones. Además afirma que al año 2011 se logró rebasar el millón de habitantes en la ZM SLP-SGS con una población de 1,009,645. Con un aproximado de 1,238,424 habitantes como estimación al año 2030 (Gráfica 5.1.).



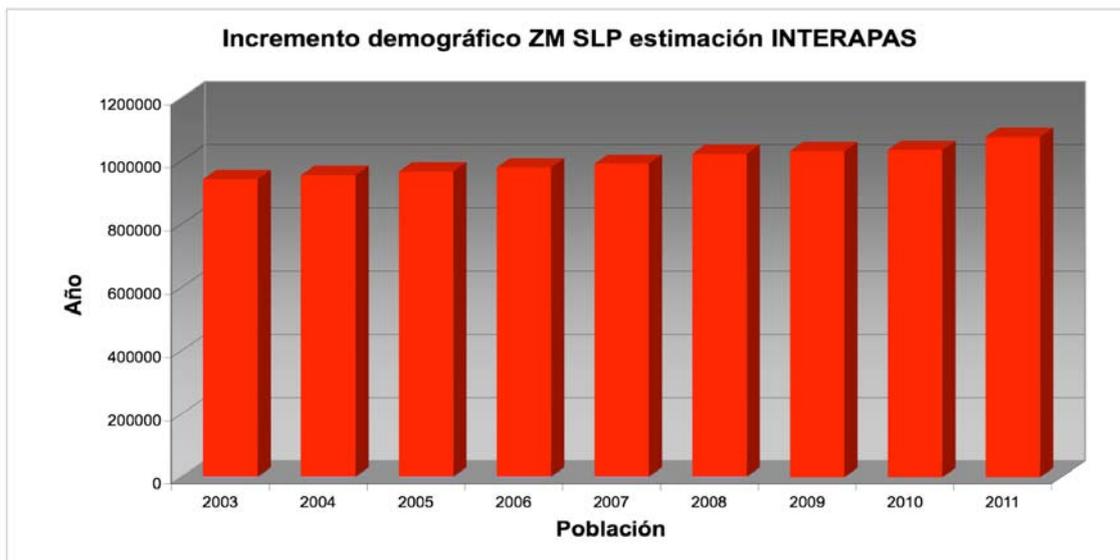
Gráfica 5.1. (Fuente: CONAPO, 2006).

De acuerdo con los datos censales de INEGI, en el periodo 1990-2010, se muestra un incremento de la población urbana, aunque aún por debajo del millón de habitantes (Gráfica 5.2.).



Gráfica 5.2. (Fuente: INEGI 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010).

Por su parte, INTERAPAS reporta datos con un incremento pronunciado desde el año 2003 en adelante, resalta el incremento pronunciado del año 2007 al 2008, mientras que los años sucesivos presentan un incremento menor. Según estimaciones del INTERAPAS (tomadas de datos censales de INEGI) fue en el año 2008 en el que se logró rebasar el límite del millón de habitantes en la zona de estudio, con una cifra de 1,020,945 habitantes. Al año 2010 se estimó una población urbana de 1,034,839 habitantes (Gráfica 5.3.).



Gráfica 5.3. (Fuente: INTERAPAS, 2011)

Los datos obtenidos por INEGI y las estimaciones de INTERAPAS coinciden en el incremento acelerado en los primeros años y en un leve incremento en los últimos años.

El crecimiento urbano es precedido del crecimiento demográfico (Dollfus, 1978) en la zona de estudio este crecimiento es visible en el incremento del número de viviendas, uno de los componentes principales de la morfología de la ciudad.

A la par de aumentar la presión sobre el recurso hídrico para satisfacer las necesidades básicas de la población urbana (Gleick, 1996).

-Crecimiento urbano

Derivado del crecimiento demográfico, el crecimiento urbano de la ZM SLP-SGS es acelerado y no planificado, además de no seguir un trazado regular. Las zonas con mayor crecimiento se localizan al sur, suroeste, norte y noreste.

Anteriormente la zona noreste de la ciudad (municipio de Soledad de Graciano Sánchez) contaba con amplias zonas agrícolas. Actualmente algunas de ellas persisten, aunque esta es la zona de mayor crecimiento espacial, por medio de la construcción de desarrollos habitacionales dirigidos principalmente a grupos de bajo y

medio-alto nivel adquisitivo socio-económico. Esta zona concentra la mayor oferta de vivienda en la ZM-SLP-SGS.

La zona sur de la ZM SLP-SGS, limita con la Sierra de San Miguelito, barrera orográfica de vital importancia que cumple la función ecológica de recargar el acuífero. El crecimiento urbano ha llegado a cubrir zonas de pie de monte de la Sierra, por medio de construcción de desarrollos inmobiliarios dirigidos a grupos de alto nivel adquisitivo, además de construcción de obras de infraestructura y equipamiento urbano (Mapa 5.1. y tabla 5.1.).

Tipología de ciudad	Periodo histórico	Factor de desarrollo	Características
Ciudad <i>Novo Hispana</i>	Siglos XVI y XVII	Minería y comercio.	Primera traza urbana en Damero, actualmente Centro Histórico. Llegó a ser la tercera ciudad del Virreinato.
Ciudad <i>Porfirista</i>	Principios del siglo XX	Creación de infraestructura	Modernización por medio del Ferrocarril, actualmente barrera de división en la ciudad. Enlace entre las zonas Noreste y Centro del país gracias a la vía México-SLP-Nuevo Laredo.
Ciudad <i>Media</i>	Finales del siglo XX y principios de XXI	Industrialización	Crecimiento demográfico, económico, industrial y urbano desmedido, fenómeno de metropolización, déficit de vivienda; espacio urbano masificado.

Tabla 5.1. Tipología de ciudad de San Luis Potosí a través de la historia (Fuente: Elaboración propia en base a Delgado y Villareal, 1991; Navarrete y Vera, 1994).

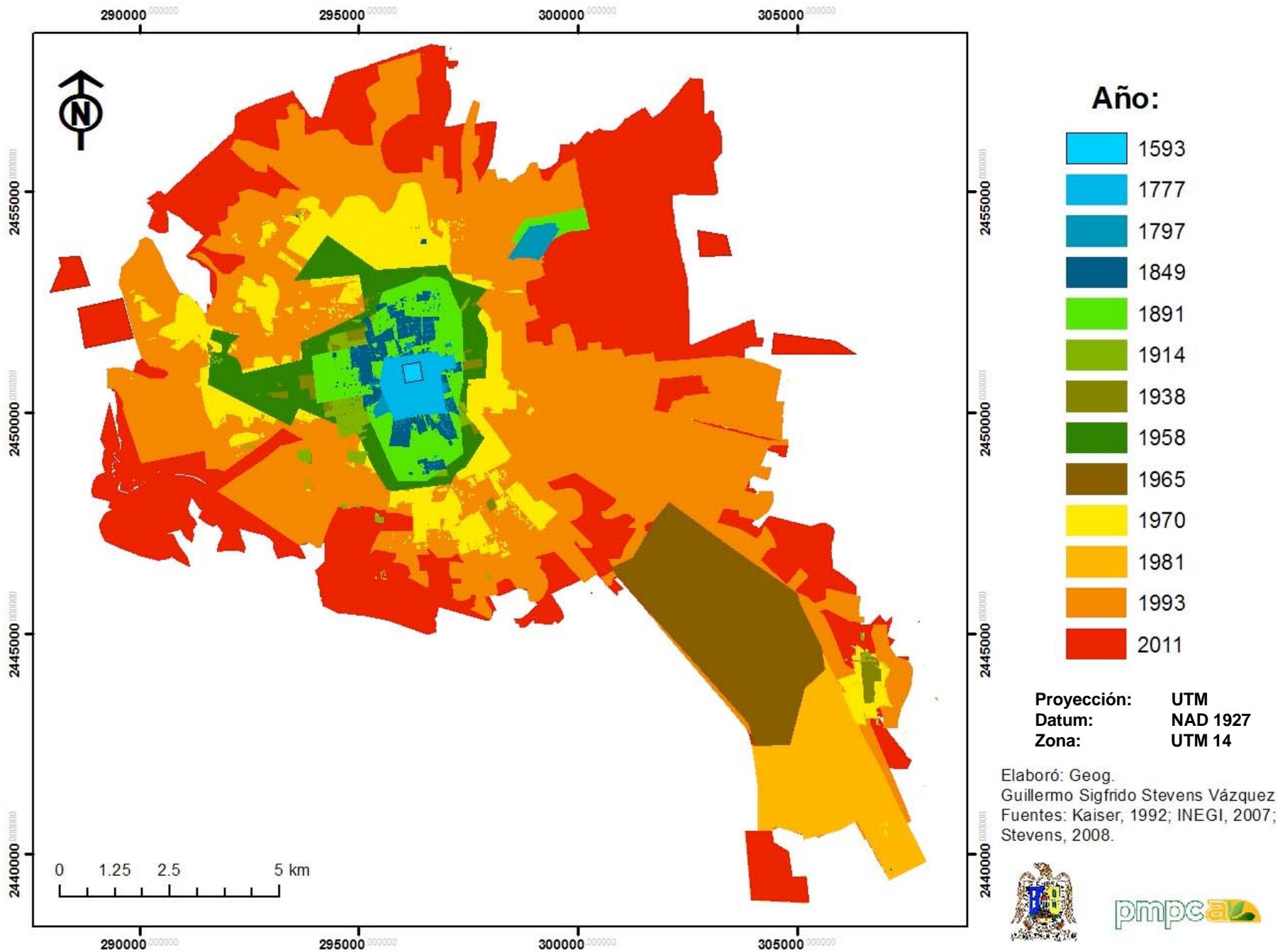
-Análisis morfológico

La morfología refleja las etapas y fases de la ciudad a través de su historia, los cambios políticos, económicos y sociales a los que ha estado sujeta la ciudad (Méndez, 2006; Arias et al, 1996; Rentería, 2005).

Existen marcados contrastes entre las colonias de la ZM SLP-SGS, que se relacionan con los distintos niveles de ingresos, esto visible en el estado de las viviendas, el acceso a los servicios, la distribución del equipamiento urbano y la infraestructura.

Dichas diferencias, obedecen a la evolución y consolidación de un contexto histórico de las distintas clases sociales en la ciudad. Contexto en el que el crecimiento espacial de la ciudad ha conllevado el desplazamiento de las clases sociales (INEGI 2007; Canniffe 2006; Lacoste y Ghirardi, 1983). Es así que las clases bajas (grupos de bajo nivel adquisitivo) están localizadas (a la vez que son desplazadas) en las peores zonas de la ciudad, que por lo general son zonas vulnerables a inundaciones o zonas aledañas a establecimientos industriales. En el caso de las clases altas, corresponden

Mapa 5.1. Crecimiento urbano de la ZM SLP-SGS en el periodo 1593-2011



a los grupos de alto nivel adquisitivo, que se encuentran localizados en las mejores zonas de la ciudad, en cercanía a las zonas comerciales y de servicios.

Usos de suelo

No existe una zonificación específica en los usos de suelo de la ZM SLP-SGS, es posible encontrar usos de suelo diversos entre si en la totalidad de la extensión del área de estudio. Además de contrastes en los niveles de densificación poblacional.

Industrial

En el caso de las zonas industriales, la principal zona Industrial está localizada en el sureste de la ZM SLP-SGS, al eje de la carretera 57 con destino a las ciudades de Querétaro y México.

Al norte de la ZM SLP-SGS se pretende construir una nueva zona industrial, aunque en la zona existen ya algunos establecimientos de este tipo, además de la presencia de ladrilleras.

Al oeste se encuentra localizada una planta de Industrial, la Minera México (IMMSA) altamente contaminante, así mismo, al sur está localizada una Refinería y Centro de distribución de PEMEX (Petróleos Mexicanos) (PCPE, 2003).

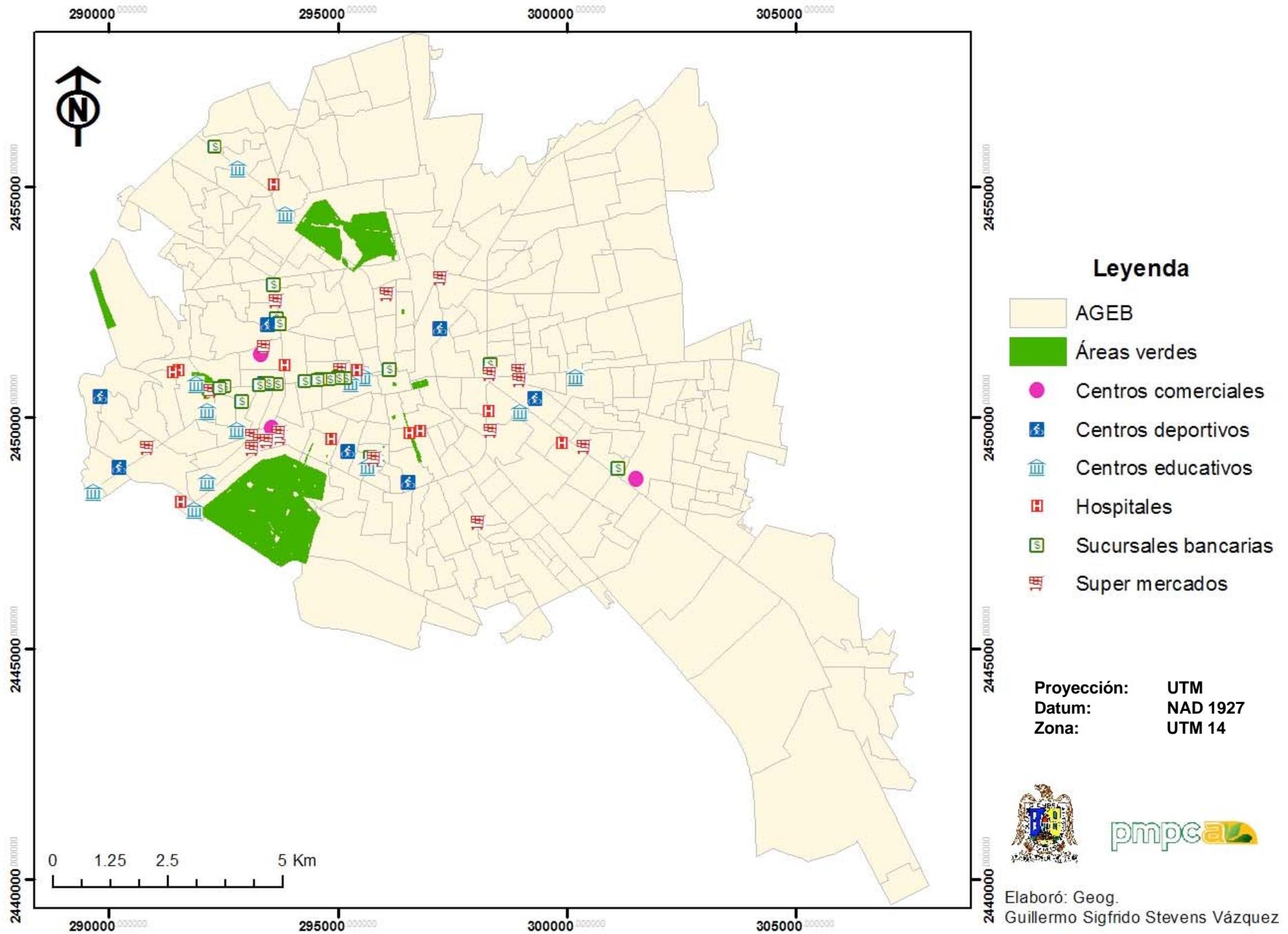
Equipamiento urbano

El uso de suelo comercial y de servicios, está distribuido en casi la totalidad del área de estudio, aunque, existen algunos puntos marcados y muy localizables que concentran gran parte de ellos. Por lo general en vialidades importantes como las avenidas Venustiano Carranza, Himno Nacional, Salvador Nava, Muñoz, Acceso Norte, Chapultepec así como las salidas a Monterrey (carretera 57), a Río Verde (carretera 70), salida a Zacatecas (carretera 49), salida a Guadalajara (carretera 70) y la salida a México (carretera 57).

De igual manera, existen nodos formados por Plazas comerciales como Tangamanga, Plaza San Luis, El Dorado, Sendero y Plaza Chapultepec. Que concentran equipamiento urbano de comercio y servicios como sucursales bancarias y supermercados.

El Centro Histórico de la ciudad constituye un núcleo importante que concentra una gran variedad de servicios y comercios como los mencionados anteriormente, además de servicios administrativos. Esto debido a ser un punto de gran afluencia diaria (Mapa 5.2.).

Mapa 5.2. Distribución espacial del equipamiento urbano en la ZM SLP-SGS



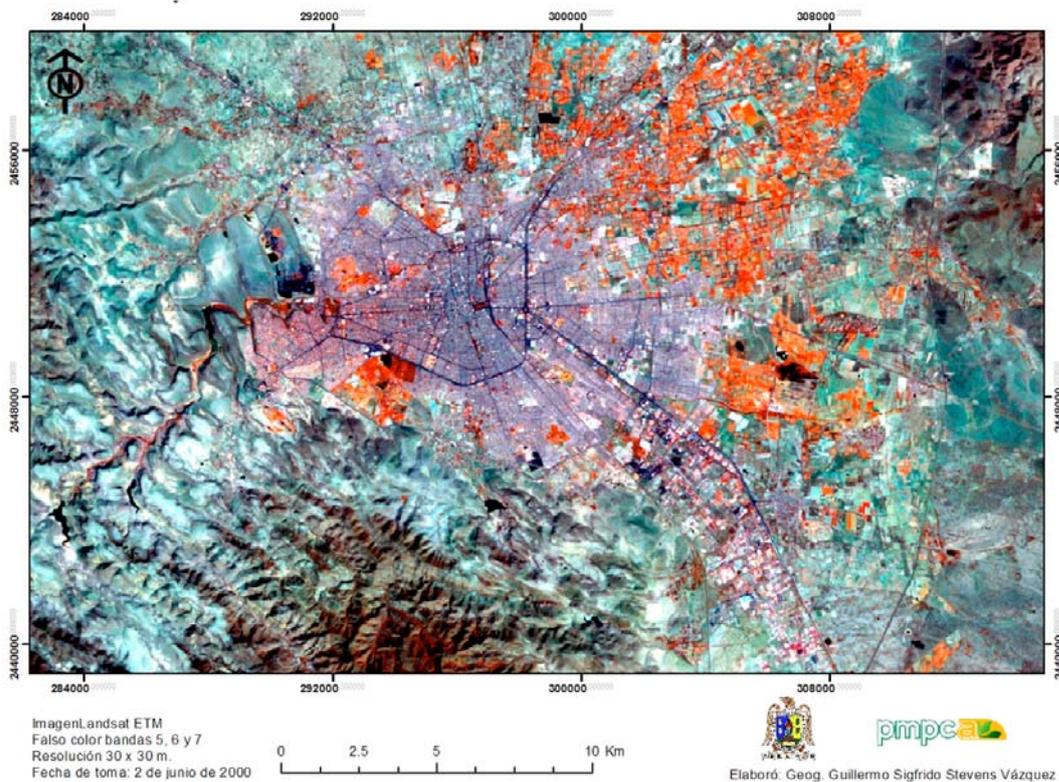
Agrícola

La zona localizada al noreste de la ZM SLP-SGS, específicamente el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, cuenta aún con áreas agrícolas de riego, de igual manera la zona localizada al este, en el eje de la salida a Río Verde (Mapa 5.3.).

Habitacional

En cuando a la zonificación del uso de suelo habitacional, existen marcadas diferencias relacionadas con aspectos como el ingreso. De acuerdo a la localización además del equipamiento urbano, servicios y zonas industriales. Es así que la vivienda se convierte en un elemento básico de la morfología urbana. Su distribución en la ciudad, de acuerdo a una serie de contrastes es analizada en apartados posteriores.

Mapa 5.3. Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez



-Caracterización socioeconómica por AGEB urbana -Población total

La distribución espacial de la población por AGEB en la ZM SLP-SGS resalta por estar concentrada principalmente en su sección este. Dicha sección concentra la mayoría de los AGEB con rango Alto, que registran una cifra de hasta 8,776 habitantes, si bien los AGEB con rango Medio con una cifra de hasta 5850 habitantes, están distribuidos en la extensión del área de estudio, es en la sección suroeste donde se presenta una disminución respecto al resto del área de estudio.

Los AGEB dentro del rango Bajo, en un rango de 1 a 2,925 habitantes, están localizados en las zonas periféricas, predomina en las secciones sureste y el centro-oeste del área de estudio (Mapa 5.4.).

-Población ocupada en el sector secundario

Los AGEB clasificados en el rango Bajo (hasta un 27% de la población del AGEB) se encuentran localizados en su mayoría en el área delimitada por el Boulevard del Río de Santiago al centro-norte y por la Avenida Salvador Nava al centro-sur y centro-este. En el caso de los AGEB clasificados en el rango Medio (valores mayores a 27% y hasta 54% de la población del AGEB), estos se encontraron localizados en el resto del área de estudio, a partir de la delimitación formada por las vías mencionadas anteriormente, excepto en la sección suroeste. En el caso de los AGEB con rango Alto (con valores mayores a 54% hasta un 82% de la población total del AGEB), estos fueron localizados en zonas muy específicas, al norte, oeste, sur y sureste (Delegación de Villa de Pozos).

Destacan las secciones este y norte de la ciudad en cuanto a la predominancia de AGEB con rango Medio (Mapa 5.5.).

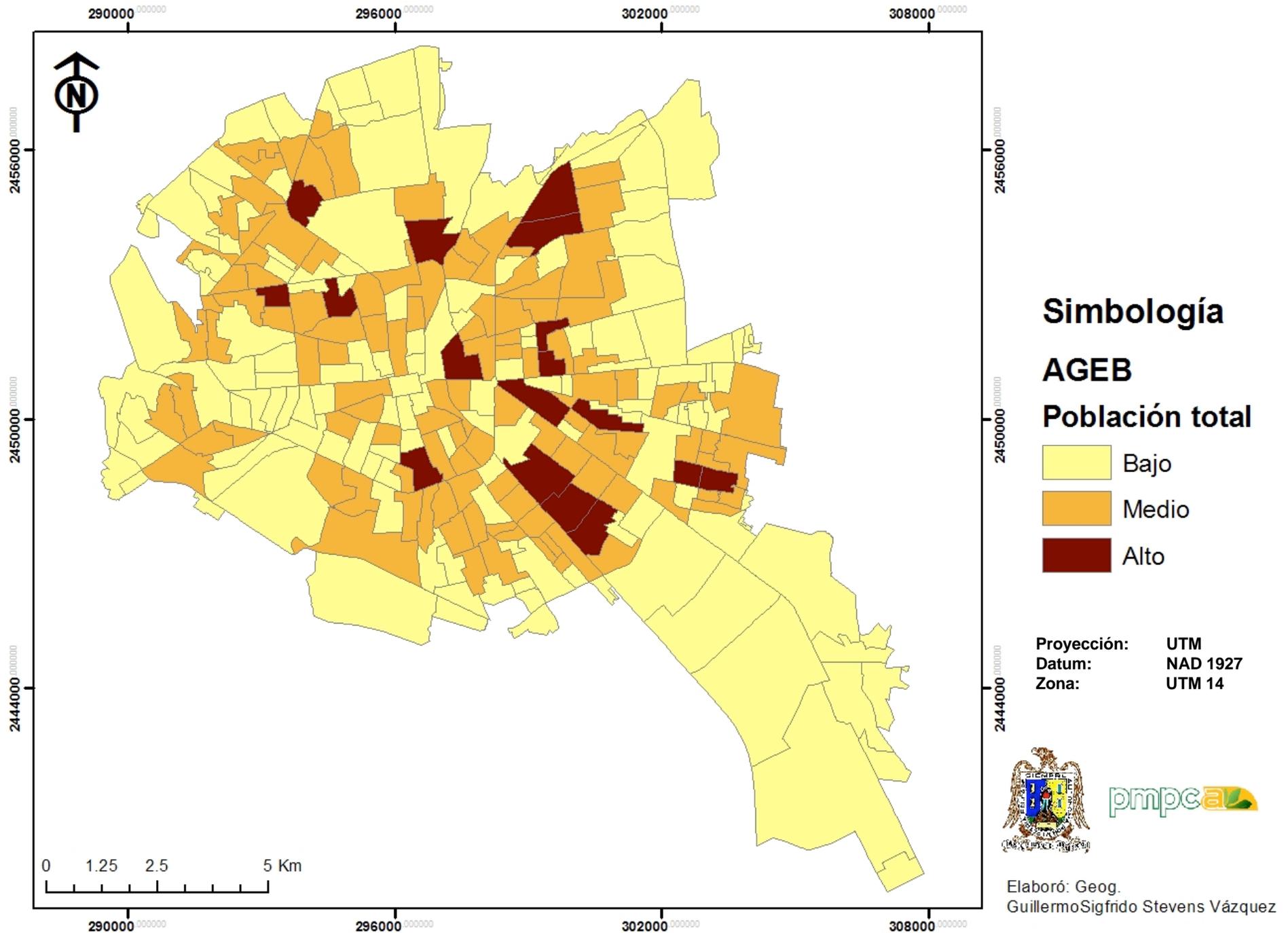
-Población ocupada que recibe menos de un salario mínimo mensual de ingreso por trabajo

La distribución espacial de esta variable predomina al norte y el sur del área de estudio. Los AGEB clasificados en el rango Alto (hasta un 30% de la población total del AGEB) están localizados al Sur (cuatro AGEB), Norte (un AGEB) y el Este (un AGEB). Por su parte, los AGEB clasificados en el rango Medio (hasta un 19% de la población total del AGEB) están fuertemente localizados al Norte y al Sur del área de estudio, así como al Norte de la zona aledaña al Centro Histórico. La mayoría de los AGEB están clasificados dentro del rango Bajo (hasta un 9% de la población total del AGEB), el cual está distribuido por toda la extensión del área de estudio (Mapa 5.6.).

-Población ocupada que recibe más de 5 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo

Los AGEB clasificados dentro del rango Alto (hasta un 76% de la población total del AGEB) están localizados en su totalidad en la zona oeste de la ciudad. Por su parte, los AGEB clasificados en el rango Medio (con hasta un 50% de la población total del AGEB) están localizados fuertemente en su mayoría en la zona Centro-Oeste del área de estudio, así mismo en el eje de la zona aledaña al Distribuidor vial Juárez rumbo a la salida a México, delimitado por el anillo periférico. La distribución de los AGEB

Mapa 5.4. Población total por AGEB en la ZM SLP-SGS en el año 2005



anteriores es de tipo uniforme, mientras que dos AGEB rompen este patrón, un AGEB está localizado en la salida a Zacatecas (Noroeste) y otro en la Salida a Río Verde (Este).

La mayoría de los AGEB están clasificados en el rango Bajo (con apenas un 25% de la población total del AGEB), cuya distribución está marcada principalmente en la sección Este, Norte, Sur y Sureste del área de estudio (Mapa 5.7.).

-Viviendas particulares con techos de materiales ligeros, naturales y precarios

Los AGEB clasificados en el rango Alto (hasta 46% de las viviendas por AGEB) están localizados en zonas periféricas al Este, Oeste, Sur y en las inmediaciones del Centro Histórico; en el caso de los AGEB clasificados en el rango Medio (hasta un 30% de las viviendas por AGEB), estos están localizados en el Centro, Sur y al Este, en una ligera dirección al Noreste del área de estudio. Por su parte, la mayoría de los AGEB restantes cuentan con rango Bajo (con valores de hasta 15% del total de las viviendas por AGEB) en esta categoría (Mapa 5.8.).

-Viviendas particulares con drenaje conectado a la red pública

En esta clasificación destacan los AGEB periféricos, específicamente los localizados al Norte y Noreste del área de estudio.

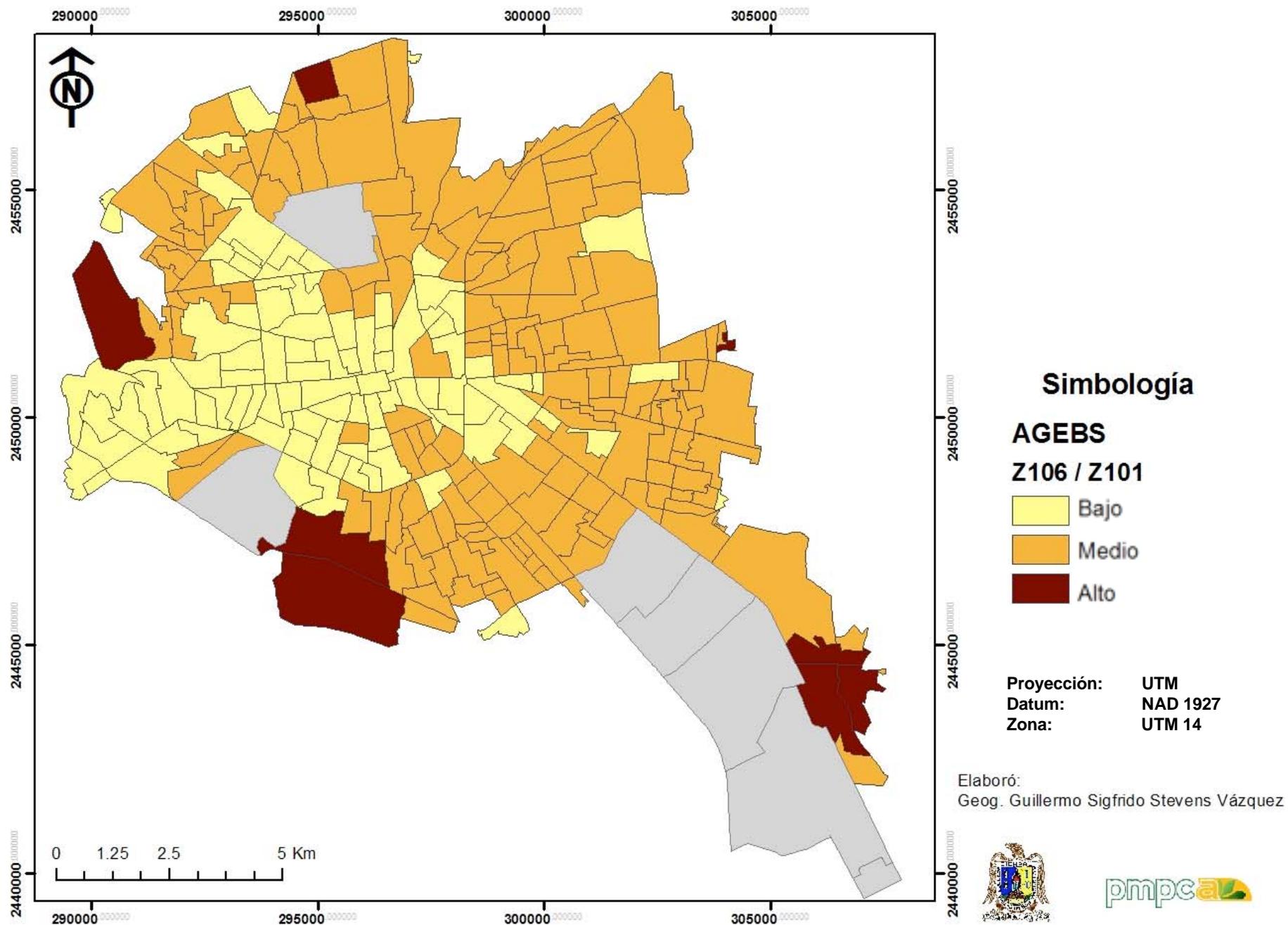
Los AGEB clasificados en el rango Bajo (hasta un 33% del total de las viviendas por AGEB) están localizados al Norte, Noreste, Este, Sureste, Sur y Suroeste. Por su parte, los AGEB con rango Medio (hasta un 66% del total de las viviendas por AGEB) están localizados en el Norte, Noreste y al Sur; mientras que los AGEB con rango Alto (hasta un 100% de las viviendas del AGEB), son prácticamente la mayoría de los AGEB del área de estudio (Mapa 5.9.).

-Viviendas particulares que solo disponen de drenaje y agua entubada

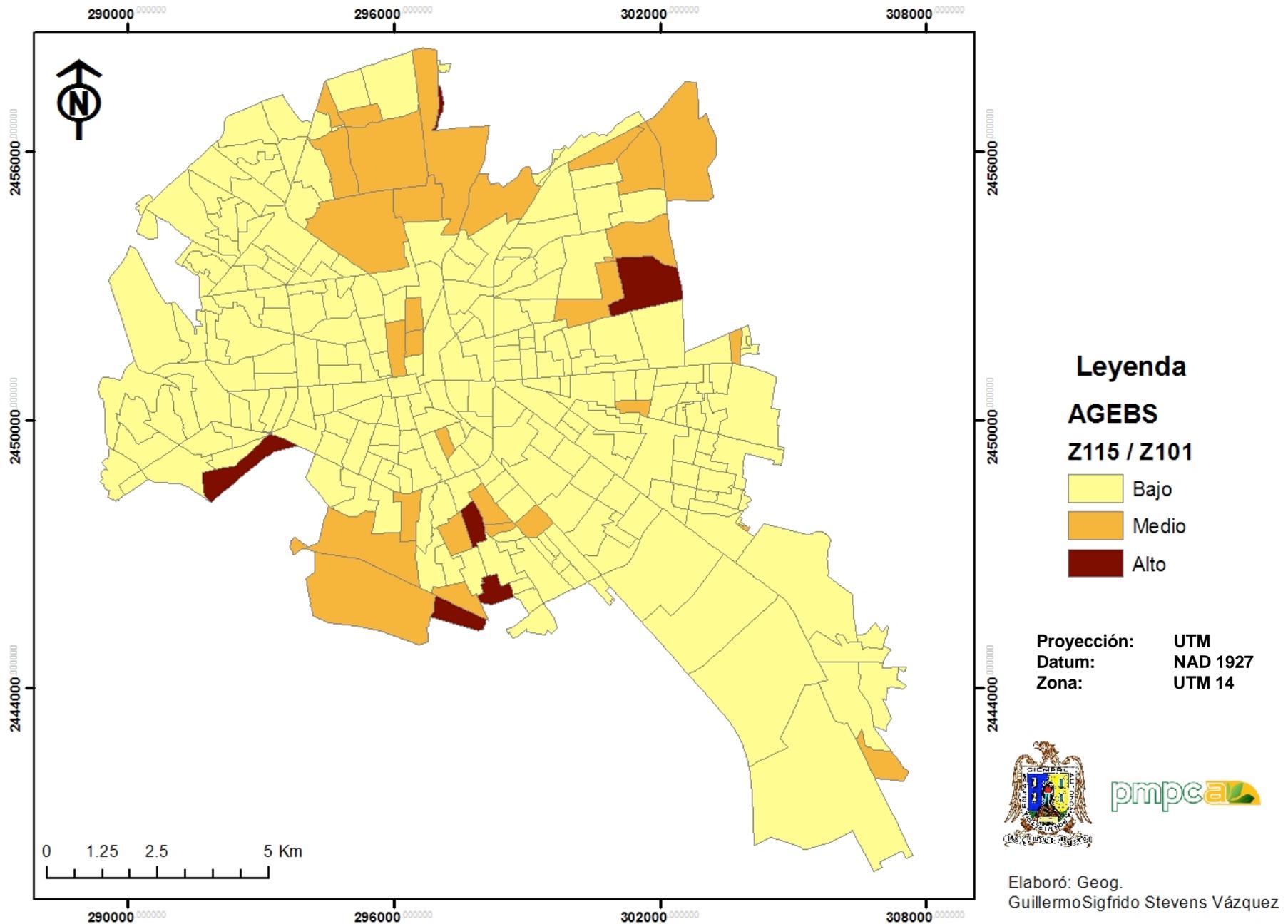
La mayoría de los AGEB están clasificados dentro del rango Alto (hasta un 100% de las viviendas por AGEB), destacan únicamente los AGEB periféricos, clasificados en los rangos Medio y Bajo, con valores de hasta un 66% y un 33% del total de las viviendas por AGEB respectivamente.

Los AGEB con rango Medio están localizados al Norte, Noreste y Sur, por su parte los AGEB con rango Bajo están localizados al Norte, Noreste, Este, Sureste, Sur y Suroeste (Mapa 5.9.1.).

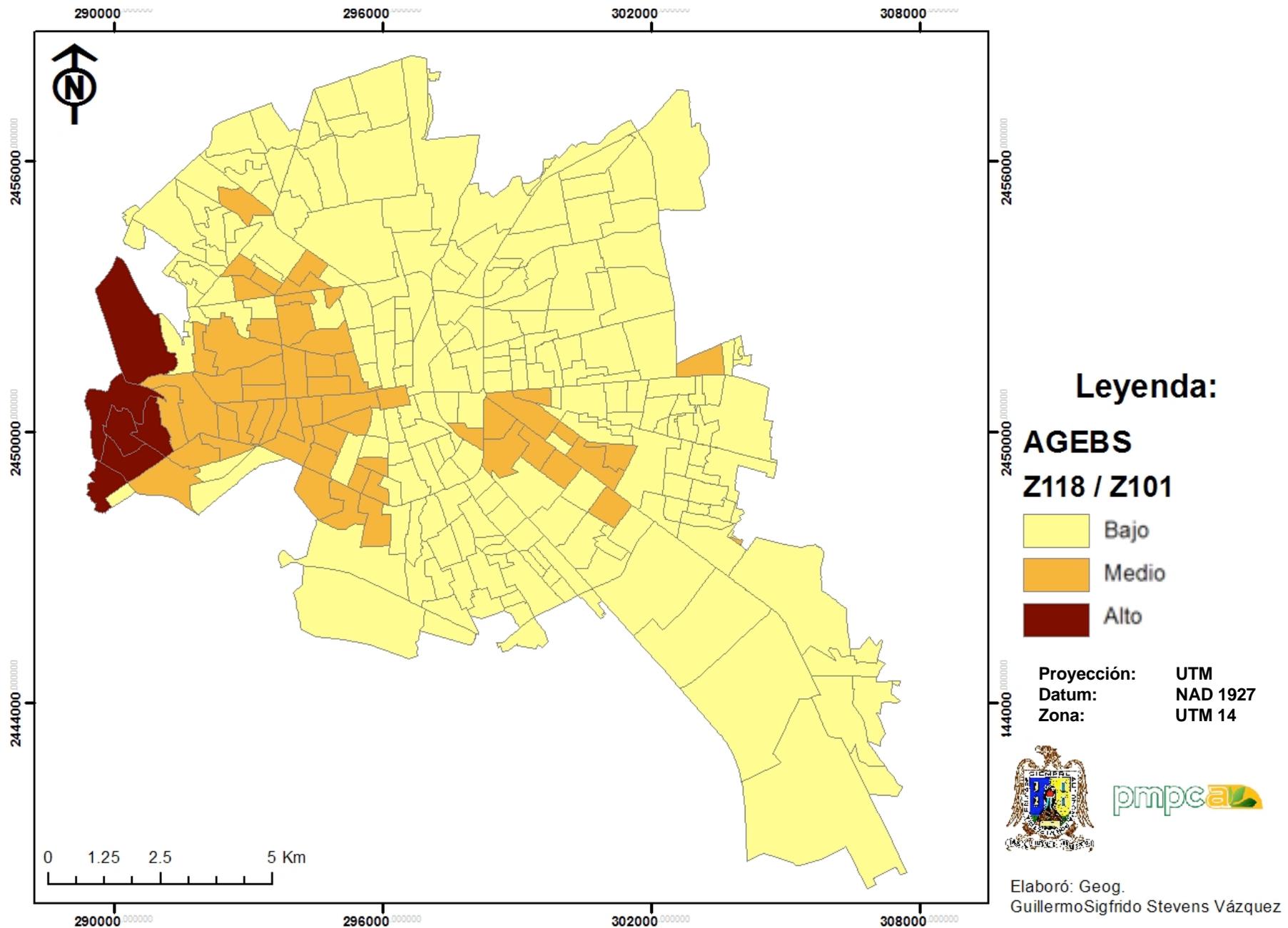
Mapa 5.5. Población ocupada en el sector secundario por AGEB en la ZM SLP-SGS en el año 2005



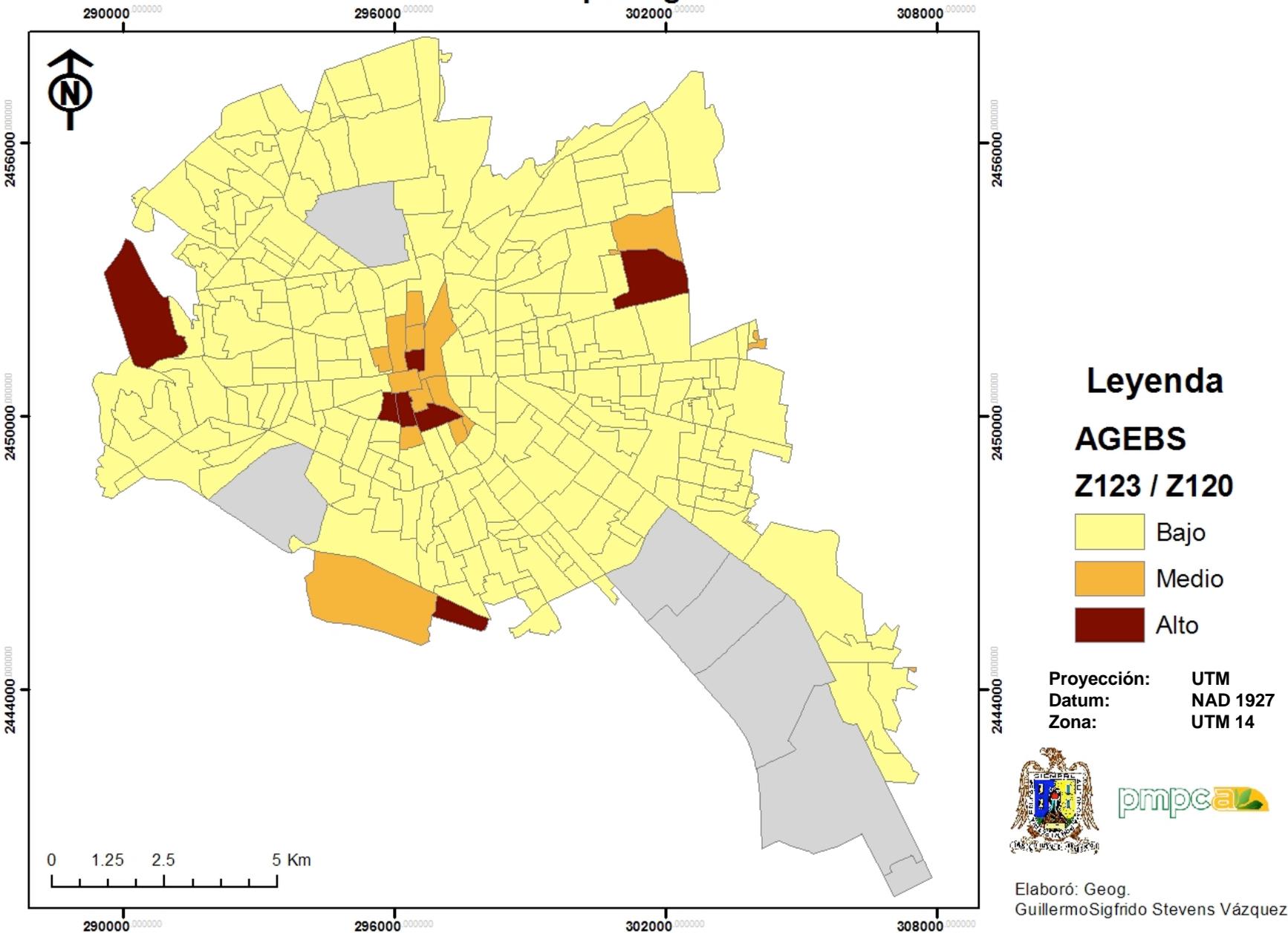
Mapa 5.6. Población ocupada que recibe menos de un salario mínimo de ingreso por trabajo por AGEB en la ZM SLP-SGS en el año 2005



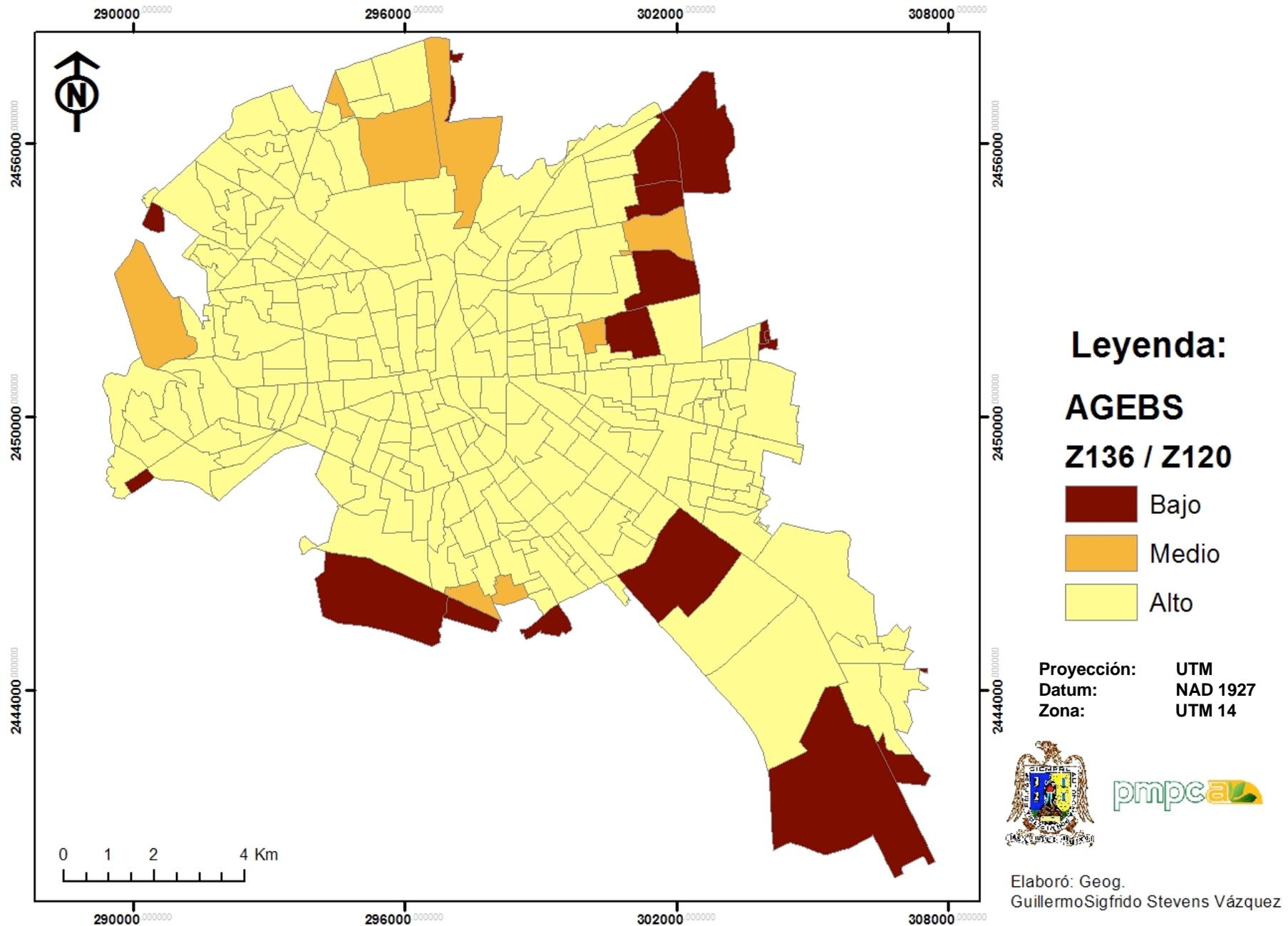
Mapa 5.7. Población ocupada que recibe más de cinco salarios mínimos de ingreso por trabajo por AGEB en la ZM SLP-SGS en el año 2005



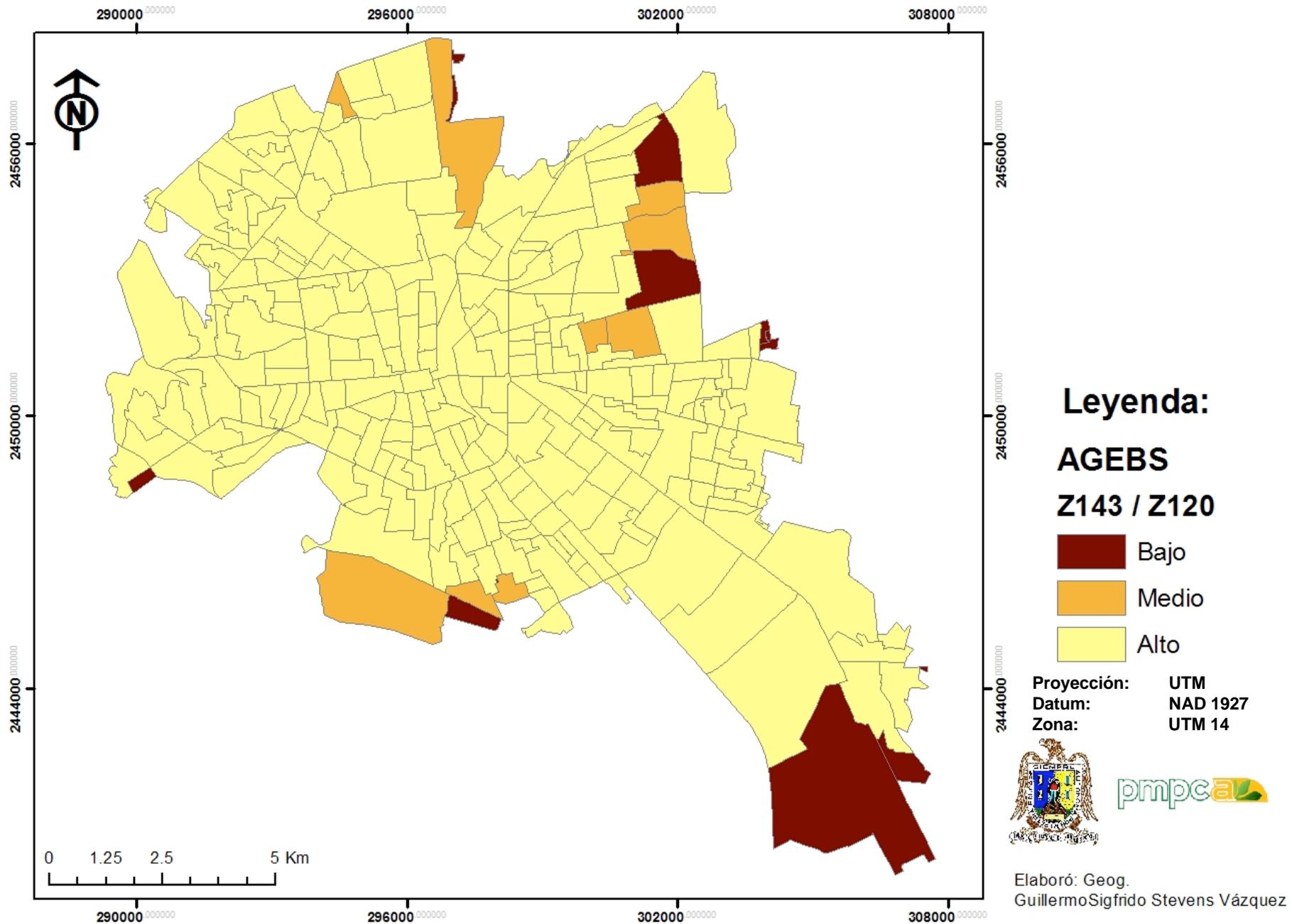
Mapa 5.8. Viviendas particulares con paredes de materiales ligeros, naturales y precarios por AGEB en la ZM SLP-SGS en el año 2005



Mapa 5.9. Viviendas particulares con drenaje conectado a la red pública por AGEB en la ZM SLP-SGS en el año 2005



Mapa 5.9.1. Viviendas particulares que solo disponen de drenaje y agua entubada por AGEB en la ZM SLP-SGS en el año 2005



-La marginación urbana

CONAPO ha elaborado una serie de cartografía urbana en el que ha tomado como referencia sus propias estimaciones con base en el II Censo de Población y Vivienda del año 2005 de INEGI. Así, en el mapa elaborado por CONAPO sobre la distribución espacial de la Marginación urbana, son visibles los contrastes a escala AGEB dentro de la ZM SLP-SGS. Datos que fueron clasificados en cinco rangos.

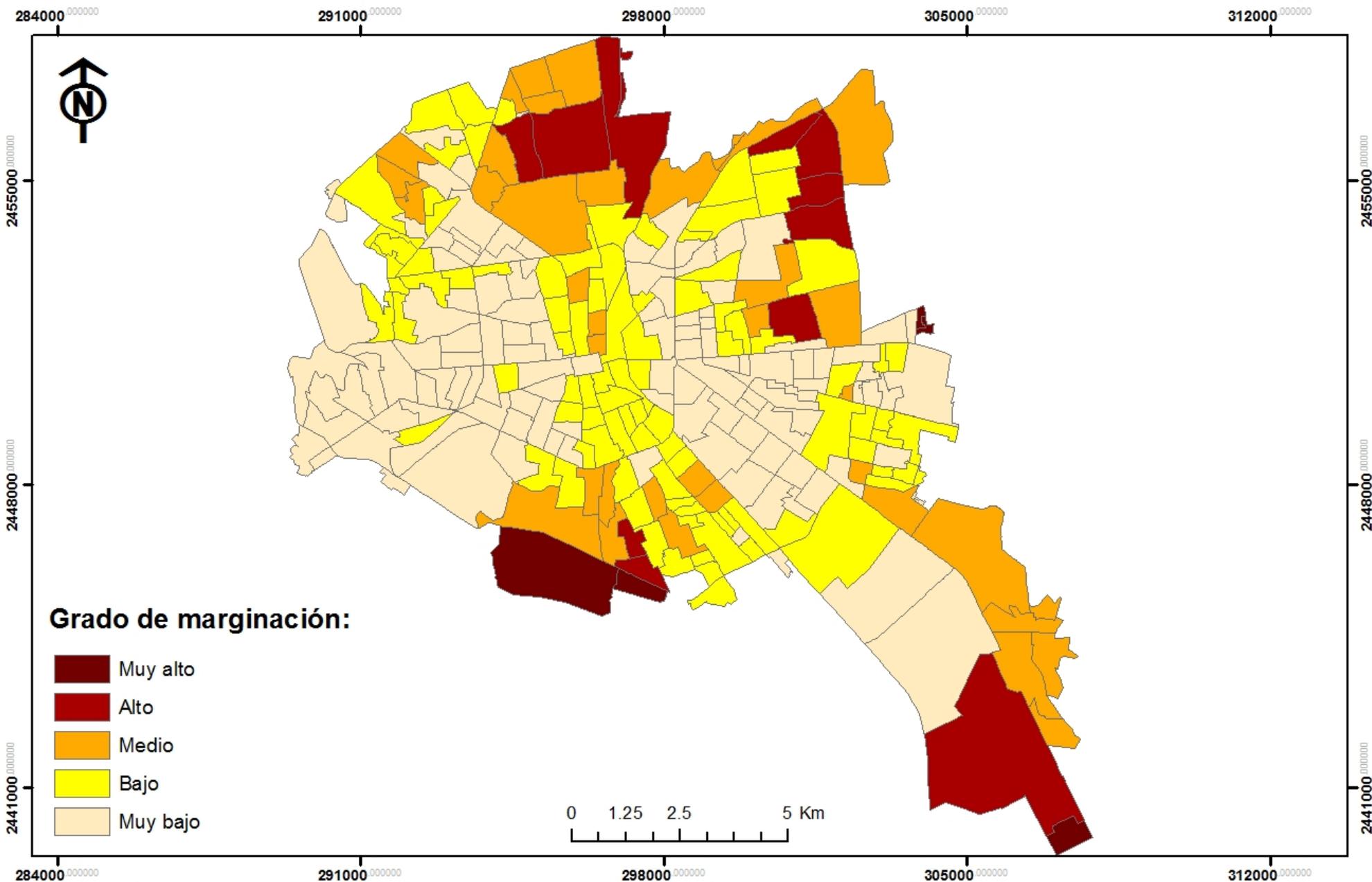
Dicha información espacial ofrece una visión “global” del fenómeno de la marginación urbana, elaborada con base a indicadores socio-demográficos mencionados más adelante. Cabe mencionar además, que dicha información es complementaria a las variables mencionadas anteriormente. Con el fin de ser punto de partida de comparación con los resultados del análisis multicriterio en términos de vulnerabilidad hídrica y su localización espacial.

Los datos obtenidos para la ZM SLP-SGS respecto a la distribución espacial de la marginación urbana según la estratificación de cinco rangos y el número de AGEB constan de la siguiente manera: El rango Muy alto consta de 12 AGEB, el rango Alto 18 AGEB, el rango Medio 44 AGEB, el rango Bajo 111 AGEB y por último, el rango Muy bajo 127 AGEB.

Dentro de los contrastes destacan determinadas zonas de la ZM SLP-SGS. Caso de las zonas Norte, Noroeste, Noreste, Este (principalmente el área perteneciente al municipio de Soledad de Graciano Sánchez), así mismo un eje Central en dirección Norte-Sur así como el Sureste. Dentro del mapa CONAPO ha incluido comunidades aledañas a la ZM SLP-SGS, como Escalerillas, localizada al extremo Suroeste.

Por su parte, las zonas clasificadas dentro del rango Muy bajo, destacan por ser cinco grupos de AGEB, ninguno contiguo entre si; el más grande de ellos, está localizado en la zona Oeste, separado del segundo mayor grupo de AGEB por el mencionado anteriormente Eje Central en dirección Norte-Sur, dicho grupo de AGEB está localizado de forma aledaña al eje formado por la carretera 57 Monterrey-México, que va en dirección de Norte a Sureste, delimitado en esta última dirección por el anillo periférico. El tercer grupo, consta de apenas cuatro AGEB y está localizado al noroeste, a la vez que el cuarto grupo se encuentra localizado en la zona Este, en dirección a la salida a Río Verde. Mientras que el último grupo está localizado hacia la zona Sureste, en el eje de la carretera 57 hacia la ciudad de México (Mapa 5.9.2.).

Mapa 5.9.2. ZM SLP-SGS: Grado de marginación urbana por AGEB urbana, 2005.



Proyección: UTM
Datum: NAD 1927
Zona: UTM 14

Elaboró: Geog. Guillermo Sigfrido Stevens Vázquez
Fuente: CONAPO, 2005.

Capítulo 6

Resultados del análisis de la vulnerabilidad hídrica.

-Localización de pozos y volúmenes de extracción

El 92% del abasto de agua en la ZM SLP-SGS es por medio de pozos, actualmente operan 122 pozos. Según la información obtenida, algunos de ellos son ya obsoletos y requieren de modernización y mantenimiento, en otros casos, el agua extraída presenta contenidos y compuestos químicos que pueden ser perjudiciales para la salud humana. De igual manera, en el gasto promedio, que es la extracción de litros por segundo (lps) el rango oscila de los 6 a los 95 lps; mientras que los niveles de profundidad se encuentran en un rango de 200 a 1185 metros, evidencia de la cada vez mayor necesidad de perforar más profundo.

El gasto promedio refiere al [promedio] de la extracción total de litros por segundo en un año. Según datos obtenidos, la tendencia desde el año 2001 en adelante va al alza, con un incremento importante en el año 2004 que al año 2008 presenta un ligero descenso para subir ligeramente al año 2009 (Mapa 6.1.).

Localización y profundidad de pozos.

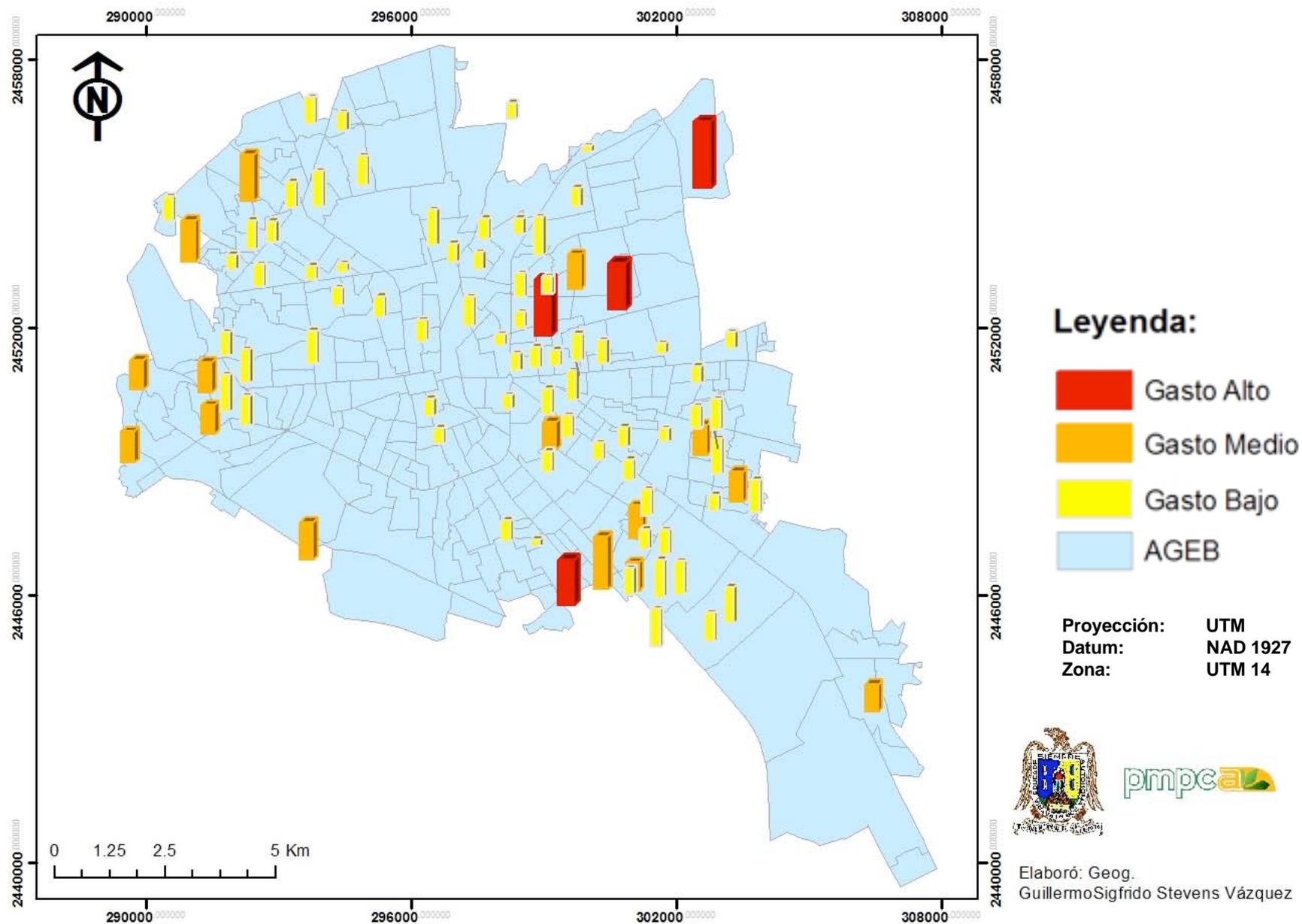
El cuadrante izquierdo-inferior es una zona que se abastece principalmente de aguas superficiales (presa de San José) aunque, según los datos obtenidos de pozos, la zona cuenta con menos de 10 pozos. Cifra bastante inferior en comparación del resto de los cuadrantes.

Los incrementos en la demanda de agua, son visibles en los datos de gasto promedio, la mayoría de los fraccionamientos y zonas habitacionales de la ciudad se abastecen por medio de pozos. La mayoría de los pozos en la ZM SLP-SGS están distribuidos en la sección Este de la ciudad, zona en la que se encuentra la mayor densificación de población (Mapa 6.2.).

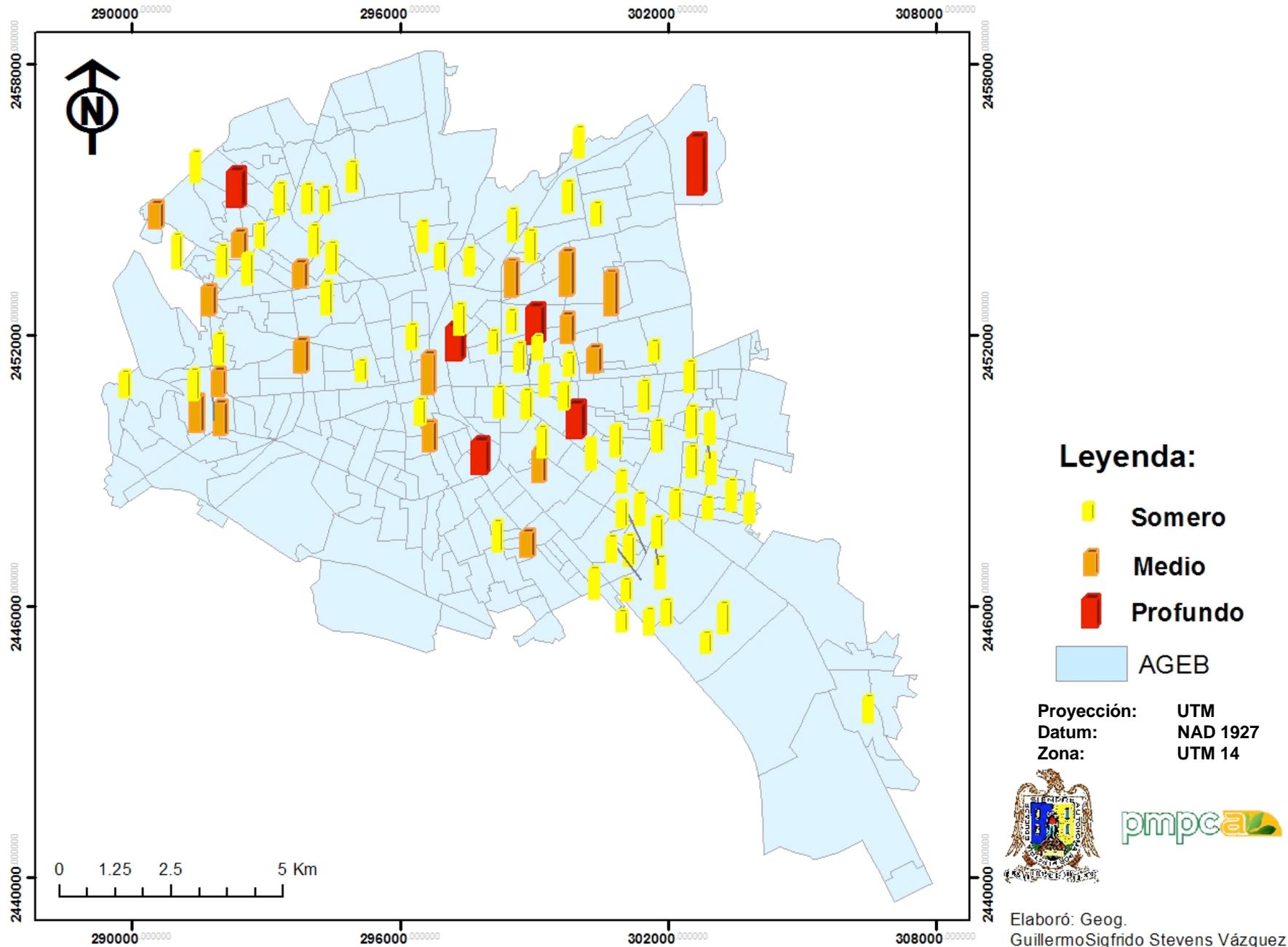
La profundidad de extracción de los pozos es un indicador de dos factores: la creciente presión y por ende demanda del recurso hídrico y a la vez del abatimiento de los mantos acuíferos. Es necesario perforar cada vez más profundo para llegar a obtener el agua. Como referencia, en el año de 1890 Camacho (2001) menciona el aumento en los niveles de perforación, además, al tomar en cuenta la edad del agua subterránea (más de mil años) he aquí evidencia de la falta de sustentabilidad en el uso del agua en la ciudad. El cual se relaciona con otros procesos como el abatimiento de los niveles freáticos y la presencia de subsidencia como consecuencia de los altos niveles de extracción (Arzate *et al.*, 2006).

Otro de los problemas derivados, radica en la pérdida de agua por medio de fugas y fallas en el sistema de bombeo, por lo que contrastan los hechos de perforaciones más profundas cada vez y al mismo tiempo la existencia de fugas que llegan hasta el elevado porcentaje de pérdidas del 40% (Cirelli, 2004).

Mapa 6.1. Gasto promedio (extracción en litros por segundo) de los pozos en la ZM SLP-SGS.



Mapa 6.2. Profundidad de los pozos en la ZM SLP-SGS.



Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Resultados del análisis de la vulnerabilidad hídrica.

De los datos proporcionados por INTERAPAS, destaca el pozo del predio Rivera, ubicado en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, extremo Noreste de la ciudad, el cual alcanza los 1185 metros de profundidad, en contraste con los 200 metros de profundidad de algunos otros pozos en la ZM SLP-SGS. Como punto de referencia, este mismo pozo (predio Rivera) registra también el mayor gasto promedio, es decir, es el que más alto volumen de extracción de agua presenta en toda la ZM SLP-SGS. El cual está localizado en una zona de creciente avance de urbanización por medio de fraccionamientos de clase media y media-baja, como se mencionó anteriormente, se trata de una clara evidencia de presión por el recurso y un abatimiento en la zona.

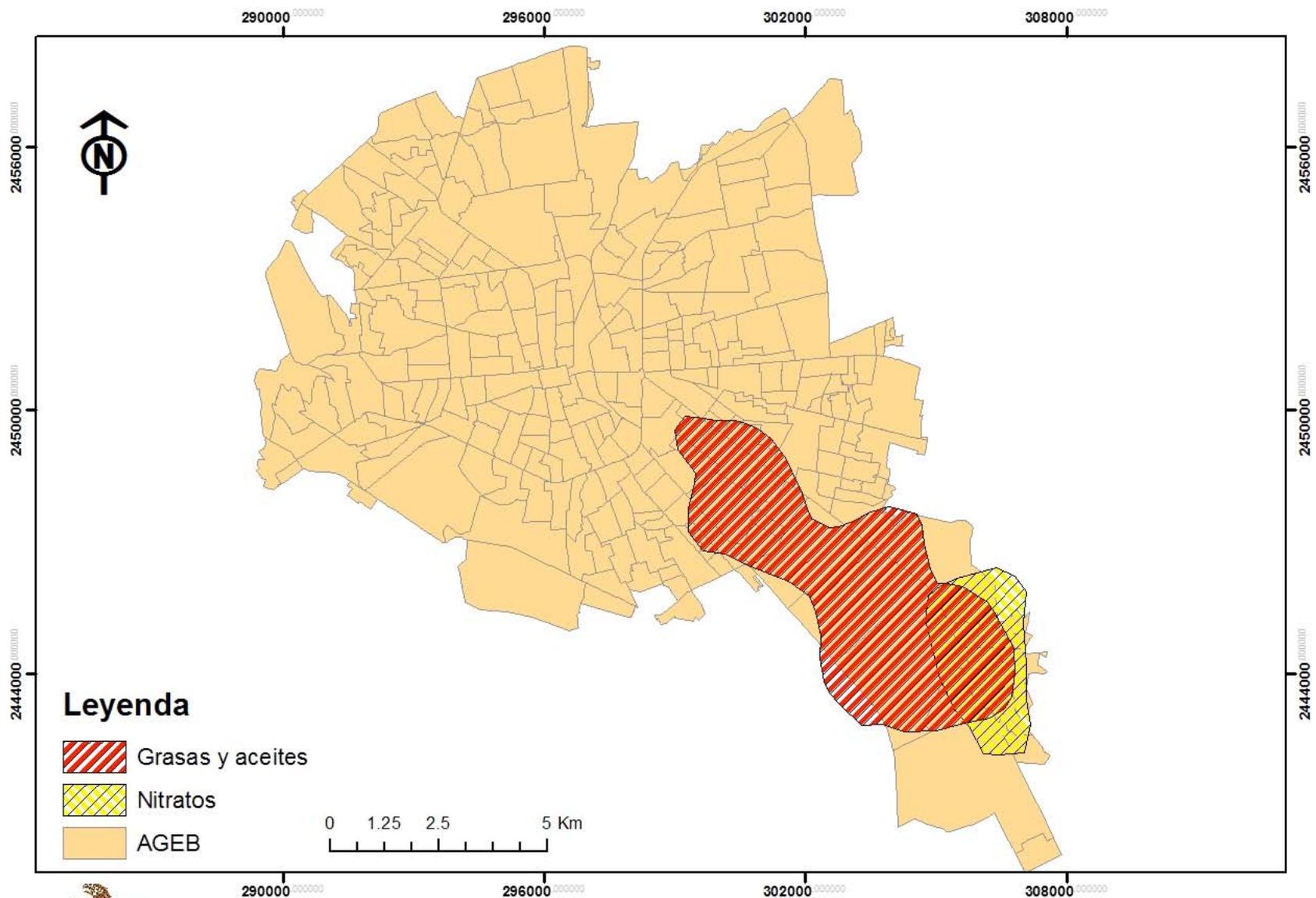
La mayoría de los pozos con una profundidad mayor están localizados en la sección Este de la ciudad, que coincide con la zona más densamente poblada de la zona metropolitana (Mapa 5.4.).

Los pozos con una profundidad media están distribuidos por toda la ZM SLP-SGS; en el caso de los pozos con profundidad baja, no existe un patrón en su distribución, aunque, según los datos proporcionados por INTERAPAS, es el cuadrante derecho-inferior el que presenta un mayor número de pozos en su área (Mapa 4.1. y 6.2).

Localización y Gasto promedio de pozos

Según los datos proporcionados por INTERAPAS, la tendencia de extracción de agua en la ZM SLP-SGS va en aumento. En el año 2001 la extracción de agua por medio de pozos alcanzaba apenas los 76 millones de metros cúbicos, hacia el año 2004 se logró rebasar los 88 millones de metros cúbicos, gran aumento a comparación del año 2003, mientras que desde el año 2005 se alcanzó a sobrepasar los 91 millones de metros cúbicos, tendencia en aumento hasta el año 2010, a excepción del año 2008, en el que hubo un leve descenso (Gráfica 6.1.).

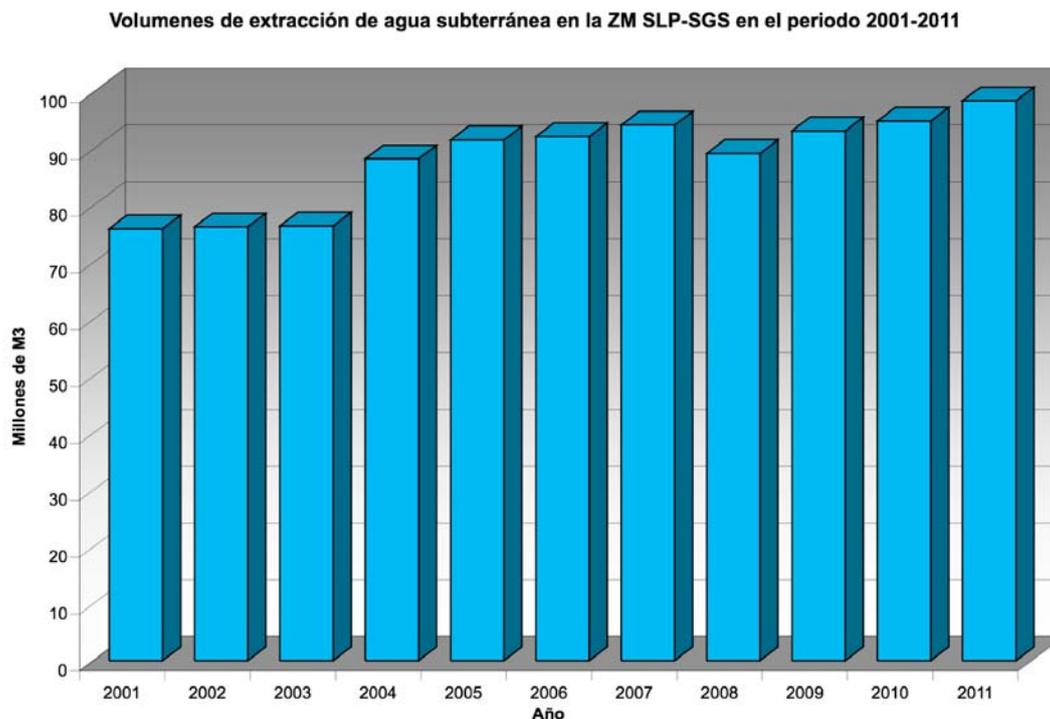
Mapa 6.3. Zona contaminada con envoltentes de grasas y aceites en el acuífero superior en la ZM SLP-SGS.



Proyección: UTM
Datum: NAD 1927
Zona: UTM 14

Elaboró: Geog. Guillermo Sigfrido Stevens Vázquez.
Fuente: CNA, 1994.

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.
Resultados del análisis de la vulnerabilidad hídrica.

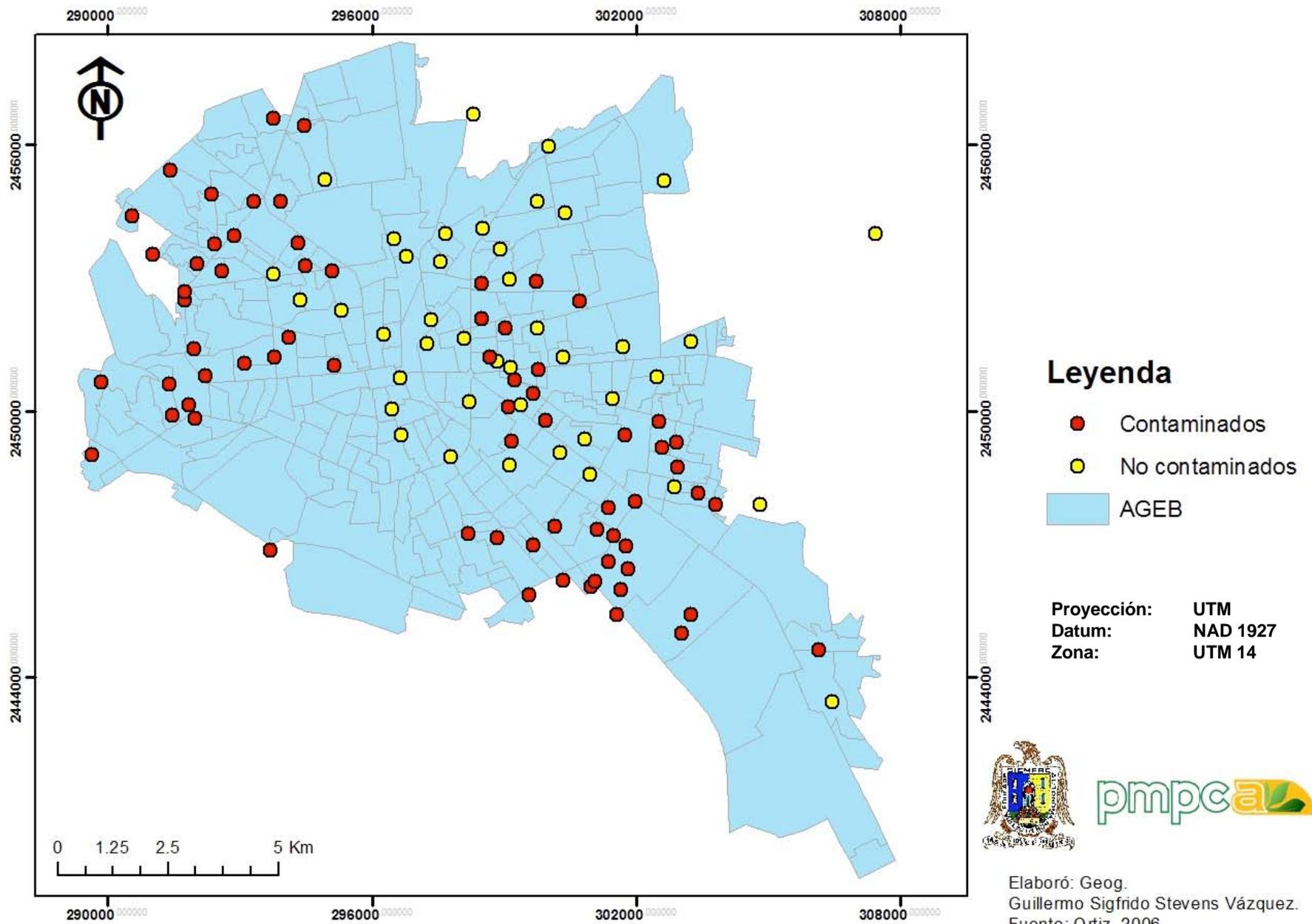


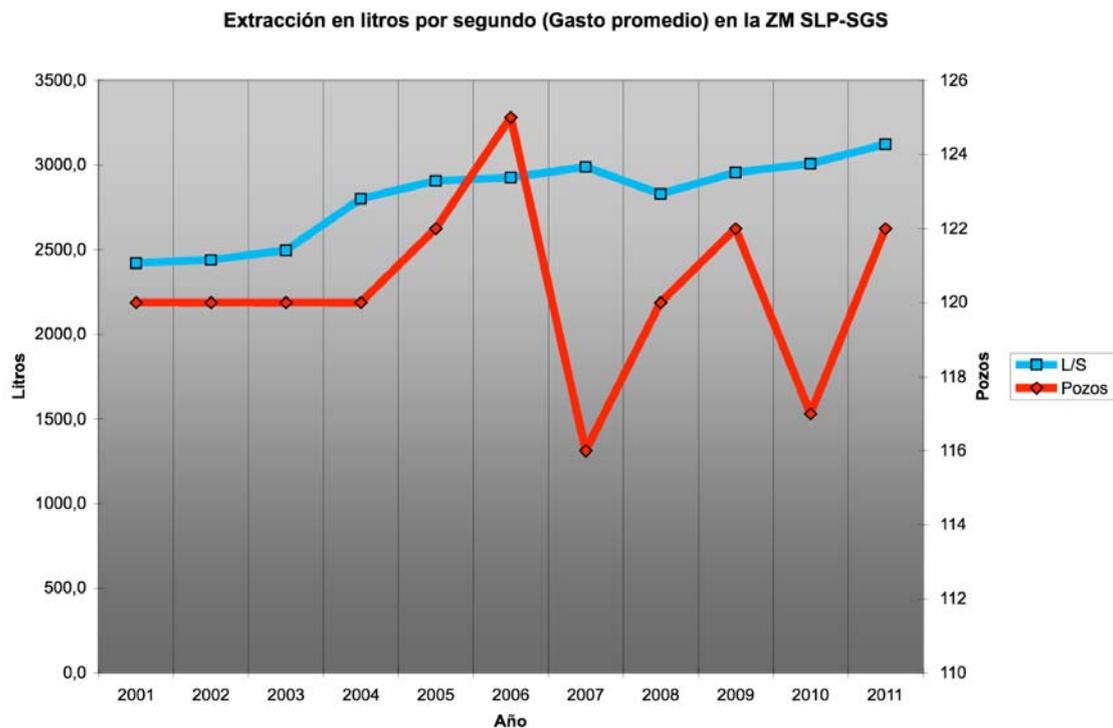
Gráfica 6.1. Volúmenes de extracción de agua subterránea en la ZM SLP-SGS. (Fuente: INTERAPAS, 2011).

La zona Este de la ZM SLP-SGS coincide en la profundidad de los pozos así como con el mayor gasto promedio. En el que los pozos con un rango alto están localizados en esta área, tres de ellos en el cuadrante derecho-superior y uno en el cuadrante derecho-inferior.

Los pozos con rangos medio y bajo están distribuidos a lo largo de la ZM SLP-SGS, excepto el cuadrante izquierdo-inferior, el cual, cuenta con un reducido número de pozos, aunque, dentro del rango medio de gasto promedio (Gráfica 6.2. y Mapas 6.1., 6.2.).

Mapa 6.4. Localización de pozos contaminados por concentración de fluor según límite máximo permisible de la NOM-127-SSA1-1994 en la ZM SLP-SGS.





Gráfica 6.2. (Fuente INTERAPAS, 2011).

-La calidad del agua para consumo humano en la Zona Metropolitana

El agua para uso y consumo humano (también denominada como agua potable) se define como el agua que no tiene contaminantes objetables, sean químicos o agentes infecciosos que no causen efectos nocivos para la salud, esto según la NOM-127.

La calidad del agua es un aspecto de vital importancia, debido a que aproximadamente el 5% del agua que llega a las viviendas es utilizado para consumo, el resto es para usos diversos como baños, lavado y regado, por mencionar algunos (Ortiz, 2006).

Se han realizado trabajos y estudios sobre la calidad del agua en el estado de San Luis Potosí, mayormente enfocados hacia el fluoruro, aunque, en el caso del arsénico aún falta mucho por estudiar. Como referencia, en el caso del Flúor, éste existe de manera natural en la Sierra Madre Occidental, a la cual pertenece la Sierra de San Miguelito, aledaña a la ZM SLP-SGS. Esto debido a la interacción agua/roca en los acuíferos (depende de las distintas litologías) contaminación que ocurre de forma natural, con altas concentraciones en aguas subterráneas bajas en calcio y magnesio. Además de estar asociado con rocas que mineralógicamente presentan cuarzo, feldespatos, fluorita y apatito. En el caso específico de la cuenca de San Luis Potosí se ha detectado su fuente en las rocas volcánicas fracturadas, y es durante el

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Resultados del análisis de la vulnerabilidad hídrica.

movimiento del agua por las fracturas que esta interacciona con su matriz vítrea y minerales ricos en F^- como el topacio, así este elemento pasa a la solución.

La Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) y el Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero del Valle de San Luis Potosí (COTAS), en coordinación con la Comisión Nacional del Agua (CNA), además de incluir la participación de 15 instituciones, han elaborado estudios de la calidad del agua del acuífero de San Luis Potosí. La calidad del agua depende de una serie de factores enlazados entre sí, depende de las condiciones del acuífero, debido a los minerales con los que el agua está en contacto. Se incluyen también a contaminantes de tipo patógeno. Caso de las aguas residuales, además de aguas utilizadas en procesos industriales, aceites y otros tipos derivados de contaminantes de la industria. Es elemental mencionar que incluso en los procesos de perforación y reparación de un pozo profundo existe riesgo de contaminar el agua, debido al paso de agua del acuífero somero (contaminado) al acuífero profundo. Esto además, por el mal sellado de los pozos abandonados.

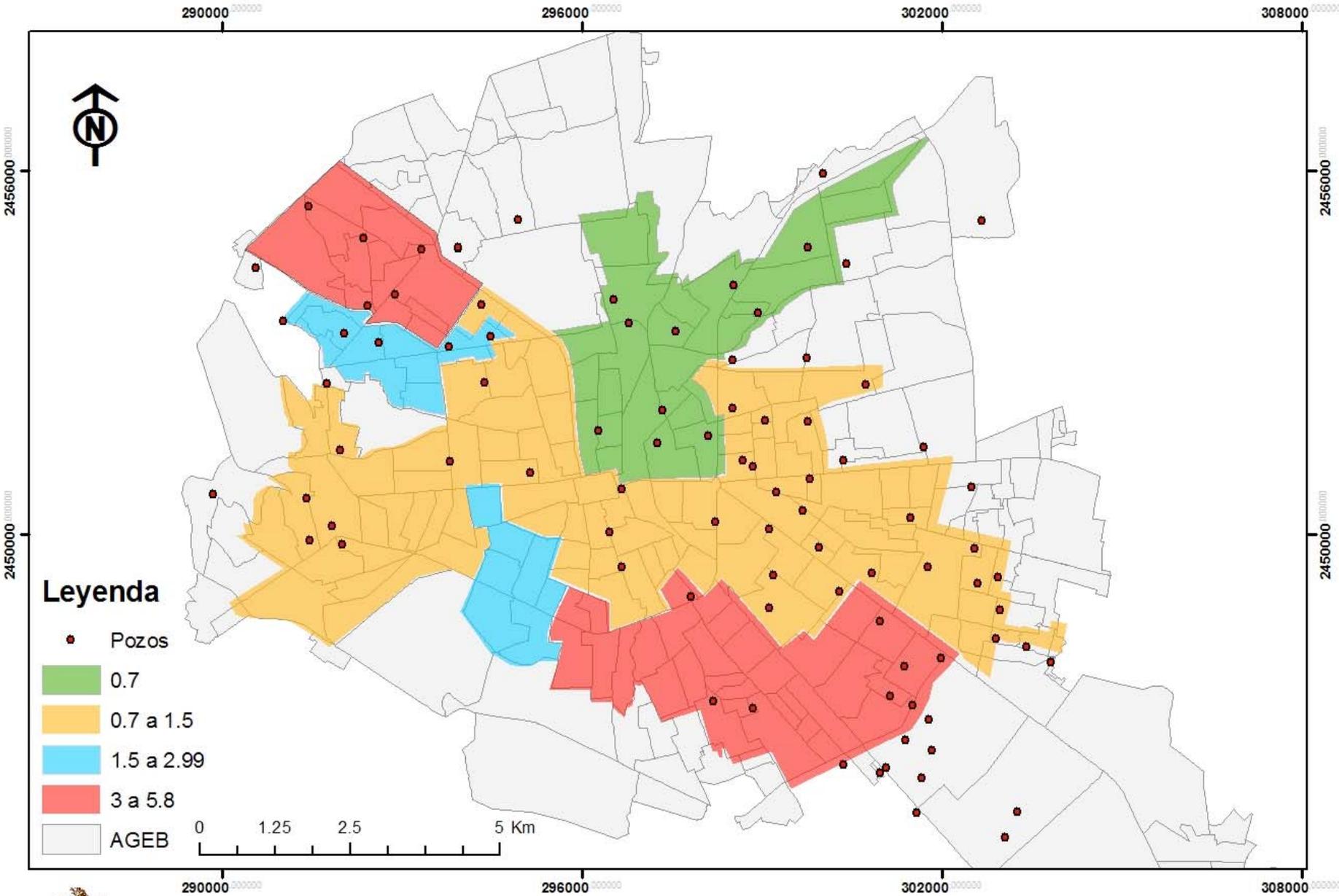
Entre los principales contaminantes inorgánicos que se encuentran en el agua y que han tenido repercusiones en la salud a escala global destacan el arsénico (As) y el fluoruro (F^-), aunque también se han encontrado otros contaminantes en acuíferos como manganeso, plomo y cadmio. En el caso de México, el parámetro máximo permisible para arsénico en el agua potable es de 0.025mg/L, mientras que el parámetro máximo permisible para el fluoruro es de 1.5 mg F^- /L. esto según la NOM-127.

En el caso de la ciudad de San Luis Potosí, con un 92% de abastecimiento por medio de aguas subterráneas, es importante mencionar que la calidad de dicha agua tiene repercusiones en la salud de sus habitantes.

Otros elementos de tipo antrópico son los basureros a cielo abierto, que presentan altas concentraciones de nitratos y elementos químicos originados por descargas residuales industriales y la lixiviación en tiraderos de tipo clandestino (COTAS, 2005).

El acuífero superior en la zona industrial llegó a presentar valores de grasas y aceites mayores de 20mg/L. Mientras que el esparcimiento de contaminantes en la zona Noreste fue por medio de infiltración directa. Por medio de nitratos y plomo (Mapa 6.3.). Esto como consecuencia de la nula planeación de la zona, en la que importantes volúmenes de aguas residuales eran vertidas al suelo sin ningún tipo de tratamiento.

Mapa 6.5. Concentración de fluoruro en agua de grifo domiciliario en la ZM SLP-SGS.



Proyección: UTM
Datum: NAD 1927
Zona: UTM 14

Elaboró: Geog. Guillermo Sigfrido Stevens Vázquez
Fuente: Ortiz, 2006.

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Resultados del análisis de la vulnerabilidad hídrica.

Las altas concentraciones de fluoruro en el agua subterránea han acarreado problemas de fluorosis dental y en algunos casos fluorosis esquelética en la edad adulta (Farell *et al.*, 2006).

En el estudio elaborado por la UASLP, se tomaron muestras de 126 pozos profundos de los cuales se abastece la ciudad, 91 de los cuales están localizados en el municipio de San Luis Potosí, 28 en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez y uno en cada una de las siguientes localidades: Bocas, La Pila, El Jaralito, Cerro de San Pedro, Cándido Navarro, El Huizache y Pozos. Además de otras muestras de la Planta potabilizadora los Filtros, una de ellas con agua proveniente de la Presa de San José y la otra con agua mezclada. Los resultados obtenidos en dicho estudio, revelaron que, en el agua de los pozos, el arsénico (As) disuelto se encontró entre los rangos de 1.7 a 14.8 µg/L. En el caso del fluoruro este osciló entre los rangos de 0.35 a 4.16 mg/L. Se determinó así que las zonas de mayor contaminación están localizadas en el suroeste, oeste, sureste y noroeste de la ciudad. Como referencia, de los 91 pozos muestreados, no hubo alguno que excediera los 0.025 mg As/L, que es el límite máximo permisible de acuerdo a lo establecido en la modificación a la NOM-127-SSA1-1994 (NOM-127). Aunque 53 pozos exceden de 0.010 µg As/L, según el valor dado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Según este último parámetro, implica que aproximadamente 390,000 habitantes están expuestos a concentraciones de arsénico por el agua.

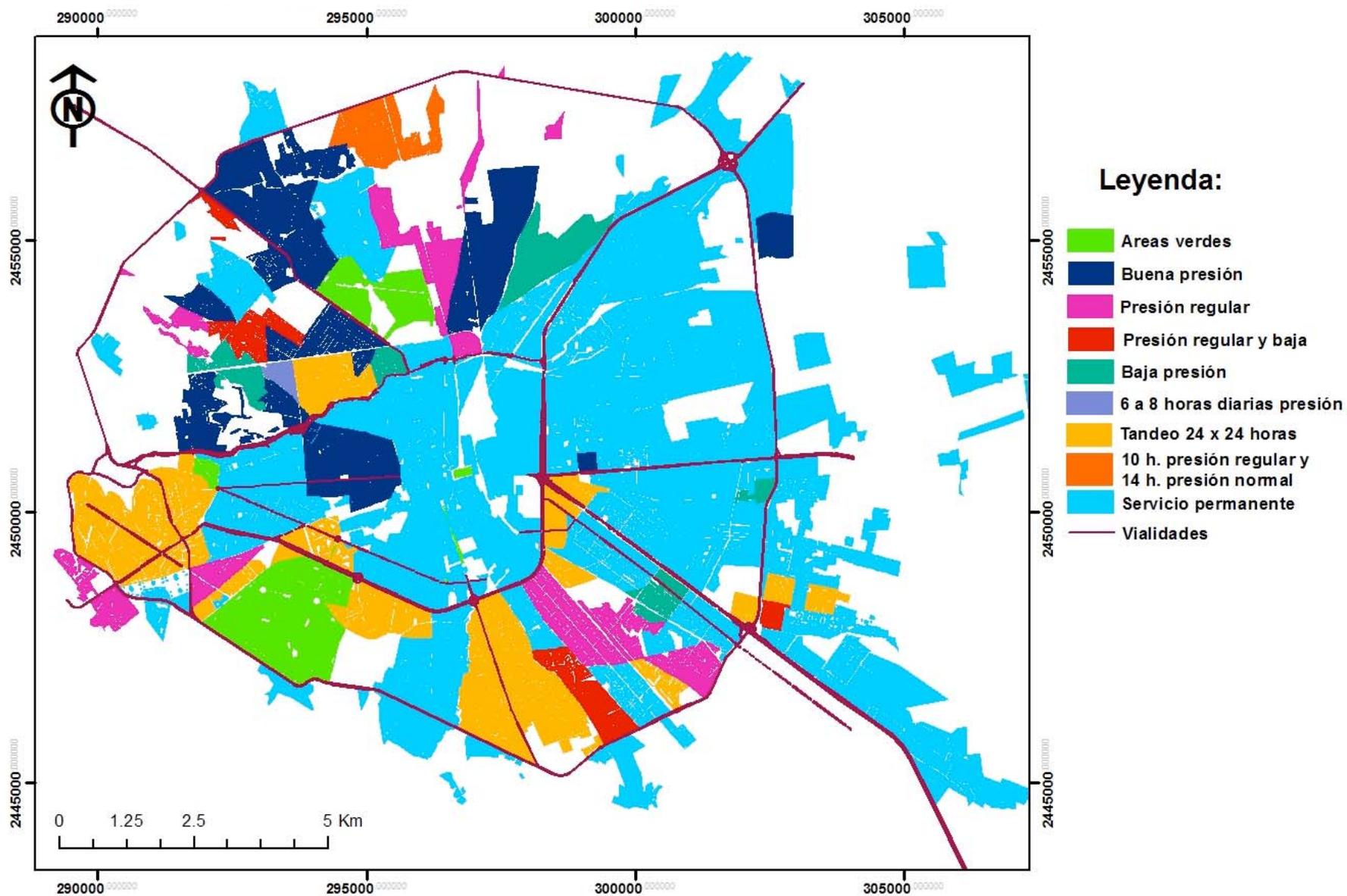
En el caso del fluoruro, 65 pozos en el municipio de San Luis Potosí exceden de 1.5 mgF⁻/L (NOM.127) y 77 son mayores a 0.7 mg/L, límite permisible para México. En el municipio conurbado de Soledad de Graciano Sánchez, diez pozos excedieron 1.5 mg/L, aunque ninguno excede de 0.025 mg As/L (NOM-127); siete de los pozos exceden de 0.010 mg As/L (OMS). Según estos datos, se estima que aproximadamente 550,000 habitantes pueden estar expuestos a niveles no permisibles de fluoruro por consumo de agua, al tomar como referencia el parámetro de 0.7 mg/L la cifra alcanza los 660,000 habitantes.

Según datos del estudio, aproximadamente el 80% de los pozos tienen concentraciones de fluoruros por arriba de la normatividad, esto, con serias afectaciones a la salud. Los grados de exposición varían de acuerdo al consumo de agua, alimentos y productos dentales, desde luego, en referencia a los hábitos de las personas, nutrición, edad y desde luego su estado de salud (Mapas 6.4 y 6.5.).

La exposición a fluoruro se relaciona con padecimientos como fluorosis dental, fluorosis esquelética, efectos reproductivos y neurológicos (Farell *et al.*, 2006).

Las zonas con la mayor concentración de fluoruros en el suroeste corresponde a la localización de las colonias: Lomas, Los Filtros, Universitaria y Halcones.

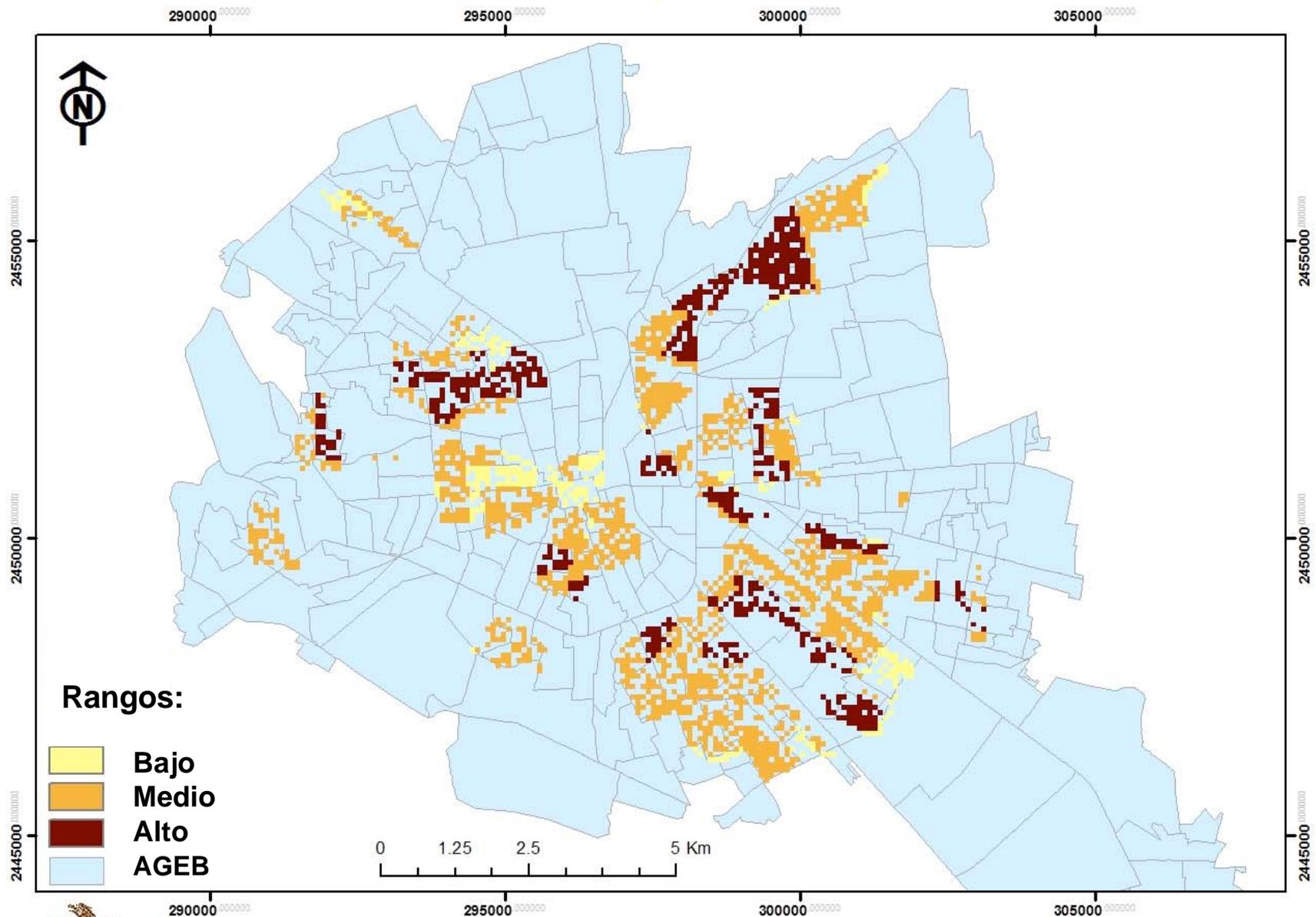
Mapa 6.6. Tipología del servicio de agua en la ZM SLP-SGS.



Proyección: UTM
Datum: NAD 1927
Zona: UTM 14

Elaboró: Geog. Guillermo Sigfrido Stevens Vázquez
Fuente: INTERAPAS

Mapa 6.7. Representación espacial de la vulnerabilidad hídrica en la ZM SLP-SGS.



Proyección: UTM
Datum: NAD 1927
Zona: UTM 14

Elaboró: Geog. Guillermo Sigfrido Stevens Vázquez

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Resultados del análisis de la vulnerabilidad hídrica.

Al este con las colonias Jardines del Valle, y San Luis I. Al Sureste: la zona termal, la zona industrial San Luis, colonias como: Dalias, Simón Díaz, El Aguaje, y Salk.

Al Oeste y noroeste, el pozo Muñoz ubicado en la calle de García Diego esquina con Muñoz, es el que presenta la mayor concentración en fluoruros, de 4.16 mg/L, al que le siguen el de Valle de Santiago con 4.12 mg/L y Halcones con 4.02 mg/L.

-La infraestructura hidráulica

Como antecedente, el desarrollo de infraestructura a finales del siglo XIX y principio del XX no fue paralelo entre abasto y drenaje (Camacho, 2001). La infraestructura de la red de distribución, además de revelar su falta de planeación, tuvo un crecimiento de acuerdo a la expansión de la ciudad. Y de acuerdo a determinados periodos de tiempo esta se ha modernizado o en otros casos se ha sustituido. Actualmente, la red de distribución presenta una serie de problemas, debido a que ésta ya ha sobrepasado su vida útil, cuenta con más de 60 años de antigüedad, se trata así de una infraestructura ineficiente de la que derivan problemas como fugas y colapsos (INTERAPAS, 2006).

La red de distribución del agua es de diversos materiales como acero, asbesto, PVC y PDA. Esto en diámetros que van de las dos a las 24 pulgadas. Para el año 2009 la red tenía una longitud de 2675 Km. Al año 2010, la longitud de la red se estimó en 2910 Km. (Tablas 6.1. y 6.2.).

Diámetro de la red	Longitud estimada en Km.
2" a 6"	1578
8" a 12"	1043
14" a 24"	54

Tabla 6.1. Condiciones de la infraestructura de distribución de INTERAPAS (Fuente: INTERAPAS, 2010)

Red de alcantarillado	Antigüedad (%)			
	0-15 años	16-25 años	26-35 años	Más de 35 años
Red secundaria (atarjeas)	9	21	41	29
Subcolectores	10	21	38	31
Colectores	1	9	57	33

Tabla 6.2. Antigüedad de la red de alcantarillado de INTERAPAS. (fuente: INTERAPAS, 2010)

Las fugas de agua son quizás las consecuencias más comunes de la red de distribución obsoleta, las cuales ascienden a casi un 40% (Cirelli, 2004). Volúmenes de agua que finalmente son infiltrados al acuífero somero, el cual presenta una recarga dinámica. En el caso de las fugas, INTERAPAS afirma se deben a la mala calidad de los materiales empleados por los constructores; cabe mencionar que el

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Resultados del análisis de la vulnerabilidad hídrica.

sector inmobiliario en la ciudad tiene gran peso y es en realidad gracias a la especulación, quien decide el trazado de la misma. Esto derivado de la mala coordinación de tipo técnico administrativo entre los gobiernos municipales de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez, en el que las consecuencias son visibles en la construcción de fraccionamientos de forma irregular, en el que la mayoría no han cumplido con los parámetros básicos en materia de agua, alcantarillado, equipamiento y servicios básicos (Moreno, 1998; Stevens, 2008).

Según datos del año 2010, INTERAPAS cuenta con una cobertura de tratamiento del 73.1%, a su vez de una cobertura de agua potable del 97% y una cobertura de alcantarillado del 90%. Esto debido a la presencia de fraccionamientos que no han sido entregados al municipio, además de asentamientos irregulares. En el caso del alcantarillado, las consecuencias son visibles por medio de inundaciones en algunas zonas de la ZM SLP-SGS, debido al escurrimiento de aguas provenientes de las faldas de la Sierra de San Miguelito, que ocasionan inundaciones en zonas aledañas a las Avenidas Chapultepec, Salvador Nava e Himno Nacional, localizadas al sur de la ZM SLP-SGS. Mientras que el municipio de Soledad de Graciano Sánchez está localizado hacia las partes más bajas del Valle, área natural de inundación del Río de Santiago lo cual perjudica a las colonias localizadas en esta zona (noreste de la ZM SLP-SGS). Además, es en temporada de lluvias que la red de drenaje se ve superada en su capacidad de dar respuesta. De igual manera, enfrenta problemas como el azolve y obstrucciones por restos de basura.

La red de distribución

Según informes del mismo INTERAPAS (2006), no se cuenta con una sectorización de la red de distribución, de lo cual derivan problemas relacionados al control adecuado de los flujos de agua (Peña, 2005), además de existir zonas con baja presión. Aunado además a la antigüedad de la red, esto tiene como consecuencia la existencia de fugas; ante lo cual, una de las alternativas recae en la distribución de agua por medio del Tandeo.

Resaltan los sectores más antiguos de la ZM SLP-SGS (zona centro) en donde se localizan las tuberías, tramos de redes de distribución y tomas domiciliarias más antiguas; según el mismo INTERAPAS, las obras de modernización en la zona centro enfrentan una serie de obstáculos, como la duración de los procesos de modernización por medio de procedimientos como instalaciones de conexiones, excavaciones a cielo abierto, que después demandarían otro tipo de trabajos como excavaciones, plantillas, rellenos, ruptura y reposición de pavimentos y dispositivos de protección. Esto debido a que se trata de una zona con alta densificación, tráfico

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Resultados del análisis de la vulnerabilidad hídrica.

vehicular, confluencia, además de la existencia de monumentos históricos, los cuales emergen entre las principales causas de la dificultad y atraso en la ejecución de obras de modernización.

Las fugas de agua en tuberías de agua potable generalmente no afloran directamente en la superficie, y cuando ocurre así por lo general son perceptibles en zonas aledañas al origen, lo cual dificulta una localización precisa. Además, en el caso de la toma domiciliaria, esta incluye desde el punto de inserción hasta la cisterna y el tinaco (propiedad del usuario). Mismas fugas que pueden ser localizadas por aparatos con tecnología para detectarlas por medio de sonidos a través de filtros electrónicos.

En el año 2006, las tomas clandestinas fueron aproximadamente 8497, 2.9% del total del padrón. Por cada toma clandestina INTERAPAS estima que puede dejar de facturar un aproximado de 2,050 pesos al año.

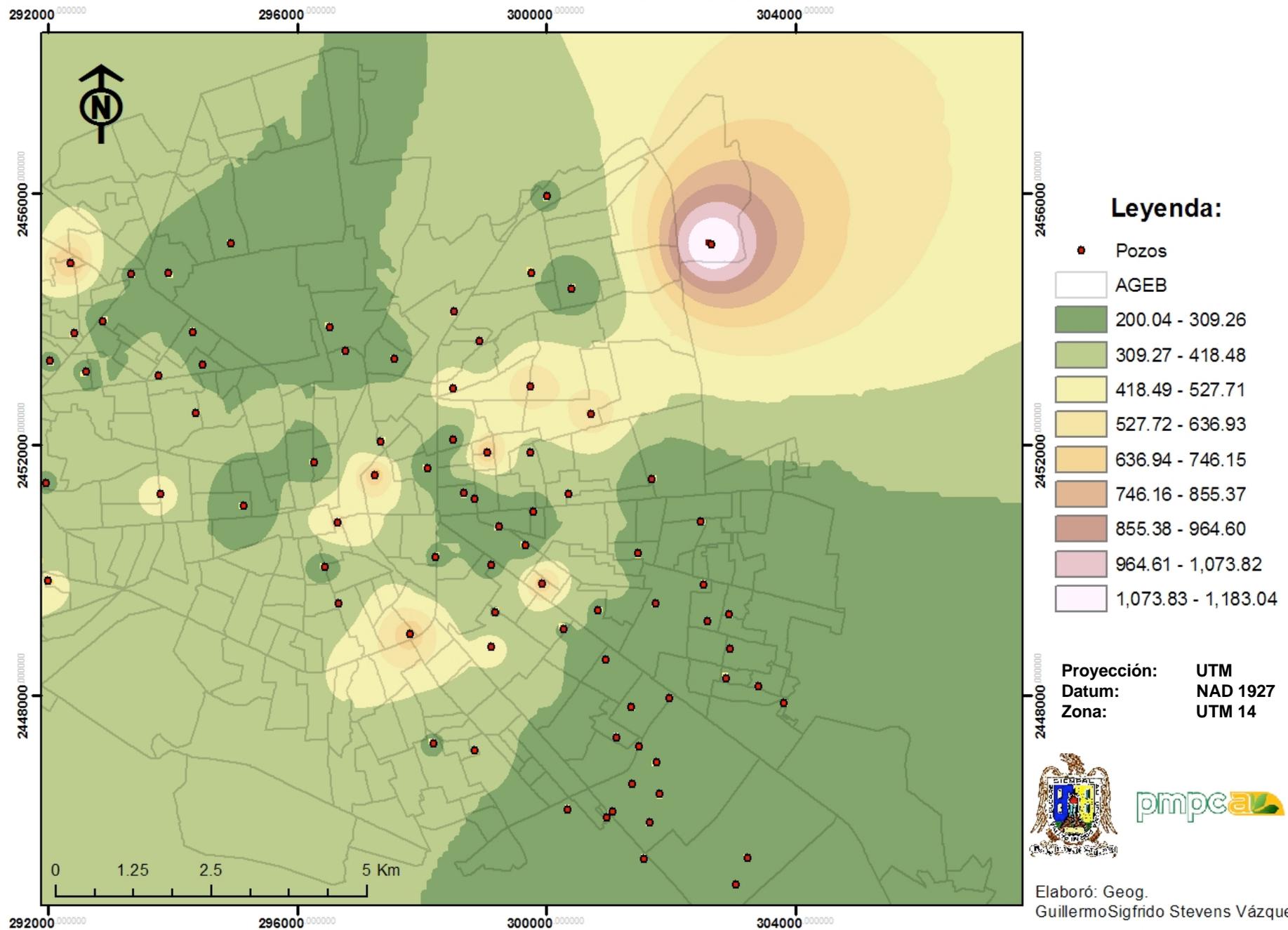
-Cobertura de abasto en la zona metropolitana

La cobertura de abasto de INTERAPAS alcanza el 97% sobre la ZM SLP-SGS. Debido a los problemas expresados anteriormente, derivan problemas en el servicio a los ciudadanos, en el que no todas las colonias de la ciudad cuentan con un servicio uniforme. Debido a que existen diferencias entre la presión del agua en las tuberías, además, en algunas de ellas, el tandeo es la única forma de acceso al agua (Tabla 6.3. y Mapa 6.6.).

Zona	Tipo de servicio	Número de colonias	Total Zona
Zona Norte	Buena presión	15	67
	Presión regular	18	
	Presión regular y baja	8	
	Baja presión	10	
	6 horas diarias con presión	2	
	Tandeo de 24 x 24 horas	11	
	Apoyo con pipas	2	
	16 hrs. A diferentes horas	1	
Zona Oriente	Tandeo de 24 x 24 horas	10	10
Zona Poniente	Tandeo de 24 x 24 horas	6	6
Zona Centro	Abastecimiento permanente		
Zona Sur	Tandeo de 24 x 24 horas	12	14
	Apoyo con pipas	2	
Zona Metropolitana	Abastecimiento permanente de agua con presión normal	499	499
Total de colonias		596	

Tabla 6.3. Tipología del servicio de agua en la ciudad de San Luis Potosí (Fuente: INTERAPAS, 2006).

Mapa 6.8. Representación espacial de la profundidad de los pozos por interpolación en la ZM SLP-SGS.



Legenda:

- Pozos
- AGEB
- 200.04 - 309.26
- 309.27 - 418.48
- 418.49 - 527.71
- 527.72 - 636.93
- 636.94 - 746.15
- 746.16 - 855.37
- 855.38 - 964.60
- 964.61 - 1,073.82
- 1,073.83 - 1,183.04



Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Resultados del análisis de la vulnerabilidad hídrica.

Es necesario mencionar que el análisis multicriterio es una herramienta útil de análisis, el cual, por medio de procesos estadísticos realiza una conjugación de las variables, de acuerdo a las exigencias del usuario (Tabla 6.4.).

Variable	Peso (%)	Criterios
Localización y profundidad de los pozos.	30	200-529
		529-857
		857-1185
Antigüedad de la red de distribución	25	Red con más de 25 años
Calidad del agua (niveles de flúor)	30	0.7
		0.7 a 1.5
		1.5 a 2.99
		2.99 a 5.8
Fuente de abasto	15	Superficial
		Subterránea

Tabla 6.4. Matriz de valores del análisis multicriterio

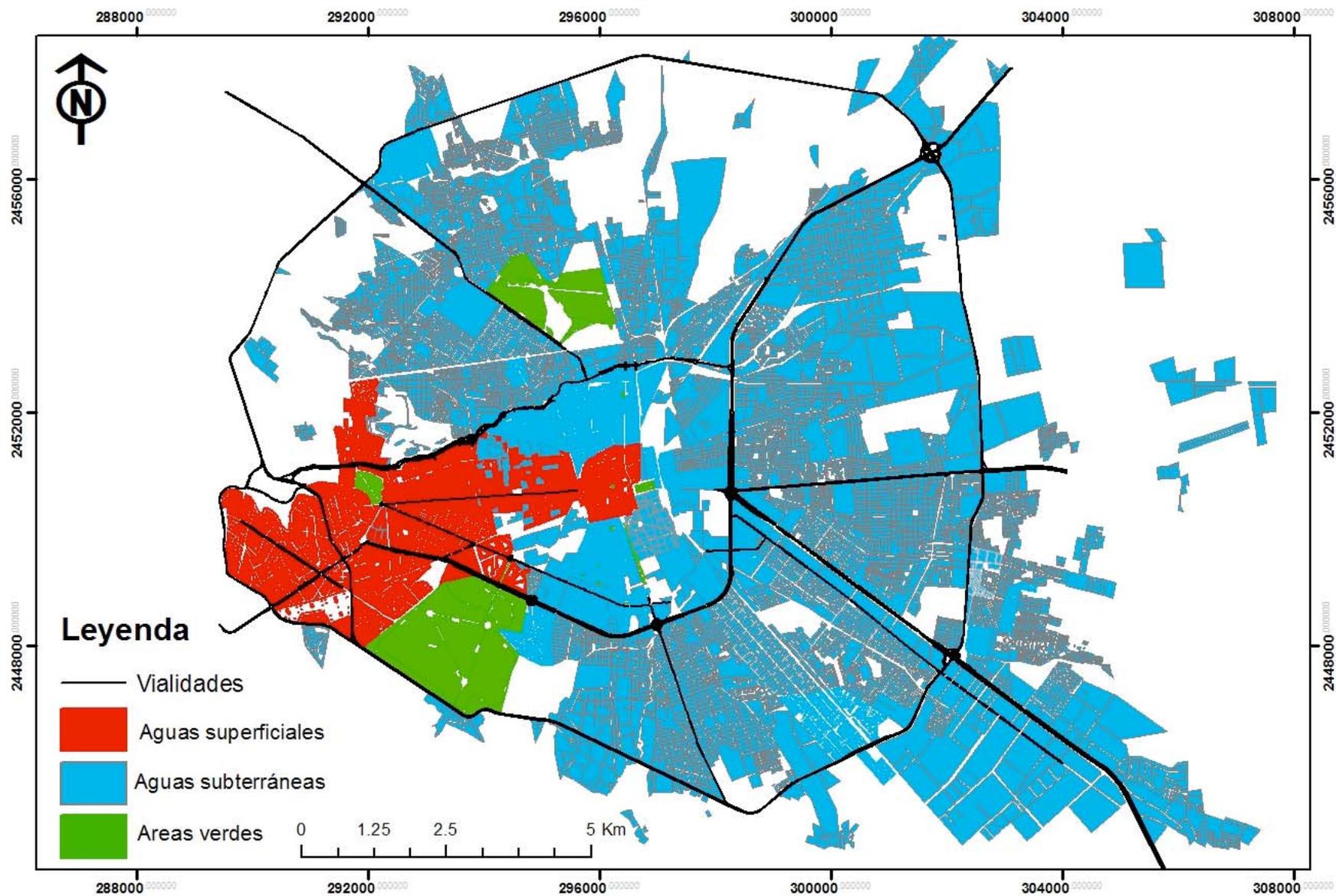
-Representación espacial de la vulnerabilidad hídrica

De acuerdo a la ponderación de las variables, los resultados del análisis multicriterio, reflejaron únicamente determinados sectores de la ciudad, en el que las zonas que no fueron representadas, obtienen un valor muy bajo en cuanto a la estimación de la vulnerabilidad hídrica. Lo cual refiere que de acuerdo al proceso estadístico y de ponderación del mismo análisis multicriterio, estas zonas obtuvieron rangos muy inferiores a los marcados como rango bajo, es decir, no representativos.

De acuerdo con la información referida en los capítulos anteriores, en este apartado la sección Este de la ZM SLP-SGS vuelve a destacar por los niveles calculados en cuanto la estimación de la vulnerabilidad hídrica. De igual manera, la zona centro de la ZM SLP-SGS y algunos sectores localizados en dirección al Noroeste. En la zona suroeste destaca la localización de la colonia Lomas tercera sección, aspecto referido más adelante.

Los resultados del análisis multicriterio, fueron estratificados en tres rangos de la siguiente forma, cabe mencionar que algunas colonias quedaron en más de un rango (Ver anexo A).

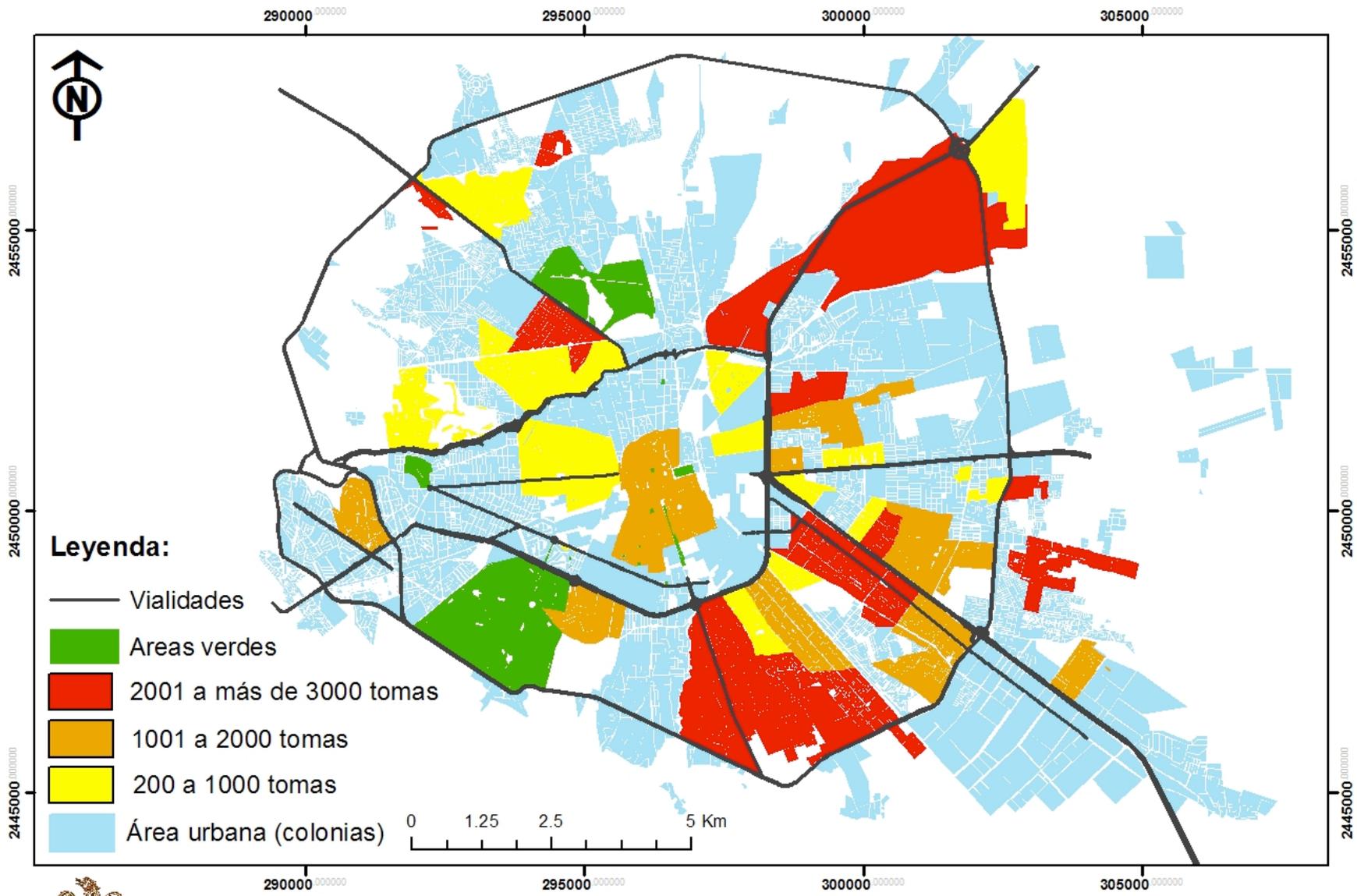
Mapa 6.9. Fuente de abastecimiento de agua en la ZM SLP-SGS.



Proyección: UTM
Datum: NAD 1927
Zona: UTM 14

Elaboró: Geog. Guillermo Sigrifido Stevens Vázquez

Mapa 6.9.1. Colonias con infraestructura de más de 25 años de antigüedad según número de tomas en la ZM SLP-SGS.



Proyección: UTM
 Datum: NAD 1927
 Zona: UTM 14

Elaboró: Geog. Guillermo Sigfrido Stevens Vázquez

Vulnerabilidad hídrica baja

En el rango bajo fueron representadas *partes* de las colonias Industrial Aviación, parte del barrio de Tequis, Centro histórico (en dirección al Norte), El Rosedal (ubicado en la salida a Zacatecas), así como la salida a Matehuala, justo la zona antes del anillo periférico, de igual manera, en la zona sureste, sobre el eje de la carretera 57, también antes del anillo periférico.

Vulnerabilidad hídrica media

En este rango fueron representadas las colonias Saucito, Sauzalito, Industrial Aviación, Barrio de Tequis, Lomas tercera sección, Balcones del Valle, Barrio de San Sebastián, Barrio de San Miguelito, Progreso, Satélite, Simón Díaz, Colorines, San Luis Rey, Valle Dorado, Central, Jardines del Sur, Industrias, Jardines de Oriente, Mayamil, Providencia, Ricardo B. Anaya, Los Álamos, Azaleas, Fidel Velásquez, Bugambilias, Fresnos, San Felipe, Constitución, Las Garzas, Barrio de Santiago, Terrazas, Arboleda y Morales.

Vulnerabilidad hídrica alta

En este rango fueron representadas las colonias Morales, Los Reyes, Condesa, Valle de Santiago, Damián Carmona, Españita, Valle Dorado, Las Piedras, Fovissste, Infonavit, Manuel José Othón, Barrio de San Miguelito, Juan Sarabia, Independencia, Juárez, Las Pilitas, Las Golondrinas, San Leonel, Progreso y la cabecera municipal de Soledad de Graciano Sánchez.

Capítulo 7

Correlación entre la vulnerabilidad hídrica y el nivel socioeconómico de la población

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Correlación entre la vulnerabilidad hídrica y el nivel socioeconómico de la población.

-Correlación entre variables (ingresos, marginación, viviendas, equipamiento urbano).

Las variables expuestas en el capítulo 5 muestran una correlación entre sí, es decir, al hablar de los contrastes que existen entre las colonias de la ZM SLP-SGS en cuestión de ingresos, grado de marginación, características y materiales de las viviendas así como la distribución y dotación del equipamiento urbano, es posible llegar a una lógica de la localización de los distintos estratos socioeconómicos de la población urbana.

Así, la representación de los niveles de ingreso (Mapa 5.7.) al ser comparada con la localización del principal equipamiento urbano (Mapa 5.2.), evidencia el vínculo (de localización, por ende espacial) entre ambas variables, es así que la correlación existe y refiere a espacios de la ciudad a los que la población (según el nivel adquisitivo y de acuerdo a la distancia al área de influencia) puede hacer uso de los servicios representados. La correlación entre las variables mencionadas anteriormente, reside en la lógica de la localización (estratégica) del equipamiento urbano respecto al poder adquisitivo de la población aledaña.

La variable de viviendas con materiales precarios (Mapa 5.8.) encuentra correlación con los ingresos, es así que zonas como el centro histórico, así como los extremos este y sur de la ZM SLP-SGS están relacionadas entre sí; los contrastes de esta zona específica ya han sido tratados en el capítulo 5.

La variable de la localización de los niveles de marginación elaborado por CONAPO (Mapa 5.9.2.) muestra los resultados de una metodología que abarca determinadas variables socioeconómicas (también ya tratadas en el capítulo 5). Es así que al momento de ser comparada con las variables mencionadas anteriormente como ingresos, viviendas y equipamiento urbano muestra cierta similitud con cada una de ellas, existe una correlación. Dichas correlaciones muestran los contrastes existentes en el espacio de la ZM SLP-SGS, aunque, en el caso del recurso hídrico es posible ver un comportamiento distinto. Para autores como Méndez (2006) la problemática ambiental del agua y del aire emergen ahora vinculados con la pobreza y desigualdad social. La hipótesis de este trabajo de investigación así lo plantea, estimar la correlación entre la vulnerabilidad del acceso al recurso hídrico respecto a los niveles socioeconómicos, se parte del supuesto, en el que los grupos de bajo nivel adquisitivo son mayormente vulnerables en términos hídricos.

-Agua como factor de segregación

No existe una correlación directa entre la calidad del agua y los niveles socioeconómicos de la población, aunque, los hábitos de consumo pueden variar en cada uno de los distintos niveles de ingreso. Además de que la calidad del agua

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Correlación entre la vulnerabilidad hídrica y el nivel socioeconómico de la población. depende de factores naturales relacionados con los procesos geoquímicos en el acuífero.

Aunque un aspecto importante a mencionar reside en el hecho que la población de mayores ingresos en la ZM SLP-SGS (Mapa 5.6. y 5.7.) se abastece de aguas superficiales provenientes de la Presa de San José, misma zona que es vulnerable en cuanto al acceso de agua al depender fuertemente del agua de precipitaciones, las cuales están concentradas en una temporada al año, escenario en el que el Tandeo ha sido la única opción para su abasto. Si bien, estos sectores de la ZM SLP-SGS no están expuestos a los contaminantes de tipo natural (y antrópico) del acuífero, eso no disminuye su vulnerabilidad, el tandeo es la principal evidencia.

Si bien el agua es considerado como un elemento de segregación (Méndez, 2006) en el caso de la ZM SLP-SGS este también puede obedecer a otros factores relacionados con la constructora de los desarrollos habitacionales y el municipio. Además de rezago por parte del organismo INTERAPAS. Estos aspectos serán abordados en el siguiente capítulo.

La tipología del servicio de agua de INTERAPAS muestra contradicciones que afectan por igual manera a toda la población de la ZM SLP-SGS, es decir, existen zonas que cuentan con una dotación permanente del servicio, aunque, existen otros factores como la red de distribución, los materiales empleados, los hundimientos derivados a procesos de subsidencia, las fugas, por mencionar algunos ejemplos, los cuales al ser conjugados de acuerdo a su magnitud favorecen los procesos de vulnerabilidad hídrica.

-Relación espacial entre la vulnerabilidad hídrica y la marginación urbana.

Los resultados obtenidos a partir del análisis multicriterio revelan que *no necesariamente* existe una correlación directa entre pobreza, marginación o nivel socio-económico bajo con la vulnerabilidad hídrica como tal. Los resultados muestran que la vulnerabilidad hídrica está incluso presente en todos los niveles socioeconómicos. Es decir, no es un problema exclusivo de la población de bajos recursos.

La correlación entre la variable ingresos (Mapas 5.6. y 5.7.) y vulnerabilidad hídrica, (Mapa 6.7.) muestra que los tres rangos de ingresos están dentro de zonas delimitadas vulnerables hídricamente. Tanto los AGEB clasificados con ingreso alto (localizados al oeste de la ZM SLP-SGS) como los de más bajo ingreso (localizados en zonas periféricas, en especial al noreste de la ZM SLP-SGS) cuentan con zonas marcadas dentro de los rangos de la vulnerabilidad hídrica (Mapa 7.1.).

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Correlación entre la vulnerabilidad hídrica y el nivel socioeconómico de la población.

A) Vulnerabilidad hídrica en zonas de alto ingreso

En el caso de las colonias de alto nivel adquisitivo como la colonia Lomas tercera sección (localizada al Oeste de la ZM SLP-SGS), el análisis multicriterio la clasificó con un rango medio de vulnerabilidad hídrica, de igual manera la colonia Balcones del Valle (localizada al Sur de la ZM SLP-SGS).

Ambos ejemplos citados son muestra de la no correlación entre vulnerabilidad hídrica y bajo ingreso, pobreza o marginación.

B) Vulnerabilidad hídrica en zonas de medio ingreso

El eje de la carretera 57 (Sureste de la ZM SLP-SGD), zona que según la información por AGEB destaca por su nivel adquisitivo, representado por población y desarrollos habitacionales destinados a la clase media y media-alta.

Otras colonias como la Industrial Aviación y aledañas como Los Reyes, Los Reyitos, hasta los barrios de Santiago, Tequis y el mismo centro histórico de la ciudad presentan niveles de vulnerabilidad hídrica de bajo a medio.

C) Vulnerabilidad hídrica en zonas de ingreso bajo

El caso de las zonas socio-económicamente más marginadas, de acuerdo a CONAPO, presentan niveles de vulnerabilidad hídrica de los tres rangos: alto, medio y bajo; caso de la cabecera municipal de Soledad de Graciano Sánchez y sus colonias aledañas (localizados al Noreste de la ZM).

Como síntesis, se habla en muchos estudios y se mantienen incluso líneas de investigación sobre la relación de la pobreza con la cuestión ambiental y el acceso a los recursos. Al menos en este caso, y de acuerdo a los resultados obtenidos por el análisis en un software especializado en Sistemas de Información Geográfica (ArcMap®), fue posible llegar a la deducción que la vulnerabilidad al acceso del recurso hídrico no es una condición exclusiva de algún grupo socioeconómico.

El análisis de estos datos será abordado en el siguiente capítulo.

-Correlación de la vulnerabilidad hídrica con otras variables.

Si bien en apartados anteriores se ha mencionado sobre la problemática de la antigüedad de la red de distribución, el mapa de vulnerabilidad hídrica refleja aquellas zonas de la ZM SLP-SGS que han sido urbanizadas a partir de la década de 1970, aunque, de manera más importante a partir del año 1993 (Mapa 5.1.).

El cual es visible en la cara Este de la ZM SLP-SGS, específicamente en dirección Noreste y Sureste (dentro del área delimitada por el anillo periférico).

En el caso del área del Centro histórico y zona aledaña se trata de una zona en la que la modernización de la red de distribución encamina a una serie de problemas, justo como se mencionó en capítulos anteriores.

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Correlación entre la vulnerabilidad hídrica y el nivel socioeconómico de la población.

Otra de las características en la distribución espacial de los datos obtenidos del análisis multicriterio, resalta el hecho de estar localizada en la zona limítrofe entre los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez (sección Este).

A) Vulnerabilidad hídrica y Viviendas precarias por AGEB

En el caso del centro histórico, si existe una correlación, esto al tomar como base el mapa de distribución de Viviendas con materiales precarios por AGEB (Mapa 5.8.), específicamente el centro histórico y su zona sur cuentan con una vulnerabilidad hídrica baja a media, que se correlaciona de igual manera en el caso del mapa de AGEB.

Aunque no ocurre lo mismo con el resto de AGEB clasificados con rango Alto y Medio, debido a que según los resultados del análisis multicriterio, esas zonas aparecen con un rango muy bajo.

B) Vulnerabilidad hídrica y Población total por AGEB

El mapa de población total por AGEB muestra una mayor densificación en la zona Este de la ZM SLP-SGS, misma zona que concentra la mayor localización de la vulnerabilidad hídrica. Dicha correlación indica que altos porcentajes de población urbana son vulnerables en términos hídricos.

Hipótesis y objetivo particular, nula correlación: ¿rechazo de la hipótesis?

Al retomar el objetivo general y la hipótesis del trabajo de investigación, se remite a identificar por medio del análisis espacial la correlación de la vulnerabilidad hídrica con los niveles socioeconómicos de la población, en el que la hipótesis plantea una relación entre vulnerabilidad hídrica y el nivel socioeconómico de la población.

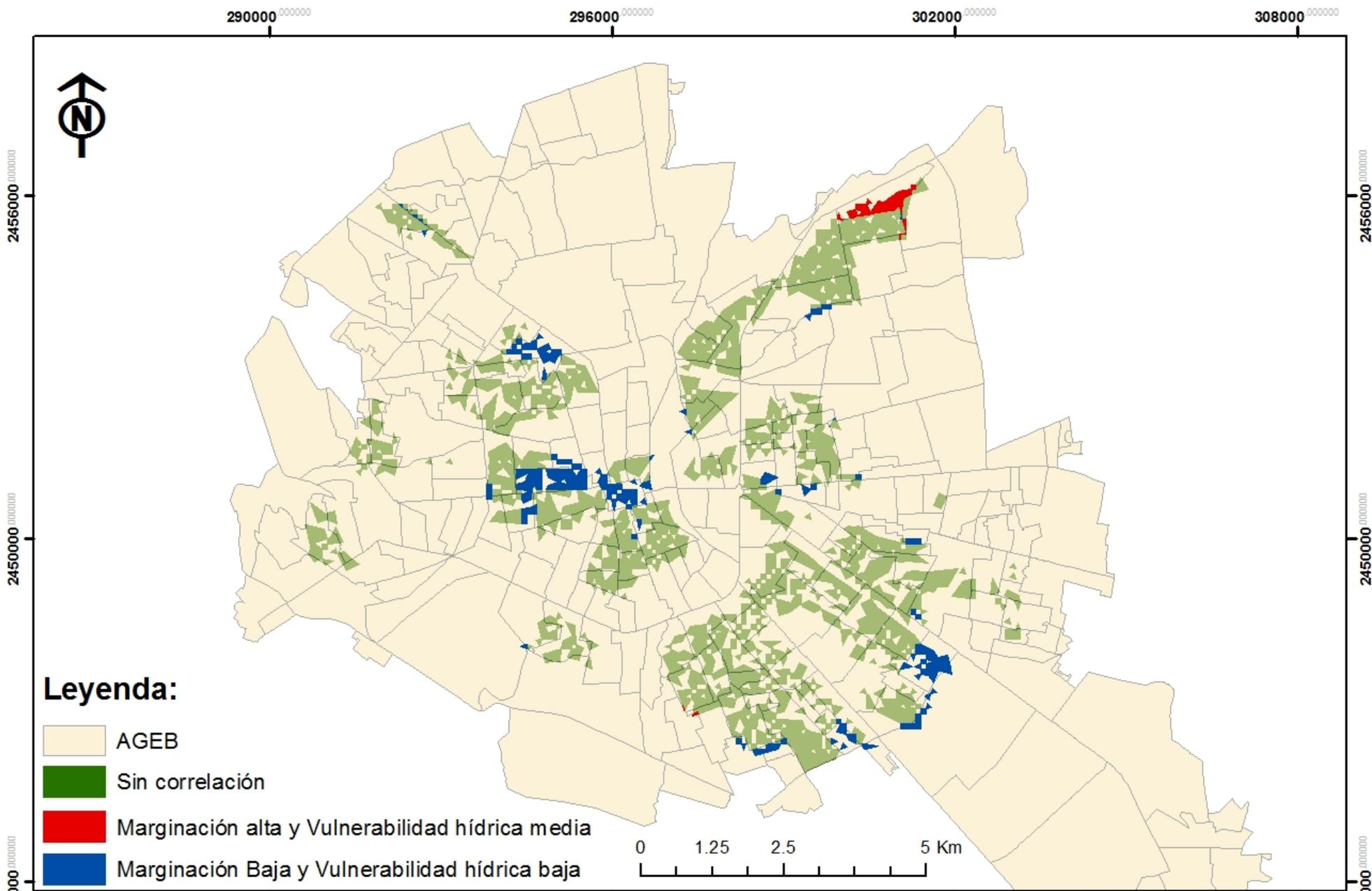
Misma hipótesis que se rechaza, puesto que de acuerdo al planteamiento y desarrollo metodológico no se encontró el resultado esperado, es decir, una correlación entre pobreza, marginación o bajo nivel socio-económico con la vulnerabilidad hídrica.

La hipótesis y el objetivo general de la presente investigación apuntaban a una correlación entre las variables citadas anteriormente, a partir del supuesto de poder predecir los cambios y comportamiento de una variable hacia la otra.

En siguientes apartados (consideraciones finales) se retoma este aspecto, se discuten además, las posibles causas que conllevaron a encontrar estos resultados.

Se plantea además, una serie de consideraciones finales como posibles estudios a futuro; de igual manera, surgen nuevas cuestiones relacionadas con el problema de la investigación así como aspectos que de haber sido posible considerarlos dentro de la investigación posiblemente hubieran arrojado una mayor precisión de los resultados.

Mapa 7.1. Correlación espacial entre Marginación urbana y Vulnerabilidad hídrica en la ZM SLP-SGS



Leyenda:

- AGEB
- Sin correlación
- Marginación alta y Vulnerabilidad hídrica media
- Marginación Baja y Vulnerabilidad hídrica baja



Proyección: UTM
Datum: NAD 1927
Zona: UTM 14

Elaboró: Geog. Guillermo Sigrifido Stevens Vázquez

Capítulo 8

Discusión

Dinámica de la población

Los datos estadísticos muestran la tendencia de crecimiento demográfico que ha alcanzado la cifra del millón de habitantes (según INEGI) que revela la mayor necesidad de servicios básicos como salud, acceso al agua, vivienda y espacios recreativos. Conlleva además, una mayor demanda de agua que contrasta con una disponibilidad en decremento.

En el caso del acceso al agua, la disponibilidad se encuentra comprometida, debido a que la principal fuente de acceso al agua (acuífero) cuenta con niveles de abatimiento severos por la sobre explotación a la que ha estado sometido, en una competencia que se torna más aguda por el acceso al servicio, escenario contradictorio al querer las autoridades locales posicionar a la ciudad como uno de los principales focos industriales del centro del país, el cual, según publicaciones especializadas en el tema, es una de las zonas más estratégicas del mundo en materia de inversión.

La zona industrial es el principal factor de crecimiento de la ZM SLP-SGS, cuyo crecimiento demográfico se puede atribuir a factores variados como la llegada de población de otros lugares que llegan en busca de empleo o de mejorar su calidad de vida o hasta el mismo incremento natural de la población local. Crecimiento que demanda todo tipo de servicios, en el caso del agua el escenario se torna conflictivo al aumentar la población y aumentar la presión sobre el recurso hídrico.

Crecimiento urbano

El espacio no crece si no hay quien lo habite; vínculo entre el incremento demográfico y el espacial. La falta de planificación es visible en los patrones de crecimiento urbano, no existe una traza lógica en la morfología de la misma. Si bien, a determinados grupos inmobiliarios se les atribuye el trazado de la ZM SLP-SGS, por medio de la especulación (Moreno, 1998; Stevens, 2008), la tendencia demanda la construcción de espacios habitacionales dedicados a todo tipo de niveles socioeconómicos: vivienda para los grupos de bajo nivel de ingresos hasta viviendas para los grupos de alto nivel adquisitivo.

Si bien, la planeación urbana comenzó desde el año 1993, en la realidad es que la ineficacia de los planes urbanos ha caracterizado a las ciudades de México (Téllez y Olivera, 2005), en la que solo han salido beneficiados ciertos sectores de la población, tal como lo declaran Bassols y colaboradores (1992: 21): *“Pero es en el Tercer mundo, en especial en aquellos países donde reina el autoritarismo y los “remedios sociales” tratan de imponerse por decreto, sin una abierta discusión política y sin tomar en cuenta a las partes que integran el todo nacional o regional, es ahí donde resulta difícil*

Discusión.

hablar de procederes democráticos para enfrentar los males sociales o las imperfecciones del sistema político ”.

El proceso de crecimiento urbano ha sido acelerado, sobre todo a partir de la década de 1970, como consecuencia de la industrialización de la época, es hasta la década de 1980 que se metropoliza al municipio vecino de Soledad de Graciano Sánchez, aunque desde el año 1993 el crecimiento del área de estudio adquiere más intensidad, específicamente hacia la zona Este; hacia el año 2011 destaca la zona noreste y suroeste, la primera dirección por medio de fraccionamientos dirigidos a sectores socioeconómicos medio y bajo, mientras que la segunda dirección lo es hacia los sectores socioeconómicos altos.

Al existir una dinámica de cambios de uso de suelo derivada del crecimiento espacial, se trata así de zonas urbanizadas que anteriormente eran campos agrícolas, muchos de los cuales aún perduran y es posible encontrar una dualidad o transición entre el suelo ejidal y la urbanización, principales elementos del paisaje en la zona noreste del área de estudio. Otro aspecto importante radica en la pulverización del espacio, es decir, no se cuenta con una traza lógica (geométrica) además que muchos de los fraccionamientos urbanizados en zonas anteriormente agrícolas cuentan con procesos pendientes para su regularización ante el municipio, de lo cual derivan problemas relacionados con los servicios básicos, entre ellos el acceso al agua y drenaje. Esto en un escenario de viviendas dirigidas principalmente a sectores socioeconómicos medio, medio-alto y bajo.

Si bien la infraestructura y el mismo equipamiento urbano cuentan con relativa importancia, la vivienda emerge sobre ellos por ser el lugar de vida de los habitantes. Además de las características propias que le convienen todo tipo de aspectos, como su localización, acceso a los servicios y los materiales de construcción. La vivienda es uno de los principales elementos de la morfología. La oferta de vivienda es amplia en la ZM SLP-SGS, gran parte de esa oferta se concentra en la zona Este del área de estudio, específicamente en dirección Noreste, zonas del municipio de Soledad de Graciano Sánchez, es decir, las direcciones de la urbanización están al este-noreste del área de estudio, aunque destaca también la dirección de urbanización hacia las zonas suroeste (área de la Sierra de San Miguelito) y en dirección sureste sobre el eje de la zona industrial.

El crecimiento urbano de la zona sur de la ZM SLP-SGS, es de forma dinámica y contrasta con el resto de desarrollos habitacionales de la ciudad, debido a que se trata de los sectores de alto nivel adquisitivo. Escenario en el que la urbanización avanza sobre el pie de monte de la sierra de San Miguelito, barrera orográfica que cumple con la función de ser la principal zona de recarga de los mantos acuíferos.

Discusión.

La apropiación del espacio urbano por parte de los grupos de alto nivel adquisitivo refiere a los avances de la urbanización históricos de la ciudad, que se han trasladado en dirección centro-suroeste. La lógica de construcción en esta zona, radica en el factor localización-distancia. Es decir, la zona cuenta con la mayor concentración de todo tipo de servicios, equipamiento urbano, infraestructura, además de ser comunicada con la zona industrial por medio de vías rápidas como el anillo periférico. Cuenta además, con relativa cercanía al parque urbano más grande e importante de la ciudad: el parque Tangamanga 1.

La sierra de San Miguelito es la barrera orográfica localizada al sur-suroeste de la ZM SLP-SGS, en su extensión central cuenta con vegetación boscosa, generalmente del grupo de Encinos. Es la zona más importante en la recarga del acuífero de la zona, lo cual eleva su gran importancia ambiental. Las pendientes de la zona parecen no representar problema para el avance la urbanización, la cual ha traído consecuencias como una mayor escorrentía en época de lluvias, debido a que elevados caudales de precipitación ahora bajan hacia las zonas más bajas y planas de la ciudad, que derivan en problemas de inundaciones en colonias aledañas.

Análisis morfológico (usos de suelo)

No existe una lógica de zonificación de los usos de suelo en la ZM SLP-SGS. Si bien, el crecimiento espacial de la misma ha sido de forma no planificada, esto deriva en problemas de zonificación, debido a que es posible encontrar un espacio urbano mixto en sus usos de suelo. Desde tiempos anteriores, la ciudad ha contado con determinadas áreas agrícolas, de los cuales, muchos espacios ahora forman parte del espacio urbano de la ciudad, derivado del proceso de crecimiento espacial ha existido la tendencia de cambios de uso de suelo agrícola a urbano.

Actualmente, la zona Este de la ZM SLP-SGS presenta una transición entre lo rural y lo urbano, las áreas agrícolas y las zonas urbanizadas, debido a procesos de especulación inmobiliarios, que obtienen terrenos de bajo coste que al ser urbanizados elevan su valor, lo cual se traduce en una especie de invasión-sucesión, visible por medio de paisajes agrícolas-urbanos.

En el caso de las zonas industriales, se encuentran localizadas por lo general en zonas periféricas, las cuales han quedado integradas ahora al paisaje urbano, derivado del proceso de crecimiento espacial, caso de la planta Minera México, la cual ha sido rodeada por los fraccionamientos de Morales en la zona oeste de la ZM SLP-SGS, actualmente, las torres de las chimeneas de la planta son un componente del paisaje urbano. Hacia la zona sureste, en el eje de la carretera con rumbo a la ciudad de México, destacan los polígonos de la principal zona industrial, frente a la cual

Discusión.

destacan las construcciones de fraccionamientos e infraestructura. Como síntesis, no existe una zonificación de los usos de suelo, a pesar de la existencia de planes de ordenamiento urbano, estos han quedado únicamente como planes de diagnóstico que distan mucho de la realidad de la ZM SLP-SGS. A través del tiempo y aunado con el crecimiento espacial de la misma, dichas zonas industriales y agrícolas han quedado integradas al paisaje urbano.

Caracterización socioeconómica por AGEB urbana

Población total

Hacia el año 2005 INEGI contabiliza a 957,753 habitantes en la ZM SLP-SGS, mientras que por su parte INTERAPAS estimó una población de 965,012 habitantes urbanos en ese mismo año. Es así que la sección este de la ZM SLP-SGS presenta la mayor tendencia de crecimiento urbano acelerado, por medio de grupos de nivel adquisitivo medio y bajo. En el mapa de AGEB de población total revela la alta densificación de los desarrollos habitacionales, con valores de hasta 8776 habitantes por AGEB, muy en contraste con los localizados en la zona suroeste de la ciudad, con rangos de medio a bajo (de 5850 a 2,926 y 2,925 a 1 respectivamente). Un posible contraste bien podrían ser las dimensiones de la vivienda y el promedio de sus ocupantes, debido a que en esta zona están asentados los grupos de alto nivel adquisitivo. Destaca además, la zona noreste, cabecera municipal de Soledad de Graciano Sánchez. En síntesis, este mapa revela las zonas en las que hay una mayor concentración de población urbana; aunque la dimensión del tamaño de los AGEB es un aspecto que tiene que ver, coincide con la zona más dinámica en cuestión de crecimiento espacial y zona de apropiación espacial de grupos de nivel adquisitivo medio a bajo. Los valores altos coinciden con el alto número de tomas (más de 3000) por colonia.

Población ocupada en el sector secundario

Las actividades industriales son el vínculo hacia los modelos de producción en la economía global, de esto depende mucho el crecimiento y la potencialidad de una ciudad. En el caso de la ZM SLP-SGS es un factor de vital importancia para comprender su estructura actual. Industrialización relacionada con empresas de productos químicos, metálicos y derivados del petróleo, procesadoras de alimentos y textiles, así mismo relacionadas con el sector automotriz. Generalmente cuando se habla de las condiciones para el establecimiento de una industria, esta tiene mucho que ver con la mano de obra, la cual puede ser especializada en rubros específicos.

Discusión.

En el caso de San Luis Potosí, las autoridades del estado y la misma ciudad se encargan y compiten con otras ciudades por atraer distintos tipos de inversión. En el caso de la distribución espacial de la población ocupada en el sector industrial, resalta la sección este de la ZM SLP-SGS con un rango medio (hasta un 54% de la población del AGEB), hay que mencionar que muchos de los fraccionamientos ubicados en esta zona cumplen con la lógica de localización de los grupos de trabajo en la zona industrial. Es importante mencionar que a lo largo del anillo periférico en su sección este, rumbo al norte, presenta un importante corredor industrial, aledaño a zonas habitacionales.

Destacan algunos AGEB al norte y oeste de la ZM SLP-SGS. En el caso de la zona norte, dentro de los programas de desarrollo urbano de la ciudad se cuenta con planes de establecer y re-localizar algunos establecimientos industriales hacia esta zona; además, en este sector destaca la presencia de ladrilleras, muchas de las cuales operan en la ilegalidad y por lo general, utilizan métodos de trabajo que generan altos índices de contaminación atmosférica. Actividades que en algunos casos son la fuente de trabajo e ingreso de la población local. En el caso de la zona oeste, la presencia de la minera México habla de la zona de trabajo de población aledaña.

Hacia la zona sur de la ZM SLP-SGS, algunos AGEB muestran altos niveles de población ocupada en este sector (valores que alcanzan hasta un 82% de la población del AGEB), esta zona destaca por su carencia de algunos servicios, referidos más adelante; se trata de una zona de bajo nivel adquisitivo y con alto grado de marginación.

En la zona sureste de la ciudad destacan los AGEB pertenecientes a la localidad de Villa de Pozos, según la información, un alto porcentaje de la población local se ocupa en actividades industriales, debido a la relativa cercanía con la zona industrial de la ciudad.

En el caso de los AGEB con porcentajes bajos (hasta un 27% de la población del AGEB), resalta la zona centro-oeste, centro-suroeste de la ciudad, zona que concentra la localización de un elevado porcentaje de las actividades relacionadas con el sector terciario en la ZM SLP-SGS, además de ser la zona de mayor nivel adquisitivo. Justo como afirman Harner *et al* (2002) las zonas industriales, por lo general siempre están localizadas en el lado opuesto a las zonas de clases altas.

Población ocupada que recibe menos de un salario mínimo mensual de ingreso por trabajo

Los datos obtenidos por INEGI en materia de ingresos, revelan que la localización de la población ocupada que recibe menos de un salario mínimo mensual por trabajo, se encuentra en las zonas norte, noreste, sur, centro y suroeste de la ZM SLP-SGS.

Destaca el factor de la localización periférica, generalmente población de bajo nivel adquisitivo, aunque destaca también la zona centro. En la que, es posible encontrar también viviendas en mal estado, aunque esta es una variable referida más adelante.

El caso de la zona centro revela ciertos sectores de la población que no fueron desplazados, se trata de zonas que han quedado de cierta forma *atrapadas* dentro de la ciudad, justo como el caso del AGEB localizado en la zona suroeste, el cual incluso presenta un elevado porcentaje en esta categoría. Los cinturones de pobreza por lo general están en zonas “*ocultas*” dentro del mismo espacio de la ciudad (Méndez, 2006), con un alto nivel de contraste, debido a que, en el caso de los AGEB del sur de la ciudad, están delimitados en zonas aledañas a grupos de alto nivel adquisitivo. Justo en la zona suroeste, está localizada también la zona más importante de servicios de la ciudad.

Población ocupada que recibe más de 5 salarios mínimos mensuales de ingreso por trabajo

El mapa de la población ocupada que recibe más ingresos, presenta patrones muy visibles y localizables a simple vista. Que corresponde de la zona centro en dirección hacia el oeste de la ZM SLP-SGS, justo sobre el eje de la Avenida Venustiano Carranza, una de las avenidas más importantes, que además concentra una gran cantidad de servicios de todo tipo, desde los bancarios hasta todo tipo de comercios.

Esta zona es la que concentra los principales conglomerados del área de servicios de la ciudad, además de la mayor concentración también de equipamiento urbano y el parque urbano más importante de la ciudad. Los AGEB con los porcentajes más altos (hasta un 76% de la población total del AGEB) fueron localizados en el extremo oeste de la ciudad, lado opuesto de las zonas de trabajo industrial (Harner *et al.*, 2002), además, los resultados coinciden con la distribución del equipamiento urbano en la ZM SLP-SGS. Los resultados mostrados en este mapa revelan el patrón de desplazamiento que han seguido las clases altas a través de los años en la ciudad. Destaca el hecho que ninguno de los AGEB con los porcentajes más altos esté en la zona centro o en una zona intermedia, sino justo en el extremo oeste de la ciudad.

Destacan además, los AGEB localizados en el eje de la carretera 57 con rumbo a las ciudades de Querétaro y México, zona que concentra actividad de servicios, como la

Discusión.

presencia de sucursales bancarias, supermercados y hoteles, por citar algunos ejemplos. Lo cual indica que en esta zona existe un nivel importante de población con alto nivel adquisitivo (valores de hasta un 50% de la población total del AGEB). Aspecto que además se evidencia en el mercado inmobiliario, debido a la oferta de viviendas destinadas a sectores socioeconómicos medio a medio-alto.

El resto de la ZM SLP-SGS se encuentra en un rango bajo (hasta un 25% de la población total del AGEB); en el que se distinguen dos AGEB, uno de ellos hacia la zona noroeste, rumbo a la carretera a Zacatecas y el segundo en el extremo este, en el eje de la carretera a Río Verde. Que bien puede tratarse de fraccionamientos destinados a pobladores de niveles adquisitivo medio.

Viviendas particulares con techos de materiales ligeros, naturales y precarios

La distribución espacial de esta variable tuvo cuatro zonas principales de localización. La primera de ellas y quizás la más representativa, la zona centro de la ciudad, con valores de un 30% hasta un 46% del total de las viviendas por AGEB. Esta zona es actualmente lugar de viviendas antiguas, así como residencia de población de bajo nivel adquisitivo. Resalta además por ser localizada en una zona que concentra gran actividad comercial y de servicios, además de monumentos históricos y numerosos jardines. Quizás la razón de ser de estas viviendas sea el abandono, justo como se mencionó anteriormente, los grupos sociales en la ciudad se han desplazado hasta dejar el centro de la ciudad como un lugar de identidad, además de contener zonas que han quedado ocultas de los elementos mencionados antes. En lo que emerge actualmente zonas ocupadas por unidades habitacionales de tipo vecindad.

En el caso de los AGEB localizados en las zonas oeste, este y sur (con valores de 30% a 46% del total de las viviendas por AGEB) refiere a zonas periféricas alejadas de los servicios, en donde además, por medio de la ilegalidad existen asentamientos irregulares. Estos AGEB evidencian además la localización de grupos de muy bajo nivel adquisitivo, esto al contar con materiales de tipo precario en la vivienda, uno de los principales satisfactores (Padilla y Sotelo, 2002).

Viviendas particulares con drenaje conectado a la red pública

Uno de los indicadores más importantes para medir la eficiencia de un sistema operador de agua es precisamente la cobertura de abasto y drenaje en su determinada área de operación. En el caso de INTERAPAS, este cuenta con una cobertura de alcantarillado del 90%, el cual, si bien es alto, en materia ambiental y de desarrollo social no es suficiente.

Discusión.

Debido a que ese 10% restante emerge como un componente serio en una problemática en la que se cuestiona: ¿a dónde va esa agua residual? Lo cual bien puede ser una importante fuente de contaminación hacia el acuífero somero, el cual, como se ha mencionado antes, cuenta con altos niveles de contaminación debido precisamente, a fallas e ineficiencias en el sistema de drenaje, además de estar continuamente en recarga debido a las fugas de la red de distribución del agua.

Al representar espacialmente esta variable, destacan la mayoría de los AGEB de la ciudad por alcanzar porcentajes de hasta el 100% en la clasificación, panorama muy distinto en los AGEB localizados en la zona norte y noreste, oeste y sur: las zonas periféricas, además de un AGEB localizado en la zona sureste, en la localidad de Villa de Pozos. Los cuales cuentan con niveles medio a bajo en la clasificación (los valores oscilan entre un 33% y un 66% del total de las viviendas), coincide además, con la localización de grupos de bajo nivel adquisitivo. Evidencia además, la poca eficacia de los planes de cobertura de alcantarillado y drenaje hacia las zonas periféricas de la ciudad, incluso, cuando en estas zonas están localizadas plantas de tratamiento residual.

Es justo en estas zonas, que es posible encontrar canales de aguas residuales a cielo abierto, los cuales traen problemas de contaminación a las zonas aledañas por los malos olores y el potencial contaminante que contienen.

Otra de las posibles causas, en especial en la zona noreste, radica en la compra de los lotes, que en la mayoría de los casos eran propiedad ejidal y no presentan trazados geométricos, además de serias irregularidades en el proceso de entrega y reconocimiento por parte del municipio. Además de falla en la conexión a la serie de servicios e infraestructura. Además, esta zona (noreste) cuenta con altos niveles de densidad de población y la tendencia de construcción de desarrollos habitacionales es muy dinámica. Este mapa, indica claramente las zonas clave para los planes hidráulicos en materia de alcantarillado y drenaje.

Viviendas particulares que solo disponen de drenaje y agua entubada

Según informes de INTERAPAS, la cobertura de agua potable alcanza el 97%, el mapa con esta variable refleja lo mismo que los anteriores, los AGEB periféricos, zonas norte, noreste y sur; además de otro localizado en Villa de Pozos, alcanzan valores medios en cuanto a esta variable, evidencia de la falta de cobertura en esas zonas.

Muchos terrenos de esta zona han sido comprados y fraccionados, justo es en esta zona en la que el crecimiento urbano ha sido más dinámico que en cualquier otro punto de la ZM SLP-SGS. Suceso del cual deriva una serie de problemas, ya que

Discusión.

generalmente al ser trazados los lotes y aún construidos, las obras de urbanización, entiéndase por esto, conexión a las redes de drenaje, agua potable y electrificación. Llegan hasta después debido a irregularidades entre los constructores y el municipio en cuestión. Esta es sin duda la realidad que atraviesan algunos fraccionamientos, sobre todo en las zonas periféricas, que se traduce en población sin acceso al agua, infraestructura eléctrica, drenaje y en otros casos, pavimentación de las vías de acceso.

Explicar la estratificación socioeconómica de una ciudad puede llegar a ser un trabajo de gran dimensión. Debido a la gran cantidad de variables que tienen que ser consideradas dentro de dicho estudio; en el caso de las ciudades latinoamericanas, esto emerge debido a las grandes contradicciones en los procesos de producción económica e industrial. Obedece también a cuestiones demográficas, en el que se deben incluir variables como la inmigración. Debido a que este proceso se ha caracterizado por ser clave en el crecimiento espacial de las ciudades, en el que generalmente, la población llegaba de zonas rurales en busca de trabajo. Mismos sectores que han hecho apropiación del espacio, proceso que continúa hasta la actualidad.

Proceso que no es derivado de tiempos contemporáneos, sino que obedece a la evolución de un contexto histórico. En el que conforme fue la expansión de la ciudad, los mismos grupos socioeconómicos (de forma muy particular entre si) han formado parte de un proceso de desplazamiento, los grupos de alto nivel adquisitivo a las zonas mejor localizadas; mientras que la opción de las clases bajas generalmente, hacia las peores zonas propensas a inundaciones y a las zonas industriales (Gilbert, 1997; Méndez, 2006).

El ciclo de la pobreza trata de cómo la desigualdad social emerge como una de las herencias de la mala distribución de la riqueza, en este caso protagonizado por los grupos de bajo nivel adquisitivo de la ciudad. Ciclo que además muestra la realidad en cuanto al estilo de vida, donde son reflejadas las carencias a las que están sujetos, en dicho ciclo se tratan otras cuestiones, desde el económico en referencia al empleo, la mala calidad de la vivienda (como elemento de segregación) y al final como resultado situaciones como delincuencia y desde luego nervios y tensión por parte de sus pobladores.

Escenario en el que la vivienda emerge como elemento de la segregación social, debido a razones de acceso a la misma. Los grupos de bajo nivel adquisitivo cuentan únicamente con opciones bastante localizables de los sitios en donde poder acceder a una vivienda. Al respecto, Harvey (1979: 139) afirma *“Si consideramos ahora la elección de residencia que se ofrece a dos tipos de población (uno rico y otro pobre)*

Discusión.

en relación con un centro de puestos de trabajo, podemos predecir donde vivirá cada uno de esos grupos con solo examinar la estructura de sus curvas de renta licitada”.

El caso de la gran urbanización hacia la zona noreste y norte trata de un intento de reubicación de los grupos de ingresos bajos en la ZM SLP-SGS, es una muestra de cómo el estado favorece tal patrón de desplazamiento.

La estratificación socioeconómica de la ciudad revela la polarización social de sus habitantes, con una serie de factores enlazados entre sí. Es decir, existe un alto nivel de diferencias entre las colonias de la ZM SLP-SGS, tal como lo muestra la información de los mapas en cuestión de ingresos, equipamiento urbano, marginación, cobertura de agua y alcantarillado. En el que en cada uno de ellos destaca el nivel de contraste, aunado además a procesos de gestión local del agua y a las agendas de gobierno de cada uno de los municipios integrantes de la Zona Metropolitana. A considerar también los procesos de la producción de la vivienda que obedecen a una especulación y el trazado de la misma ciudad se debe a un grupo de inmobiliarios bien establecidos en el área de estudio. La conjugación de las variables anteriores da un sistema de gran complejidad llamada ciudad, de la que derivan una serie de contrastes muy visibles en los paisajes urbanos.

La marginación urbana

Una de las herencias históricas de las ciudades en México es la pobreza, como una mala distribución de la riqueza de la población. Aspecto abordado desde varios enfoques y disciplinas como la Geografía, la cual presenta aportes por medio de la representación espacial, que permite identificar los patrones de su localización y su respectiva lógica. Autores como David Harvey destacan en los estudios urbanos por aplicar el análisis marxista, esto en su obra *Urbanismo y desigualdad social* (1979), en el que se refleja las distintas clases sociales de la ciudad y sus respectivos roles en la ciudad, al mismo tiempo, se presenta a la pobreza urbana como una consecuencia y al mismo tiempo algo perpetuado por el mismo sistema de producción capitalista.

Actualmente, la pobreza, continúa como un elemento en las agendas internacionales y pieza clave dentro de los discursos políticos, además de planes y programas por parte de organismos de la talla de las Naciones Unidas. También se le vincula con la problemática ambiental que se vive actualmente en las ciudades.

Es así que emerge el concepto de *marginación*, el cual según CONAPO es un *fenómeno estructural que se originó de acuerdo al patrón histórico de desarrollo, en el que se expresa la dificultad para propagar el progreso técnico en el conjunto de la estructura productiva, además de la exclusión de grupos sociales del proceso de desarrollo y del disfrute de sus beneficios* (CONAPO, 2005).

Discusión.

Esto aunado a una precaria estructura en la que los ciudadanos y sus familias son expuestos a privaciones, riesgos y vulnerabilidades sociales. La marginación tiene un carácter multidimensional y es una medida resumen que permite diferenciar el impacto global de las carencias que padece la población, esto como resultado de la falta de acceso a la educación, residencia en viviendas inadecuadas, ingresos monetarios insuficientes así como la residencia en localidades pequeñas. Así, según CONAPO, el índice de marginación considera cuatro dimensiones estructurales de la marginación, además de identificar nueve formas de exclusión y mide la intensidad espacial como porcentaje de la población que no participa en el disfrute de los bienes y servicios esenciales para el desarrollo de sus capacidades básicas.

Resalta a simple vista que aunque la mayoría de los AGEB presentan un índice bajo, los AGEB con grados alto y muy alto son de mayores dimensiones, generalmente localizados en las zonas norte, noreste y sureste de la ZM SLP-SGS.

Otro de los aspectos que resaltan de la representación de la marginación recae en la localización de los AGEB con rango muy bajo, ya que, en dirección norte-sur en el centro de la ciudad existe una serie de AGEB con rango bajo, se deja así a los AGEB con rango muy bajo sectorizados. El primero de ellos, al tomar el centro hacia dirección oeste, hasta el extremo suroeste, y al norte hacia los límites de lo que corresponde a la colonia Industrial Aviación. La segunda zona, sigue el eje de la carretera a México, así mismo, hacia el norte en el eje a la salida a Monterrey, caso de los fraccionamientos destinados a clase media y media alta localizados en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez.

Si bien, hacia el año de 1993 comenzó por decreto la planeación urbana en la ZM SLP-SGS, uno de los principales retos era dotar a la ciudad de un crecimiento ordenado y planificado, que fuera capaz de dar respuesta a los retos que suponía la ciudad en aquella época. Actualmente, el paisaje del municipio de Soledad de Graciano Sánchez, está compuesto por zonas agrícolas y desarrollos habitacionales. El caso de la intensificación de la urbanización en esta zona, refiere a procesos de relocalización y de reproducción de los espacios en los que los sectores bajos deben vivir (Harvey, 1979). El mapa de marginación elaborado por CONAPO muestra la mayor parte de los AGEB de este municipio con un significativo grado de marginación que va de la clasificación bajo a muy alto. ¿Qué reflejan realmente estos datos? Que elevados porcentajes de la población que vive en este sector de la ZM SLP-SGS no cuentan con buen acceso a servicios, educación e ingresos (según las variables tomadas por CONAPO).

El mapa de CONAPO muestra una periferia de la ZM SLP-SGS con niveles de marginación, zonas límite a las que los servicios básicos aún son insuficientes. Caso

Discusión.

de la zona norte, noreste, sur y sureste. En el caso del centro de la ciudad, zona de servicios y de identidad común, destaca el patrón de la distribución de la marginación urbana en dos direcciones: norte y sur. Los cuales se intensifican según la distancia al centro, proceso de consolidación que ha perdurado a través de la historia de la ciudad. El mapa revela la polarización social de las ciudades en México, así como la tendencia de desplazamiento de las mismas. Justo en direcciones opuestas, de acuerdo a la localización de los servicios y de las zonas de trabajo. Escenario en el que la segregación bien corresponde a la división social del espacio urbano (Cordera *et al.*, 2008).

Una de las posibles críticas sobre la estimación de la marginación urbana elaborada por CONAPO, recae en el hecho de no haber considerado el factor ingresos (como si se realizó a nivel AGEB en este trabajo de tesis). Tampoco lo hace con la cuestión del entorno local, es decir, cantidad de rutas de acceso de transporte público, nivel del equipamiento urbano, si es una zona vulnerable a inundaciones o algún tipo de contaminación aledaña o fuentes de empleo.

Se basa además en valores estadísticos que han sido previamente clasificados según distintos métodos de representación, muy de acuerdo a los objetivos y visión de alguien más (Cordera *et al.*, 2008) que por lo general no representa la visión de este sector de la población.

Disponibilidad y demanda de agua

La disponibilidad de agua en la ZM SLP-SGS depende de las aguas superficiales y de las aguas subterráneas. Disponibilidad que no es estática, al menos en el caso de las aguas superficiales, representadas por las presas. Debido a la distribución de las precipitaciones a lo largo del año. El clima en la ZM SLP-SGS presenta una estación marcada de lluvias, descargadas en el periodo de los meses de junio a octubre, mientras que el resto del año se llega a límites críticos en las presas de la zona.

De acuerdo a los datos obtenidos en el área de estudio se cuenta con un buen nivel de disponibilidad de agua, según parámetros del Consejo Consultivo del Agua. De los datos obtenidos, destaca el año 2008 con un descenso, aunque en los siguientes dos años vuelve a incrementarse. Esto refleja únicamente un promedio, según el cual, en teoría, la población de la ZM SLP-SGS no debería verse afectada en su calidad de vida, en referencia al acceso al agua. Aunque, en la realidad, esto no es precisamente así, es decir, no hay una distribución equitativa del recurso hídrico. Además, hay que considerar que una de las consecuencias de la red obsoleta, radica en las pérdidas de importantes volúmenes de agua que se pierden y desperdician y que llegan a alcanzar casi un 42% del total (Cirelli, 2004).

Discusión.

Al tomar como referencia el dato de las pérdidas por fugas, el tabulador final de la disponibilidad de litros de agua por habitante por día cambia drásticamente (Tabla 8.1.), esto si además se consideran factores como fallas en los sistemas de pozos, reparaciones de tuberías y niveles bajos en las presas, que da como resultado la tipología tan variada de servicio por colonia en la ciudad. Aspecto que será referido posteriormente.

Esta situación genera serios problemas hacia INTERAPAS, debido a los costes que conlleva la perforación de los pozos, el mantenimiento a la red, así como los procesos químicos a los que se somete el agua, en el que el escenario final conlleva a una pérdida del recurso hídrico. Además de las pérdidas financieras conlleva el problema por la pérdida de facturación de los volúmenes de agua (COTAS, 2005).

Año	Volumen producido de agua	Población total	Litros por habitante por día
2004	97074000	953098	279
2005	98321000	965012	279
2006	99355000	977075	278
2007	99974000	989288	276
2008	99585265	1020945	267
2009	103227112	1037280	272
2010	105681689	1034839	279
2011	107939135	1076184	274

Tabla 8.1. Disponibilidad de agua en la ZM SLP-SGS en litros por habitante por día. (Elaboración propia con datos de INTERAPAS, 2011; en base a parámetros del Consejo Consultivo del Agua AC).

Según Ávila (2002) la vulnerabilidad hídrica puede medirse en cuatro niveles, el primero de ellos conlleva a la capacidad de mantener las actividades económicas, y es en el caso de la ZM SLP-SGS que la industria ha jugado un factor determinante como motor principal de crecimiento, esto al coincidir las fechas de creación de las mismas en la ciudad en los años de 1963 y 1981 respectivamente y los intentos por proteger al acuífero, en los años de 1961 y finales de la década de 1980, con el fin de garantizar la disponibilidad del recurso hídrico a las actividades industriales, las cuales, han legado a ser un fuerte problema ambiental por el mal uso y manejo de las aguas residuales producidas. Con la entrada de México al Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá, únicamente 26 ciudades del país han sido beneficiadas (Gilbert, 1997; Méndez, 2006), ninguna de ellas está localizada al sur de la ciudad de México (Garrocho y Sobrino, 1995). En el caso de la ciudad de San Luis Potosí, las dos zonas industriales experimentaron un gran dinamismo respecto a las expectativas derivadas de dicho tratado

La limitación de la disponibilidad de agua y su respectivo abasto son el segundo y tercer nivel respectivamente, al haber una limitación en la disponibilidad de agua se

Discusión.

llega a un conflicto de presión sobre el agua, los agentes involucrados entran en competencia por acaparar el recurso hídrico. Actualmente los patrones de demanda de agua van al alza, debido al aumento demográfico y espacial de la zona urbana, además de las necesidades industriales, disponibilidad además comprometida, debido a las condiciones de las precipitaciones a lo largo del año, la sobre explotación del acuífero y las pérdidas por fugas, aspectos vinculados en gran manera al abasto de agua, problema que experimentan determinadas colonias de la ZM SLP-SGS.

La situación actual de la ciudad es similar a la experimentada en la época del Porfiriato, cuando la construcción de la presa de San José hizo suponer que sería la respuesta a los problemas, demandas industriales y agrícolas de la ciudad. Según Camacho (2001) fueron los empresarios agrícolas así como habitantes acomodados e inversionistas los principales beneficiados con la construcción de la presa de San José, la cual se llenó por primera vez en el año de 1903. Actualmente, la presa del Realito hace suponer la misma premisa; según la visión de los impulsores del proyecto se trata de una alternativa ante la previa llegada a un escenario de escasez de agua (cuarto nivel), esto bajo un corte tecnócrata que además conlleva la obtención del recurso hídrico de una cuenca alejada.

La escasez del agua es el escenario más crítico, en el que ya se ven comprometidas las actividades económicas, agrícolas y desde luego el doméstico. Aunque, las autoridades en materia hidráulica han fijado toda esperanza en la construcción de la presa el Realito, con el fin de poder garantizar el vital líquido por los próximos 30 años. Las actividades económicas se han mantenido, para ello se ha optado por proyectos como la reutilización de aguas tratadas. La industria de la ciudad es el principal foco de crecimiento. Los balances geo-hidrológicos, los niveles de almacenamiento de aguas superficiales y la urgencia de dar respuesta a proyectos como el tratamiento del agua conllevan a la premisa de una disponibilidad limitada del agua en la ZM SLP-SGS. Si bien, en el presente trabajo de investigación se abordaron los problemas del abasto doméstico, y de acuerdo a los resultados obtenidos, se podría llegar al crítico escenario de escasez de agua, el cual ya determinadas colonias de la ciudad padecen, se destaca la urgencia de modificar los patrones actuales de consumo de agua y apostar por un crecimiento sustentable de acuerdo a las condiciones actuales.

Localización de pozos y volúmenes de extracción

Hacia el suroeste de la ZM SLP-SGS están asentados los grupos de nivel adquisitivo alto, corresponde con la zona abastecida de aguas del sistema de presas San José-El Peaje. Destaca esta zona por no contar con un alto número de pozos como el resto del área de estudio. Más de la mitad de los pozos de la ZM SLP-SGS están

Discusión.

localizados en la sección este, zona de alta densificación poblacional. Y es que el 92% del área de estudio se abastece de esta forma, una cifra aproximada de 920,000 personas dependen de este tipo de abasto.

Así emerge un escenario de vulnerabilidad por explotación de aguas subterráneas, (CNA, 2002) debido a la tendencia mayor de extracción del acuífero, los datos obtenidos en materia de balances geohidrológicos muestran la tendencia a la sobreexplotación, al extraer más de lo que en teoría se recarga anualmente. El agua subterránea es un recurso en el que la tendencia marca un futuro crítico debido a los costes de extracción y la perforación de pozos, que en algunos casos acarrea problemas de contaminación. De seguir con esta tendencia, ¿cuál es el posible escenario a futuro? Un incremento en la vulnerabilidad de la población paralelo al incremento en costos ya que esto obligará a extraer más volúmenes de agua, al mismo tiempo, perforar más profundo y acarrear con los problemas que conlleva, esto será abordado en el siguiente apartado.

Localización y profundidad: rangos de 200 a 1185 metros de profundidad

Desde la década de 1890 se tiene documentado el descenso en el nivel de los pozos, estudios de aquella época concluyeron que en este aspecto intervenían variables relacionadas con la geología y la inclinación del terreno. Además, la ZM SLP-SGS se abastecía por medio de agua del acuífero somero (Camacho, 2001).

Al día de hoy, la extracción de agua subterránea alcanza niveles de profundidad de hasta 1185 metros, lo cual genera a la vez gastos en el mayor incremento de la perforación, monitoreo del pozo, además de los costos de mantenimiento; el peor de los escenarios ocurre cuando por diversos motivos el pozo deja de operar.

Si bien, un elevado porcentaje de los pozos cuenta con una profundidad que va de los 200 a los 500 metros, existen pozos que rebasan los 500 metros, dos rebasan los 600, cinco sobrepasan los 700 metros y el más profundo llega a los 1185 metros.

El caso del pozo del Previo Rivera, localizado en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, alcanza una profundidad de 1185 metros, en el que existe una correlación con el gasto promedio, el cual alcanza los 95.5 lps. Destaca debido a que los pozos aledaños alcanzan profundidades que van de los 200 a los 600 metros. Como referencia, esta zona antes era principalmente una importante zona agrícola, en el que el riego era compartido entre agua de pozo y agua residual. Con los procesos de urbanización referidos anteriormente, el tipo de uso de suelo que trata de imponerse ahora a la zona es de tipo habitacional.

Las zonas norte y sureste cuentan con pozos cuya profundidad oscila entre los 200 y los 300 metros. Los pozos con profundidades de los 400 a los 700 metros están

Discusión.

localizados en la zona centro, justo al oeste del centro histórico de la ciudad, otro de ellos en la zona noroeste, otros más en la zona este, otro en la zona sureste. Entre estos pozos, destacan los localizados en la zona suroeste, debido a la cercanía relativa a la sierra de San Miguelito.

Los niveles de perforación revelan la presión sobre el recurso en la zona, al no poder sostener la demanda de agua para sus distintos usos, habrá otras formas de obtener el recurso, la construcción de presas y acueductos emerge como una solución tecnócrata, por lo general, en la mayoría de casos, se obtiene el recurso hídrico de *alguien más*.

Localización y Gasto promedio: rangos de 6 a 95 lps

El gasto real promedio es una aproximación de la extracción que se hace por segundo en un pozo. Los datos obtenidos, fueron clasificados de acuerdo a tres rangos: bajo, con valores de 1 hasta 32 litros por segundo, el rango medio, con valores de 33 a 64 litros por segundo, mientras que en el rango alto los valores fueron mayores: más de 65 litros, justo el dato más alto corresponde a 95.5 litros por segundo.

Los patrones en su distribución espacial, en el caso del gasto alto, este fue localizado en la sección este de la ZM SLP-SGS, mientras que el patrón de gasto promedio medio está localizado en zonas aledañas a la periferia, a excepción de las zonas norte y noreste. El gasto promedio bajo obtuvo una distribución más uniforme. Aunque, más de la mitad del número de los pozos están localizados en la zona este de la ZM SLP-SGS. La distribución espacial de acuerdo al gasto promedio en el caso del gasto promedio alto, corresponde a pozos localizados en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez; otro de los pozos está localizado al sur, en zonas aledañas al anillo periférico y la zona industrial, zonas de alta densificación poblacional.

La calidad del agua para consumo humano en la Zona Metropolitana

Según estudios realizados por diferentes dependencias de gobierno y por la UASLP, se ha detectado que en la mayoría de los pozos de abastecimiento para la ZM SLP-SGS, el flúor rebasa el nivel de concentración máxima permisible para consumo humano, el cual es de 1.5 mg/l, esto normado en la NOM-127-SSA1-1994.

Al ser un problema asociado a las aguas subterráneas, esto representa un riesgo mayor para la población (aproximadamente 920,000 habitantes).

La vulnerabilidad hídrica en este aspecto no recae del todo en un aspecto de la red o infraestructura como tal, sino en aspectos naturales del acuífero, de agua de determinada edad que se encuentra en constante interacción química con los materiales geológicos del subsuelo. En el que el tratamiento que se le da bien puede

Discusión.

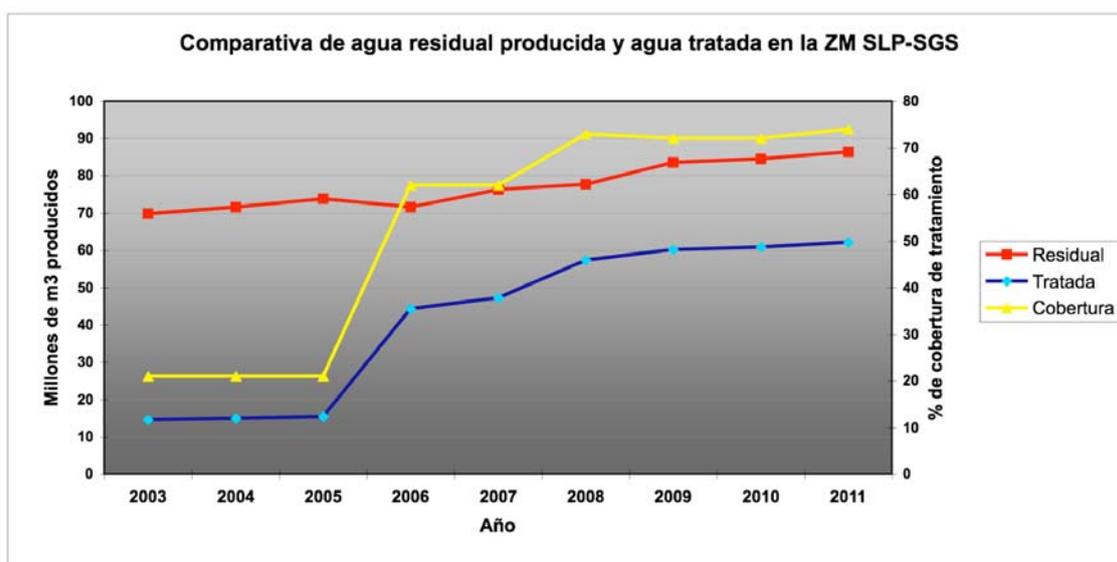
ser la clave para una reducción de dicha vulnerabilidad. El peligro recae en los usos relacionados con la cocina y el consumo directo, riesgo que en teoría disminuye, si ésta es sustituida por agua embotellada.

En el caso de las redes de drenaje y alcantarillado urbano, la falta de planeación y mantenimiento ha sido ineficiente, incluso, aún existen canales de aguas negras a cielo abierto. En el caso de las zonas agrícolas localizadas en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, reciben aguas negras producidas en la ZM SLP-SGS y en temporada de lluvias, por el río Santiago. Se trata de consecuencias ambientales, debido a que el acuífero somero es el que recibe todos los contaminantes de esta agua, por medio de los procesos de irrigación agrícolas en la zona.

Plantas tratadoras de agua (volumen de aguas tratadas)

Según datos de INTERAPAS, el volumen de aguas residuales va al alza, ha alcanzado la cifra de 84 millones de metros cúbicos. De los cuales, la tendencia de tratamiento va al alza también, aunque aún es insuficiente, debido a que en el año 2003 apenas se trató el 21% del agua residual producida, incremento que destaca hacia el año 2006 cuando se alcanzó la cifra del 62% del total. En el año 2008 se alcanzó a cubrir el 73%, tendencia que sigue hasta el año 2010 (Gráfica 8.2.).

El agua tratada es utilizada de forma casi exclusiva para el riego de áreas verdes y riego agrícola. Además de venta a algunos establecimientos industriales.



Gráfica 8.2. (Fuente: INTERAPAS, 2011)

El objetivo de las plantas de tratamiento, recae en la sub-utilización de las aguas en procesos que demanden grandes volúmenes de agua, como la industria y la

Discusión.

agricultura. Se ha tratado de fomentar este tipo de actividades con el fin de poder revertir los efectos negativos de sobre-explotación del acuífero.

Si bien los procesos de tratamiento del agua podrían ser considerados tecnócratas (al poner cierta confianza en la tecnología) al considerar las circunstancias de la zona, es que esta emerge como una de las alternativas más rentables para hacer frente al problema de las aguas residuales. En lo cual, entre los principales beneficios se encuentra un mayor control en las descargas industriales, las cuales, por medio de fomentos y reglamentaciones en el tema, podrían hacer peso para que se tuviera un control ambiental que lograra impedir la descarga y por ende, contaminación derivada del acuífero y del suelo. De igual manera, evitaría los canales de aguas negras a cielo abierto que traen consecuencias a los habitantes de zonas aledañas.

Infraestructura hidráulica

La cobertura de tratamiento es del 73.1%, la de agua potable alcanza el 97% mientras que la de alcantarillado llega al 90%. En el caso de la red de infraestructura hidráulica, muchos de sus tramos actualmente son obsoletos, debido al tiempo útil de vida de los materiales usados.

Misma infraestructura que en temporadas de lluvias pone en evidencia la limitada capacidad, que da como resultado fugas de aguas negras además de encharcamientos e inundaciones en determinados puntos de la ZM SLP-SGS.

En el caso de la información por AGEB, la cobertura de INTERAPAS no alcanza la totalidad de la ZM SLP-SGS, no hay al parecer una coordinación que regule el crecimiento urbano y la dotación de infraestructura. Según datos de INTERAPAS, la cobertura apenas es del 90% ¿qué repercusiones puede traer el restante 10%?.

En materia ambiental habla de volúmenes de aguas residuales que además de no tener un proceso de tratamiento, bien pueden ser transportadas por medio de canales a cielo abierto, o estar conectadas a una fosa séptica. En el peor de los casos, simplemente descargadas en el subsuelo. En materia social, esto va en dirección al caso de la vivienda, en el que se vuelve a poner en evidencia la no coordinación entre desarrollador inmobiliario y operador de agua y drenaje. Aunque, destaca también, que en marcadas zonas de la ZM SLP-SGS, la presencia de asentamientos irregulares o casos en los que localidades fueron *absorbidas* por los procesos de avance de urbanización. He aquí las zonas pendientes en las que el organismo operador debe dotar de los servicios de drenaje. Aunque, en el caso de los asentamientos irregulares inmersos en la ilegalidad e irregularidad dificulta el proceso de ampliación de cobertura. Además, que por lo general se da prioridad a sectores localizados dentro de la ZM SLP-SGS y muy pocos en la periferia de la misma.

Red de distribución del INTERAPAS

Según propias palabras de INTERAPAS, no se cuenta con una sectorización de la red de distribución, aspecto hasta cierto punto contradictorio. Una de las realidades de INTERAPAS, es que al momento de su creación, heredó toda la problemática derivada del manejo del agua en la ZM SLP-SGS, justo el aspecto de la red de distribución llama la atención, debido a que la ciudad cuenta con más de 400 años de antigüedad, y según ha sido el paso del tiempo, esta simplemente se ha expandido.

El centro de la ZM SLP-SGS resalta por la antigüedad de sus edificios, además de ser una zona que concentra un elevado porcentaje de servicios, así como rutas de transporte, además, cuenta con la mayor antigüedad en la red de distribución y monumentos históricos (impedimento hasta cierto punto para las obras que modernización y reparación de la misma red). El escenario de la ZM SLP-SGS recae en una red de distribución obsoleta debido a la conjugación de varios aspectos como:

a) Antigüedad

Todo material cuenta con un periodo de vida útil, en el caso de la red de distribución, esta simplemente es obsoleta, si bien, ha habido obras de modernización, esta ha sido insuficiente para cubrir el problema en su totalidad.

b) Calidad de materiales empleados

La calidad de los materiales empleados va de la mano con la vida útil que puede llegar a tener un material. Este es un aspecto negativo debido a que en la mayoría de los casos, no son empleados materiales que puedan garantizar una alta durabilidad, esto depende de las políticas de los constructores.

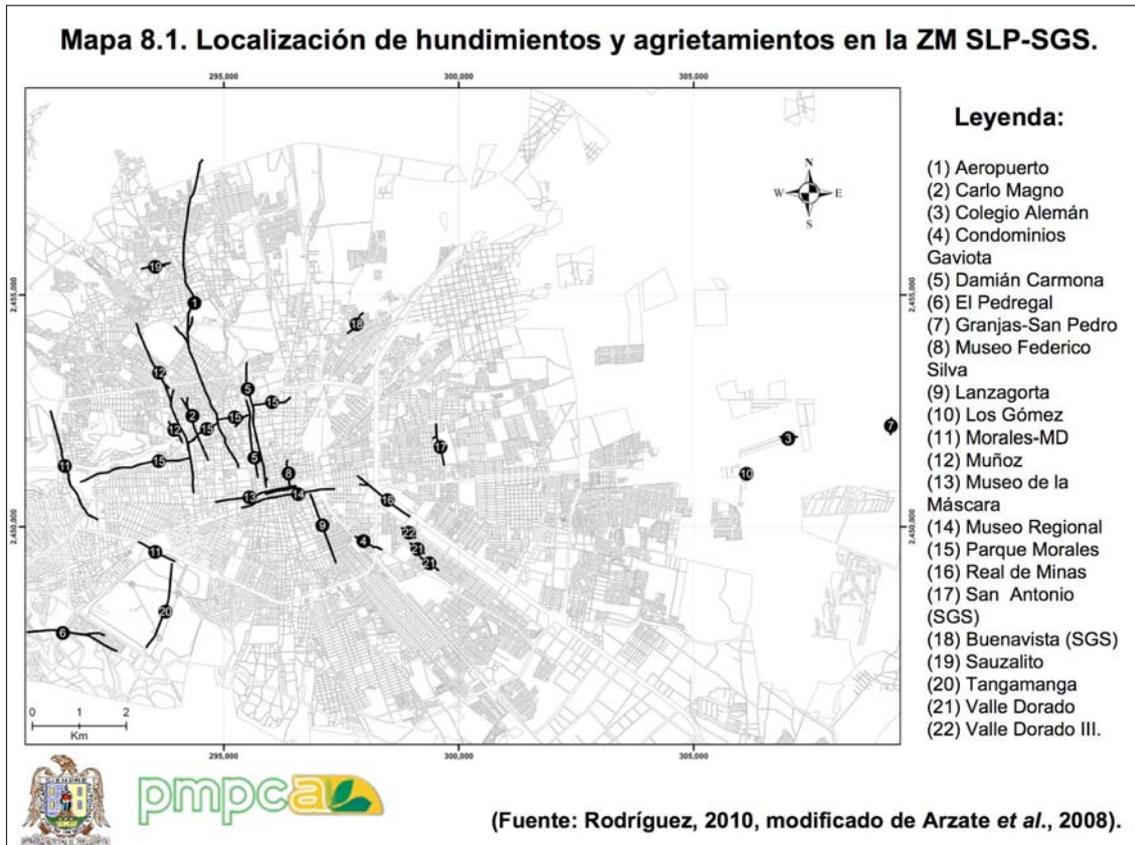
c) Fugas

Las estimaciones de las pérdidas de agua por medio de fugas alcanzan hasta el 42% del total (Cirelli, 2004). Si bien, hay un constante programa de reparación de fugas, el hecho de no tener una sectorización de la misma dificulta el proceso en gran manera, debido a que además, un gran número de las fugas no afloran directamente a la superficie, lo cual dificulta aún más la localización y por ende la reparación. En este aspecto, la calidad, la antigüedad y otro tipo de procesos van relacionados entre si.

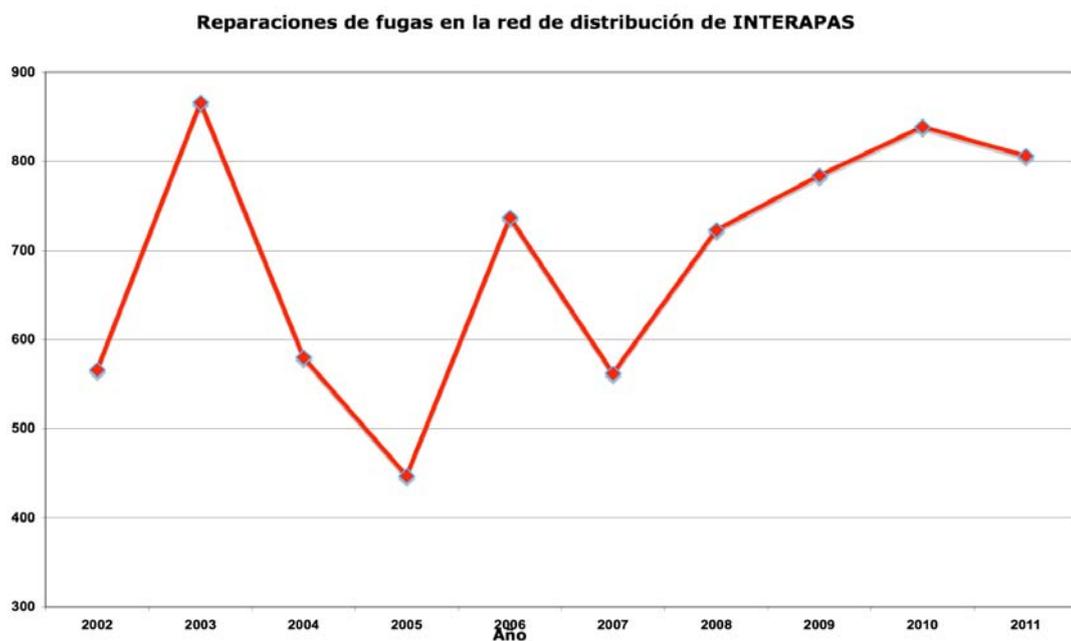
d) Alteraciones debido a procesos como subsidencia

La subsidencia afecta en gran manera a la red de distribución. La subsidencia emerge como un factor desencadenante producido por la sobre-explotación de las aguas subterráneas así como los factores geológicos condicionantes del terreno. La subsidencia provoca hundimientos y agrietamientos. Un elevado número de colonias padecen este fenómeno (Mapa 8.1.).

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la zona metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.
Discusión.



A mayor antigüedad de las colonias, mayor será el problema de las fugas por el estado de la red (Gráfica 8.2.), aunque en el caso de las colonias periféricas y sobre todo aunado al caso de la especulación del suelo urbano, generalmente por la compra de predios que se urbanizan excepto por la introducción de la red e infraestructura en materia de agua y drenaje, lo cual es reflejado en algunos de los AGEB.



Gráfica 8.2. (Fuente: INTERAPAS, 2011).

Discusión.

Según datos de INTERAPAS, se representaron espacialmente aquellas colonias que cuentan con una red que supera los 25 años de antigüedad. A la vez de conocer las tomas domiciliarias de cada una de las colonias. Como referencia, el aspecto de las tomas domiciliarias, es un tema delicado, debido a que en muchas viviendas los materiales usados en las tuberías y en las reparaciones, además de modificaciones que en algunos casos no son hechas por personal de INTERAPAS hablan de fugas que en algunos casos no son detectadas.

En la representación espacial, destaca la sección este y el centro histórico de la ZM SLP-SGS. En el caso del centro histórico, como se mencionó anteriormente, factores como la antigüedad de los edificios y la misma red traen repercusiones en el servicio del agua. En esta misma zona van incluidos algunos de los siete barrios antiguos: Tequis, San Miguelito y San Sebastián.

El problema central, es que no existe una *especialización* de la red de distribución (sectorización). Lo cual es un factor que resta eficiencia a INTERAPAS, debido a que se desconoce la localización precisa de las zonas más vulnerables a los procesos citados anteriormente, que en la gestión de INTERAPAS impide conocer las zonas en las cuales se tiene que actuar en materia de reparación, mantenimiento y modernización.

La cobertura de abasto

Al comienzo de la gestión de INTERAPAS e igualmente los organismos operadores anteriores, estos encontraron una infraestructura obsoleta, que no se renovó (totalmente), además, a esto se le suman factores como la subsidencia y constantes obras de construcción que generalmente traen problemas al afectar la infraestructura. La cobertura actual de abasto alcanza el 97% y según INTERAPAS se reconocen seis niveles distintos de presión; el tandeo y en el peor de los casos, la falta de agua. Estos datos fueron proporcionados en el informe anual del año 2006, en el que se aclara que 97 colonias (el 16% del total) presentan un sistema de abasto que no es permanente (Anexo B). Entre los patrones de dicha distribución espacial, según los niveles de presión y servicio del agua, destacan los siguientes.

Las colonias con un rango de buena presión (0.25 a 0.4 kg/cm²) están localizadas al norte de la ZM SLP-SGS, en especial al noroeste. Además de la zona aledaña al centro histórico que corresponde al barrio de Tequis; también la fracción de Morales y la Industrial Aviación.

El caso del Tandeo destaca sobre los demás patrones de localización debido a que fue fuertemente localizado al suroeste, que es la zona abastecida de aguas de la presa de San José. Lo cual refleja los datos de la baja disponibilidad de agua, debido

Discusión.

a las escasas precipitaciones del año 2005 (215.40 mm.), misma escasez que fue extendida hasta el primer semestre del año 2006, el cual tuvo una recuperación en cuanto al nivel de precipitaciones (409.10 mm.), por lo tanto, agua almacenada en el sistema de presas.

Resulta llamativo, por que esta zona de la ZM SLP-SGS es en la que están asentados los grupos de alto nivel adquisitivo, que si bien, disponen de los recursos suficientes para reparaciones y obras de mantenimiento, eso no los aleja de ser vulnerables hídricamente al depender casi exclusivamente del agua de presa, además se trata de una zona con alto nivel de consumo de agua con valores que ascienden hasta los 370 litros por habitante por día, muy en contraste con las zonas populares, las cuales apenas y ascienden a los 120 litros por habitante por día, mientras que el promedio de consumo en la ZM SLP-SGS alcanza los 162 litros por habitante por día (Cirelli, 2004). Dentro de este mismo patrón, fueron localizadas otras colonias en otros sectores, aunque, destaca en gran manera la zona mencionada anteriormente.

Dentro del rango del servicio permanente (499 colonias, representa el 84% del total) destacan la zona centro y sus alrededores, en especial la zona este de la misma. Destaca el contraste entre el tipo de abasto, debido a que la zona que es abastecida por agua de pozos cuenta con un servicio de tipo permanente (de acuerdo a INTERAPAS) mientras que la zona suroeste, abastecida por agua de la presa mostró su vulnerabilidad hídrica al depender fuertemente del agua pluvial.

La respuesta del gobierno: El realito

La construcción de la presa El Realito por parte de las autoridades en materia hidráulica, supone la respuesta al reto del abasto de agua de una ciudad con un millón de habitantes, con una posición geoestratégica que resulta atractiva para el asentamiento industrial, principal motor de crecimiento.

Las experiencias anteriores en materia hidráulica en la ZM SLP-SGS remontan a la época de la construcción de la presa de San José, debido a que en aquella época, ya existían problemas por el abasto de agua, a la vez de la infraestructura y la red de distribución. Es justo desde aquella época, que la presa suponía la solución a los problemas de agua, en la que los empresarios jugaron un papel clave en el proceso de licitación, estudios y construcción de la misma. Hasta el año de 1960 la presa de San José aún abastecía al 59% de la población, al día de hoy lo hace únicamente con el reducido porcentaje del 8%. Con la construcción de la presa se promete una disminución y protección al acuífero de la región, aunque en teoría, el acuífero presenta una veda desde finales de la década de 1960.

Discusión.

Supone además, la obtención de un recurso de otra cuenca, en el que las posibles protestas y movimientos sociales no se harán esperar. Este mismo proceso o escenario ya se ha repetido no solo en otras partes de México, sino en todo el mundo, debido al disturbio social ante la sustracción del recurso (De Alba, 2007).

Con todo el impacto ecológico y ambiental que acarrea la construcción de un embalse de esta magnitud, el proyecto presenta estudios de impacto ambiental; sorprende además, que cuenta con el apoyo de instituciones como la misma CNA y la UASLP.

El proyecto del Realito, supone una *alternativa tecnócrata*, debido a que se pone confianza ciega en la tecnología. Supone además, cubrir las necesidades de agua en los próximos 30 años, que a largo plazo es un periodo de eficiencia muy bajo. Además, se pretende que el transporte del agua sea por medio de un acueducto de más de 80 kilómetros de longitud, en el que no se ha tomado en cuenta el factor de las fugas. Se pretende abastecer principalmente la zona sur de la ZM SLP-SGS, la cual cuenta con una antigüedad que rebasa los 25 años, según datos de INTERAPAS. Por lo que la eficiencia del proyecto queda comprometida.

En la construcción de la presa de San José los empresarios de aquella época lograron visualizar en la construcción de la presa, un beneficio a sus propios intereses. La construcción de la presa de San José obedeció más a los deseos de la llamada *clase ilustrada* de la época, que a las necesidades de la misma población local. Por medio de la presa, la ciudad comenzó a destacar como un potencial destino industrial, en el que la disponibilidad de agua era una pieza clave que apuntaba directo al desarrollo (Camacho, 2001). En relación a la polémica despertada por la presa El Realito, se pretende posicionar a la ZM SLP-SGS como uno de los principales focos de mayor potencial estratégico no solo de México, sino del mundo.

Además, la zona del acueducto atraviesa la zona industrial de la ciudad. Por lo que, esto puede ser una alternativa para sostener y seguir el ritmo de crecimiento industrial. Demuestra además, la falta de visión por parte de las autoridades encargadas en materia de gestión, en el que se ha apostado a una obra de infraestructura. Se han ignorado aspectos de corte fundamental relacionados con el desarrollo sustentable.

En dicho escenario, una de las posibles cuestiones radica en ¿por qué no cambiar los patrones de consumo actual? Este aspecto *puede y debe* ser clave para una mejora en la gestión del agua de la ZM SLP-SGS, debido a que en estudios e informes por parte de INTERAPAS y el mismo gobierno se habla sobre el estado actual del acuífero, de la presa, pero no se hace mucho eco en materia ambiental y social. Es además contradictorio que con estas condiciones, continúe la apuesta a modelos de desarrollo industrial altamente demandantes de agua.

Discusión.

La modificación de los patrones de demanda y consumo de agua emerge como un reto de gran dimensión, en el que será necesario la participación de la población por medio de estrategias como la educación ambiental, la cual debe romper el esquema de discurso y práctica moralizadora.

El proyecto de la presa el Realito puede estar condenado al fracaso si no se toman otros aspectos en cuenta, mientras los patrones de consumo tanto doméstico como industrial sigan la tendencia de incrementarse, cualquier proyecto de corte tecnócrata estará destinado al fracaso.

Relación vulnerabilidad hídrica con grupos socio-económicos.

Los resultados obtenidos por el análisis multicriterio muestran que no hay una relación estrechamente ligada a los grupos de bajo nivel adquisitivo, si bien, la localización de estos grupos presenta los tres rangos, bajo, medio y alto; en este mapa destaca la zona suroeste, la cual es la zona de alto nivel adquisitivo de la ZM SLP-SGS, zona que además es abastecida de agua proveniente de la presa de San José y que fue afectada por los problemas de disponibilidad de agua, en el que el tandeo fue la única opción, que si bien, se habla de afectaciones, bien puede ser un método de ahorro de agua. La colonia Balcones del Valle, localizada al costado derecho del parque Tangamanga 1, presenta un nivel de vulnerabilidad hídrica de tipo medio, así mismo el sector correspondiente a Lomas tercera sección al suroeste, de igual manera la zona correspondiente al barrio de Tequis. Se trata de zonas de alto nivel adquisitivo, en especial el sector suroeste, así mismo la colonia Industrial Aviación; todos los sectores mencionados anteriormente cuentan con niveles muy bajos de marginación urbana. La zona suroeste depende fuertemente del agua almacenada en las presas, mientras que el barrio de Tequis, localizado sobre una de las avenida más importantes de la ZM SLP-SGS y ser zona intermedia entre el centro histórico y la fracción oeste, cuenta con una red de distribución que ya excede los 25 años de antigüedad; mientras que en el caso de la colonia Industrial Aviación, la red también presenta un estado obsoleto, además de ser una zona afectada por procesos como la subsidencia, lo cual ha alterado aún más la red subterránea.

En la sección este de la ZM SLP-SGS, destaca el sector localizado en el eje de la salida a México, la carretera 57. Zona que según la información por AGEB cuenta con población con nivel de ingreso medio, además, la zona concentra una serie de servicios, equipamiento urbano e infraestructura. Así mismo, en el aspecto habitacional, es zona de fraccionamientos de clase media a media alta. Zona que según la representación de la marginación urbana por CONAPO presenta niveles muy

Discusión.

bajos de marginación, mientras que en el mapa de vulnerabilidad hídrica presentan niveles de medio a alto.

Los casos referidos anteriormente, muestran que la vulnerabilidad hídrica (según este método de representación) afectan también a grupos con nivel socio-económico medio y alto.

En la distribución espacial de la vulnerabilidad hídrica, destaca la zona este de la ZM SLP-SGS, justo es esta zona en donde existe una correlación entre las variables de población urbana, red de distribución que sobre pasa los 25 años de antigüedad, se abastece de aguas subterráneas y presenta niveles altos de concentraciones de flúor. Se habla de la relación marcada entre la vulnerabilidad hídrica y los grupos de bajo nivel adquisitivo, en este caso y de acuerdo a los resultados obtenidos por este método de análisis y representación espacial, demuestran que no necesariamente es así.

Se encontró una relación entre vulnerabilidad hídrica y marginación en algunos sectores de la ZM SLP-SGS, en dirección noreste (municipio de Soledad de Graciano Sánchez) específicamente en el área aledaña a la cabecera municipal, que sigue el eje de la carretera 57 con rumbo a Matehuala-Monterrey. Mismas zonas que el mapa de marginación de CONAPO registra con valores de marginación de tipo alto.

En el caso de la zona sur de la ZM SLP-SGS, con una ligera inclinación hacia el sureste, destacan colonias como Progreso y Satélite, ambas con niveles altos de densificación poblacional, el mapa de vulnerabilidad hídrica muestra valores de tipo medio, mientras que sus niveles de marginación van de bajo a medio. Esta zona cuenta también con niveles de antigüedad que exceden los 25 años en las tomas, además de estar incluidas en el polígono del agua contaminada por flúor.

¿Quiénes son los vulnerables en la ciudad en términos hídricos?

Cualquier persona en la ZM SLP-SGS puede ser vulnerable en términos hídricos, esto debido a la correlación de las variables que así lo encaminan, además depende del factor localización; vulnerabilidad que no va ligada directamente con la población de bajo nivel adquisitivo. Aunque, la capacidad de los grupos de alto nivel adquisitivo es mayor, debido a que por lo general, las obras de mantenimiento y reparación generalmente van dirigidas a satisfacer a estos grupos socio-económicos, mientras que los grupos de bajo ingreso aparecen en el discurso político y son mencionados únicamente en las propuestas, cuando en la realidad, el escenario es muy distinto.

La información obtenida por AGEB así lo demuestra, las zonas periféricas, en especial al norte, noreste, sur y sureste evidencian la falta de cobertura de los servicios de agua entubada y drenaje. Se considera además que existen diferencias en cuanto a

Discusión.

los patrones de consumo, por lo que, el tema de la vulnerabilidad hídrica puede tornarse según sea la percepción de la población; lo que para una persona puede ser vulnerabilidad hídrica para otra persona probablemente no lo sea. Esto básicamente en referencia a los patrones de consumo y usos que se le da al recurso hídrico por parte de la población. Al referir a la premisa de quienes son los vulnerables hídricamente, es necesario mencionar las circunstancias por las que atraviesa la ZM SLP-SGS, así mismo la fragilidad del medio natural y su constante explotación y por ende la gestión de los recursos y la gobernabilidad metropolitana, que conducen a futuros escenarios caóticos, en donde la vulnerabilidad hídrica se tornará aún más diferencial, si bien, no es exclusiva de los grupos de bajo ingreso de la ZM SLP-SGS, esto podrá conducir a una *repolarización*, debido al poder adquisitivo y capacidad de los grupos socio-económicos altos de poder hacer frente a este problema. En el caso de la población de bajos recursos, esta simplemente tendrá la opción de adaptarse a las nuevas medidas y escenarios futuros.

Rechazo de la hipótesis

En apartados anteriores se ha mencionado la ausencia de una metodología específica para estimar la vulnerabilidad hídrica, a la vez que este último concepto aún se encuentra en construcción. En el caso de esta investigación, con el desarrollo metodológico, se parte del supuesto de poder estimar la vulnerabilidad al acceso hídrico en la ciudad, si bien, dentro del proceso de investigación existieron algunas carencias respecto a la información, al menos en el caso de la presente metodología, existe una serie de consideraciones finales para poder enriquecerla y mejorarla técnicamente. Con los resultados obtenidos, no se logró demostrar la correlación que se esperaba encontrar entre las variables indicadas anteriormente. Es así que la hipótesis se rechazó: no hay una correlación específica entre vulnerabilidad hídrica y pobreza, marginación o sectores socioeconómicos bajos, sino que por medio de la conjugación de las variables empleadas metodológicamente, cualquier persona independientemente de su estrato socioeconómico, es vulnerable hídricamente. Dentro de la literatura, algunos estudios apuntan a una relación entre pobreza y problemas ambientales del agua y el aire (Méndez, 2006); otros estudios analizan la relación entre pobreza y los procesos de gestión de los recursos. Mismo aspecto, que en los resultados de la investigación fue visible por la carencia de cobertura del servicio de alcantarillado y agua entubada en determinados sectores de la periferia de la ZM SLP-SGS. Aspecto en el que van implícitas otras variables relacionadas con el ayuntamiento y las constructoras urbanizadoras. Si bien, ambas líneas de investigación presentan avances, aportes y un determinado número de estudios de

Discusión.

caso, es que en la presente investigación (de acuerdo al apartado metodológico) no coincidió como tal con lo expuesto por los estudios mencionados.

Propuestas

Planeación estratégica y preventiva, no remediaria

Algo que ha caracterizado el crecimiento de la ZM SLP-SGS es la poca coordinación entre los instrumentos de planeación y los sectores inmobiliarios, industriales y los relacionados con infraestructura. Si bien se cuenta con instrumentos de planeación desde el año de 1993, estos han sido formulados con el fin de únicamente *remediar* la situación de la ciudad. Aspecto negativo, debido a que las condiciones de crecimiento de la ZM SLP-SGS demandan una planeación de tipo *estratégica*, con visión a corto, mediano y largo plazo en cada uno de los aspectos sociales, económicos y desde luego ambientales.

Enfoques integrales

El crecimiento de la ZM SLP-SGS ha derivado de procesos relacionados con el desarrollo industrial, predomina la visión desde la perspectiva económica. Si bien, la necesidad recae en una planeación estratégica, esta debe ser integral. Se deben considerar los tres aspectos que integran el espacio geográfico: el medio social, medio económico y el medio natural. En el que el enfoque integral pueda abarcar la perspectiva total del escenario de la ZM SLP-SGS y su región aledaña.

Además de considerar y proyectar un desarrollo económico que sea acorde a las condiciones del medio, con una utilización sustentable de los recursos, que no represente repercusión para los pobladores urbanos. De igual manera, no dejar soluciones en la tecnología disponible (visión tecnócrata) sino lograr cambios con perspectiva a futuro.

Educación ambiental

La educación ambiental supone integrar a la población a los procesos relacionados con la gestión del recurso hídrico. Esta práctica debe romper el esquema de discurso y práctica moralizadora. Supone además, programas de concientización y mejor cultura del uso del agua, en el cual se incluyan aspectos relacionados con su obtención, transporte, tarifas, procesos de tratamiento, calidad, reuso y desde luego cuidado y protección.

Modificación a los patrones de consumo actual

Es de carácter urgente y una gran necesidad modificar los patrones de consumo de agua por parte de los pobladores urbanos. Los cuales presentan diferencias de acuerdo a su estrato socio-económico. De seguir estas tendencias de consumo, se conduce a situaciones como una mayor extracción y perforación de pozos así como costos de mantenimiento. Las circunstancias de la ZM SLP-SGS así lo exigen, debe haber una conciencia ambiental en materia de agua.

Monitoreo constante

Además de requerir un enfoque integral, lo ideal consistiría en tener mecanismos y proyectos de constante monitoreo, en el que puedan ser reflejados los objetivos, metas y avances en materia hidráulica. Dentro del cual, puedan ser localizadas las zonas que requieran de mantenimiento o reparación. Además de tener un control sobre el comportamiento del problema en la ZM SLP-SGS.

Esto debe aplicar también para el monitoreo del acuífero, por medio de estudios que den informe de su estado, su balance geohidrológico y la calidad de sus aguas. Es de vital importancia, debido a que continuará como la principal fuente de abasto de agua de la ZM SLP-SGS.

Levantamiento cartográfico de la red de distribución

Uno de los puntos débiles de INTERAPAS, es que no se cuenta con una representación cartográfica de la red de distribución y la red de alcantarillado, la cual podría permitir tener un mayor control de las obras de mantenimiento. De igual manera, contar con herramientas como un SIG podría ser un elemento clave para el control y la gestión en materia hidráulica. Muy relacionado con aspectos como el monitoreo y la localización de las áreas prioritarias para su control.

Mejores instrumentos de protección a la Sierra de San Miguelito

La sierra de San Miguelito es un área que cuenta con una protección, esto en el discurso político; debido a ser una barrera orográfica que delimita a la ZM SLP-SGS hacia el sur y suroeste. Cuenta con vegetación de pastizales y bosque de encino en sus partes altas y cumple con la función de ser un regulador del clima de la región, además de ser clave para la recarga de los mantos acuíferos.

En la realidad, la tendencia de urbanización avanza hacia esta zona, la cual ha invadido las partes de pie de monte, se tiene proyectado seguir el avance de urbanización y la posible construcción de un tramo del anillo periférico.

Discusión.

A decir del estado actual de la misma, urge un plan de manejo o la declaratoria como Área natural protegida, si bien, existe una propuesta, aún no se lleva a cabo por parte de las autoridades del estado.

Instrumentos eficientes en materia de crecimiento urbano

El crecimiento urbano de la ZM SLP-SGS es acelerado, desmedido y caótico en algunos casos. Los problemas críticos recaen en la mala coordinación entre el crecimiento espacial y la dotación de servicios, las colonias localizadas en la periferia confirman este punto, muchas de las cuales no cuentan con acceso a los servicios básicos. Es urgente un plan integral que regule el crecimiento urbano, en el que se tomen en cuenta los aspectos ambientales, la zonificación de los usos de suelo y exista una visión de uso sustentable de los recursos disponibles. El cual demanda mayor coordinación con el sector inmobiliario de la ciudad, a fin de localizar las zonas de urbanización de acuerdo a su aptitud y no a procesos que conducen a la especulación.

Unidades uniformes de información

La información aunque es pública y de libre acceso, presenta problemas en los distintos formatos que manejan las instituciones y dependencias entre si.

La sugerencia de un estándar de la información recae en el fin de poder hacer sobreposiciones y a la vez comparar la información sin suponer los problemas de las incompatibilidades de los formatos usados para su acceso o representación.

Involucrar a la población local

Mucho de lo que sucede en referencia a los procesos de la gestión del agua en la ZM SLP-SGS no tiene repercusión, aunque la información es accesible al público, en la mayoría de los casos la población local no está al tanto de los sucesos, hechos y problemas por los que atraviesa no solo el organismo operador local, sino el mismo acuífero, la red de distribución, las condiciones urbanas y los proyectos en materia hidráulica. Los usuarios por lo general *protestan* ante un alza en las tarifas de agua por poner un ejemplo, pero desconocen el proceso tan complejo que conlleva el manejo del agua. Este aspecto va muy relacionado con la educación ambiental, con el objetivo de lograr un buen uso del recurso y generar conciencia de cuidado.

Al mismo tiempo, la población debe estar integrada en los procesos de gestión, tener conocimiento de los planes existentes así como poder participar en la toma de decisiones.

CONCLUSIONES

El presente trabajo representa una primera aproximación hacia un análisis espacial de la *vulnerabilidad hídrica*, concepto aún en construcción, en el que la metodología utilizada puede ser enriquecida con futuros aportes, además, como se ha mencionado, se ha trabajado con poca información disponible. En la parte conceptual, el bosquejo en la literatura fue el primer paso, es decir, tratar de definir o hacer una aproximación hacia la vulnerabilidad hídrica, la cual podría decirse atraviesa una evolución conceptual. En la parte técnica, se hizo hincapié en un análisis morfológico al hacer una separación de la información (espacial) para comprender su esencia. Además de herramientas como un SIG al tratar aspectos como la localización de datos espaciales. Al tratar un conjunto de variables espaciales, se optó por el uso del análisis multicriterio, herramienta metodológica que permitió analizar las variables por medio de una ponderación, en la cual, se contó con ayuda de especialistas en el tema. Finalmente, fue el análisis espacial el aspecto fundamental, al poder representar por medio de mapas una realidad abstracta, hacer una comparación, sobre posición de capas y establecer la existencia de patrones y relaciones espaciales.

El problema de abasto de agua en la ciudad no es tema nuevo, es un problema que cuenta con raíces históricas, en el que algunas alternativas al problema fueron soluciones que con el paso del tiempo se convirtieron en obsoletas debido al incremento de las mayores necesidades y la creciente diversificación de los usos del recurso. Esto además al considerar que la ciudad está asentada en un medio semi-árido en el que las condiciones físicas no permiten una alta disponibilidad de agua y la explotación de agua subterránea ha sido intensa y de forma no sustentable, se ha explotado un recurso natural que ha tardado largos periodos de tiempo en acumularse. En el caso del problema del abasto de agua, surgen cuestiones como ¿Qué pasa en la ciudad respecto al agua? ¿Cómo es el contexto del abasto de agua en la ciudad? ¿Cómo se ha abordado el problema? ¿Quiénes son vulnerables? ¿Qué repercusiones ambientales, sociales y económicas acarrea? ¿Cómo se comporta espacialmente dicho problema? ¿Qué se espera que pase a futuro?. En dicha articulación dinámica, se encuentran los procesos de urbanización, las transformaciones productivas, los procesos de gestión e incluso los grupos de poder e intereses.

El crecimiento urbano de la ZM SLP-SGS ha traído consigo problemas como consecuencia de la falta de planeación. Su ubicación geoestratégica en el centro del país así como su vocación industrial, le otorga una posición estratégica como destino de inversiones. Con una industria creciente, esta ha favorecido la llegada de población inmigrante, al mismo tiempo del crecimiento natural de la población local. Según cifras

y estadísticas de instituciones como CONAPO e INEGI, la población en la ZM SLP-SGS ha alcanzado el millón de habitantes, se ha roto así, el esquema anterior de ciudad media. Ante la situación de crecimiento demográfico, la demanda de agua se ha incrementado, a la vez que la disponibilidad del recurso va a la baja, no existe una lógica en su morfología y derivada a procesos históricos y de distribución de la riqueza, es que existen altos contrastes entre las colonias y habitantes de la ciudad en aspectos socioeconómicos como el ingreso, el acceso a servicios como el agua entubada y el drenaje y la vivienda.

Desde la década de 1960 en el plano internacional por medio de conferencias y reuniones se discutían aspectos relacionados con el ambiente, la sustentabilidad y los procesos en la economía, en el *tercer mundo* existieron una serie de procesos, que en la mayoría de los casos no coincidían con los objetivos expuestos en dichas conferencias mencionadas. Debido a las imposiciones en los modos de trabajo, consumo y producción.

En el caso de la ZM SLP-SGS, el factor de crecimiento económico radica en su industria, la primera de ellas fue construida en el año de 1963 y la segunda en el año de 1981, fechas que coinciden con aspectos relacionados con la protección del acuífero 2411 San Luis Potosí. (¿agua segura para la industria?) factor que no es nuevo, debido a que desde el periodo del Porfiriato, la construcción de la Presa de San José estuvo vinculada a presiones por parte de empresarios y personajes de la llamada clase ilustrada, con el cual, en la época la ciudad logró aumentar notoriedad al disponer de un embalse de agua. Dentro del mismo aspecto económico, industrial y estratégico, con la entrada de México al TLC la zona industrial de la ciudad adquirió un mayor dinamismo geoestratégico.

El factor de conflicto recae en una presión del recurso hídrico, en el que existe una competencia por su acceso entre la industria y el sector doméstico. Problemática ante la cual la ZM SLP-SGS ha mostrado su fortaleza al tratar de obtener el recurso hídrico de otra cuenca como lo es el Valle de Villa de Reyes, aspecto que no llegó a concretarse, aunque actualmente se logrará con la presa el Realito.

Como contraparte a los procesos de producción, el paradigma del Desarrollo sustentable, emerge como una crítica hacia los modelos actuales de producción y consumismo, así como la degradación ambiental, si bien, dicho paradigma puede llegar a ser utópico, es bien sabido que permanece como el referente, la guía y el eje a seguir en los estudios ambientales contemporáneos. A la vez, la sustentabilidad puede ser fuerte (mayor peso de las cuestiones ambientales) o débil (mayor peso a las cuestiones económicas), en el que la primera de ellas propone una transformación de

la sociedad al afirmar que no existe una reposición de los procesos naturales, mientras que la segunda postura mantiene una confianza en la tecnología, visión tecnócrata en el que el crecimiento económico figura como la principal prioridad. Es así que en la ZM SLP-SGS las autoridades locales han apostado mayormente a un modelo de sustentabilidad débil, en el que de seguir los patrones actuales, conducirá a un futuro escenario caótico.

La gestión del agua en la ZM SLP-SGS ha enfrentado una serie de obstáculos de todo tipo. En el caso político, las fuertes diferencias entre los dirigentes de cada uno de los municipios ha causado división y problemas internos dentro del organismo operador. A la desaparición de SIAPAS en el año de 1996, INTERAPAS heredó una problemática compleja que abarcaba desde problemas financieros hasta una red de distribución obsoleta y un padrón de usuarios no actualizado. Hay que agregar que no se cuenta con una sectorización de la red de distribución que permita hacer un monitoreo a la vez de ubicar las zonas que urge reparar. Al grado que INTERAPAS pierde hasta el 42% del agua por medio de fugas, las cuales, en algunos casos no pueden ser detectadas. La cobertura de tratamiento es del 74%, a su vez de una cobertura de agua potable 97% y una cobertura de alcantarillado del 90%. Cifras aún insuficientes para la demanda de una ciudad de un millón de habitantes. La cara opuesta del problema recae en un 26% de aguas residuales que no cuentan con un tratamiento, un 3% que no cuenta con agua potable y un 10% que no cuenta con alcantarillado, de lo cual deriva una problemática ambiental y social. Aunado a lo anterior, INTERAPAS no cuenta con una sectorización de su propia red de distribución, aspecto que conforma quizás su principal debilidad como organismo. Aspectos visibles en la serie de mapas de AGEB, en el que destacan las zonas periféricas por la ausencia de servicios mencionados anteriormente.

Dentro de la ZM SLP-SGS existen altos contrastes respecto a los ingresos, vivienda, la distribución del equipamiento urbano, servicios e infraestructura. Escenario que emerge como resultado de la evolución de un contexto histórico. Según resultados obtenidos, la sección Oeste de la ciudad concentra la mayor parte del equipamiento urbano a la vez de la población que recibe los mayores ingresos. Por el contrario, la sección Este concentra la mayor parte de la población total, la población ocupada en el sector industrial, la población con índice de marginación, viviendas sin drenaje conectado a la red pública, zonas agrícolas y presenta un crecimiento urbano intenso. En cuanto la tipología de servicio de agua la sección Este presenta un servicio de tipo permanente, en contraste con las secciones Norte, Sur y Oeste que presentan una serie de irregularidades en cuanto la presión y calidad del servicio.

En cuanto al tipo de abastecimiento de agua, la sección Este se abastece de aguas subterráneas, por su parte, la zona Oeste lo hace de aguas superficiales. Aunque, una importante parte de la infraestructura de la sección Este rebasa los 25 años de antigüedad y cuenta con altos números de tomas de agua.

Aspectos como los mencionados anteriormente hacen suponer que los sectores socioeconómicos bajos son aquellos actores vinculados con la problemática ambiental en la que se incluye el aspecto del agua, y es que actualmente, es posible encontrar una serie de trabajos que se enfocan en la problemática ambiental ligada a los grupos marginados o la misma pobreza. Fue así que al momento del planteamiento del trabajo de investigación se partió de ese supuesto, ¿existe una correlación entre los sectores socioeconómicos bajos y los problemas de abasto de agua en la ZM SLP-SGS? Y fue así que la hipótesis del trabajo así fue planteada, encontrar una correlación entre la aproximación de la vulnerabilidad hídrica y los sectores marginados de la ciudad. Después del abordaje metodológico y de acuerdo a los resultados obtenidos, estos indican que cualquier persona puede ser vulnerable hídricamente, aunque la capacidad de hacer frente a los problemas de agua es muy distinto de acuerdo a los niveles socioeconómicos. Además, cabe mencionar que la percepción de los pobladores puede diferir mucho, esto en relación a la diferencia en cuanto los patrones de consumo de las zonas residenciales respecto a las zonas populares.

Según lo anterior, no existe una correlación espacial entre la vulnerabilidad hídrica y la marginación urbana. El caso representativo respecto a las zonas residenciales recae en su vulnerabilidad respecto a su dependencia casi exclusiva del agua superficial, disponibilidad que se ve afectada de acuerdo a las condiciones meteorológicas y climáticas de la zona.

De los resultados obtenidos, resaltan dos casos especiales, el primero de ellos trata de la zona centro de la ciudad, la cual alcanzó rangos de medio a bajo en cuanto la vulnerabilidad hídrica y viviendas precarias. Es un caso especial debido a que trata de una zona ya antigua en la que históricamente sus pobladores se han desplazado hacia otras direcciones en la ciudad a través de sus fases de crecimiento urbano.

El segundo caso refiere a la sección Este de la ciudad, zona que concentra la mayor parte de la población y las áreas marcadas como vulnerables hídricamente, aspecto que pone en evidencia la vulnerabilidad de la población mencionada.

Al considerar la variable temporal y de acuerdo a los resultados obtenidos, a futuro se puede esperar un escenario crítico, con una fuerte demanda creciente de agua, una competencia intensa por acaparar el recurso, una red de distribución obsoleta,

problemas de calidad de agua, conflictos internos dentro de la gestión y en el peor de los casos, escasez de agua, escenario en el que la población tendrá que adaptarse a las futuras condiciones.

Obstáculos en la investigación

Quizás el principal de ellos radica en el acceso a la información, lamentablemente, en el caso de México, aunque se cuentan con instrumentos que garantizan y avalan el libre acceso a la información, en la realidad mucho de eso queda solamente en el discurso. Debido a que en distintos organismos la información fue difícil obtenerla, debido a la necesidad de llevar una serie de trámites, entrevistas, visitas a los organismos, por mencionar algunos ejemplos.

Otro de los problemas en la investigación fueron los tipos o formatos de la información, problema mayormente técnico, debido a que no hay un estándar en los formatos de la información. Algunos de los archivos utilizados en la investigación fueron casi imposibles de trabajar, debido a las diferencias entre formatos y software utilizados en su creación.

Otros aspectos fueron las modificaciones realizadas a las metodologías de trabajo de organismos como CONAPO e INEGI, en el que según sea la temporalidad o la fecha de elaboración del proyecto, los indicadores y el resto de los componentes se han modificado, algunos de ellos, mientras más recientes eran, contenían cada vez más capas de información que al momento de ser comparada con el resto de los años anteriores no correspondían por las nuevas delimitaciones y modificaciones hechas a las mismas.

Otro de los puntos a mencionar radica en la información disponible sobre el tema, mucha de la cual, por cuestiones de los mismos creadores es casi imposible modificarla, trabajar sobre ella o simplemente exportarla en otro formato para ser trabajada en algún software de Sistemas de Información Geográfica.

La información no es homogénea, no hay además protocolos para elaborarla.

Consideraciones finales

a) Aspectos metodológicos

Al no haber una metodología específica para estimar la vulnerabilidad hídrica en una ciudad, el escenario se torna *complicado* por la cantidad de variables a considerar, a la vez de limitantes en la información requerida. En este apartado, se hace un desglose de aquellos aspectos a considerar dentro del trabajo, además de incluir aspectos que de estar disponibles, podrían dar una mayor certidumbre al análisis. Incluye además, una serie de propuestas a considerar en estudios futuros; así mismo, consideraciones

a mejorar metodológicamente y una serie de preguntas que surgen a partir de los resultados obtenidos en el presente análisis.

Una de las limitantes del trabajo consiste en la variable *temporal*, debido a que algunas partes de la información están disponibles únicamente en determinadas fechas, por ejemplo, las variables representadas a nivel AGEB fueron tomadas del año 2005, mismo caso de la representación de la marginación urbana de CONAPO. En el caso de los datos sobre la gestión de INTERAPAS si fue posible hacer una comparación a través de los años en aspectos como los volúmenes de extracción, número de pozos en operación, abastecimiento por pipas, reparaciones en fugas, por mencionar algunos ejemplos; en el caso de las variables demográficas, también fue posible hacer una comparación a través de los años. Para otras variables como el gasto promedio, la profundidad de los pozos, la tipología del servicio de agua y la misma calidad del agua de los pozos, se contó únicamente con datos representativos de una fecha específica, he aquí un punto importante a considerar: la cuestión temporal, de ser así, en todas las variables, el resultado de la investigación podría arrojar una mayor certidumbre del problema analizado.

Información a nivel de colonia y no AGEB

Otro aspecto a considerar recae en las escalas de trabajo, debido a las comparaciones realizadas en distintas escalas, precisamente el caso de AGEB y nivel colonia. INEGI por su parte, hace una organización de tal forma que varias colonias conforman un AGEB, *probablemente* con la idea de sintetizar la información espacialmente. Uno de los problemas más comunes recae en las sobreposiciones de información cartográfica, como ejemplo, algunas variables si fueron representadas a nivel colonia como el tipo de abastecimiento de agua, la infraestructura mayor a 25 años y la misma tipología del servicio. El escenario ideal podría ser una información uniforme o disponible en ambas escalas. Debido a problemas derivados de las delimitaciones entre los límites de los AGEB y las colonias.

Mayor colaboración con investigadores especializados en el tema

Si bien el acuífero de San Luis ha sido objeto de estudio y análisis por un amplio y nutrido grupo de investigadores. La problemática del agua en la ZM SLP-SGS ha sido abordada por instituciones de la talla del Colegio de San Luis, con investigadores que abordan enfoques desde la perspectiva de las Ciencias Sociales y las Humanidades. A la vez, investigadores de la UASLP y el Instituto Potosino de Investigación en Ciencia y Tecnología (IPICYT) se encuentran más relacionados en enfoques del área de las Ciencias de la Tierra y de las Ingenierías. El escenario ideal sería una mayor

integración en cuanto a equipos multidisciplinarios. Debido a que el problema del agua exige enfoques integrales, que puedan dar respuesta o al menos entender el comportamiento del fenómeno. Es así además, de carácter *urgente* la construcción de indicadores que permitan evaluar las condiciones relacionadas con la sustentabilidad del agua no solo en la ZM SLP-SGS, sino en toda la región.

Considerar la variable de tanque de almacenamiento dentro de los censos de INEGI
Una de las tendencias muy comunes relacionadas con el sector de la vivienda, recae en la presencia de aljibes o tanque de almacenamiento, a la vez de tinacos. Debido a ser una especie de reservorio de agua dentro de la vivienda. En uno de los estudios previos sobre Metodología [específicamente para el caso de la vulnerabilidad hídrica] este aspecto era fundamental. En el caso del área de estudio, esta podría ser una variable de mucho peso que podría dar mayor certidumbre al análisis, en el que además se considerara el estado, las dimensiones o capacidad de agua del mismo. Una variable como tal dentro de los censos de INEGI podría proporcionar información relevante sobre aquellas viviendas que cuentan con este tipo de servicio y aquellas que cuentan con un servicio de conexión directo a la red de distribución, además de determinar una correlación entre los distintos tipos de presión y servicio del agua.

Información sobre la calidad de los materiales utilizados en la distribución de agua

Una de las [principales] debilidades de INTERAPAS recae en la ausencia de una cartografía urbana que muestre las fugas y reparaciones a los distintos tramos de la red de distribución. De igual manera, la representación espacial de la red de alcantarillado. Es así que el organismo INTERAPAS carece de una herramienta fundamental para su gestión, aspecto que resulta ser *absurdo*, *inaudito* e incluso *sorprendente*. Si bien, en el presente estudio una de las variables espaciales corresponde a las colonias con una infraestructura mayor a 25 años, la información sobre la localización de las fugas y respectivas reparaciones, así como los tramos de la red de distribución y sus medidas específicas podrían brindar elementos significativos para así analizar a mayor fondo la vulnerabilidad hídrica.

b) Propuestas de futuros estudios

Debido a la conjugación de las variables utilizadas en este trabajo, se puede llegar a la conclusión de que la *vulnerabilidad hídrica* como tal, no es estática, sino dinámica. Debido a que el crecimiento de la ciudad es constante, el deterioro de la red de

distribución es continuo, a la vez del crecimiento demográfico y las condiciones relacionadas con la profundidad de los pozos por mencionar algunos ejemplos.

Al tomar en cuenta aspectos futuros como la presa del Realito, un posible estudio sobre vulnerabilidad hídrica podría aportar bases y conocimiento, además de corroborar los resultados de un proyecto de tipo *tecnócrata*; en el que además pudiera hacerse una comparación entre las zonas vulnerables hídricamente de la ZM SLP-SGS en determinados periodos de tiempo, y así poder determinar un aumento o disminución en ésta, además de analizar los patrones de su distribución.

Al hablar sobre los posibles cambios y la misma evolución de la vulnerabilidad hídrica surge un juego de hipótesis: ¿cómo será la representación espacial de la vulnerabilidad hídrica en un futuro próximo? De igual manera, ¿a corto, medio y largo plazo? Así mismo, los escenarios futuros respecto al agua no son alentadores, incluso se llega a afirmar sobre cuestiones caóticas a enfrentar por parte de la población, aspecto que recalca la importancia y necesidad de estudios sobre la adaptación de la población urbana a las condiciones relacionadas con la vulnerabilidad al acceso hídrico, que consideren variables como la percepción de los distintos grupos socioeconómicos. Mismos que puedan complementar la perspectiva social, en sus modos de vida y los patrones de uso diario.

Anexo A

Lista de colonias con infraestructura de más de 25 años de antigüedad.

Fuente: INTERAPAS

Colonias de San Luis Potosí.

No.	Colonia (San Luis Potosí)	Tomas Domiciliarias
1	Simón Díaz El Aguaje	2500
2	Ponciano Arriaga	3200
3	San Leonel	1600
4	Condado del Sauzal	2300
5	Balcones del Valle e H. Nacional	1900
6	Industrial Aviación 1ª y 2ª	3500
7	Valle Dorado	2900
8	Jardines del Sur	2850
9	Industrias	1600
10	Rancho Viejo	2200
11	Libertad	2500
12	UPA 3ª sección	1600
13	Juan Sarabia	1200
14	Aguaje 2000	2350
15	Nuevo Progreso	1800
16	Las Mercedes	1930
17	Misión del Real	1650
18	Los Molinos	1750
19	Hermenegildo J Aldana	800
20	Gálvez	1600
21	Providencia	2350
22	Col del Sol	1100
23	Mayamil	900
24	Julián Carillo	600
25	Prados Glorieta	800
26	Las Trojes	2600
27	Morales-Campestre	800
28	Fraccionamiento España	900

No.	Colonia (San Luis Potosí)	Tomas Domiciliarias
29	Simón Díaz I y II	2500
30	El Paseo	1200
31	Ricardo B. Anaya	1900
32	B. San Miguelito	1900
33	B. Tequis	800
34	B. San Sebastian	1200
35	Zona Centro	1100
37	Satélite	3000
38	Lomas 1a, 2a y 3a secc.	1500
39	Colorines	500
40	Trojes del Sur	600
41	R.B. Anaya 2ª Secc.	600
42	Santa Fe (Lado UPA 3)	400
43	San Luis Rey	600
44	Hacienda las Palmas	600
45	Fracc. El Sauz	500
46	Aeropuerto	1000
47	Damian Carmona	500
48	Lomas del Mezquital	600
49	Valle Verde	500
50	Himno Nal. 1º y 2ª	1500
51	Jardines del Estadio	1000
52	Paseo	1000
53	Nuevo Paseo	600
54	Villa Rica	700
55	Librado Rivera	500
56	España	600
57	Industrial Mexicana	1000

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Anexos

No.	Colonia (San Luis Potosí)	Tomas Domiciliarias
58	Ferrocarrilera	1000
59	M.J. Othón	1000
60	Popular	1000
61	Fracc. San Juan	600
62	Fracc. Las Palmas	300
63	Los Reyes	1000

No.	Colonia (San Luis Potosí)	Tomas Domiciliarias
64	Jacarandas	1000
65	1ª y 2ª Paseo de Jacarandas	1000
66	Viveros	770
	SUMA	87,850

Lista de colonias con infraestructura de más de 25 años de antigüedad.

Fuente: INTERAPAS

Colonias de Soledad de Graciano Sánchez.

No.	Colonia (Soledad de Graciano Sánchez)	Tomas Domiciliarias
67	Nuevo Foresta	650
68	Hogares FFCC I	1474
69	Hogares FFCC II	3504
70	Hogares FFCC III	2504
71	Hogares FFCC IV	450
72	San Antonio	1200
73	San Antonio Infonavit	450
74	Los Cactus	2100
75	La Sierra	1500
76	Villa de Cactus	2650
77	Soledad (Cabecera municipal)	2900
78	Fracción Rivera	590
79	San Francisco	2960
80	San Felipe	2400
81	Fresnos	650
82	Azaleas	1821
83	Praderas del Laurel	1350
84	Polvorín	1529
85	21 de Marzo	1200
86	Villas del Potosí	268
	SUMA	32,150

Anexo B

Tipología de servicio por colonia en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí. Fuente: INTERAPAS

Tipo de servicio	Colonias
Buena presión de 0.25 a 0.4 kg/cm ²	Ind. Aviación, Residencial morales 1 ^a , y 2 ^a , Fracc. Morales, Fracc. Verde Campestre, Lomas de Morales, Nuevo Morales, Fracc. Campestre de San Luis, Wenceslao Rivera, Saucito, Santa Rosa, Rinconadas, Fracc. San Angelín, Maravillas, Ma. Cecilia, angostura, Tercera Grande y parte de Villas del roble, Mezquital, Rural Atlas, Fovisste, San Leonel, Jardines de Jacarandas, Hacienda, Jacarandas, Jardines de Ma. Cecilia, Ponciano Arriaga, Sauzalito, San Angel, San Angel Inn, Valle de Tequisquiapan, Las Garzas, La Huerta, Fracc. San Pedro, Bugambilias, y parte de la colonia Victoria.
Presión regular entre 0.1 y 0.25 kg/cm ²	Col. Guanos, Tlálóc, Campesina, Pedroza, Fracc. Peñasco, Tercera Chica, Garita de Saltillo, Arboleda, Mártires del río Blanco, Valle Campestre, Las Julias, Fracc. La Hacienda, Residencial Campestre, y parte de Fovisste, Rinconada de los Andes, La Lomas, Dalias, Misión de Loreto, Del llano, Juan Sarabia, Progreso, Salk.
Presión regular y baja hasta 0.1 kg/cm ²	Retornos, Tecnológico, Las Granjas, Torres de México, Martines de la Revolución, imperio Azteca, y parte del Fracc. El Oasis, Santuario, Condado del Sauzal, Simón Díaz.
Baja presión menos de 0.1 kg/cm ²	Jardines del Sur, Las Piedras, Damián Carmona San Juan, Morelos, Mezquital, Valle del Mezquital, La forestal, Residencial Sauzalito y parte de Villas del Roble.
6 a 8 horas diarias con presión.	Manuel José Othón, Infonavit Morales, Julián Carrillo, Tepeyac, Jardines de la Rivera.
Tandeo de 24 x 24 horas	Loma Dorada, Loma Verde, Villas de Jacarandas, Graciano Sánchez, Lomas 1 ^a , 2 ^a , 3 ^a y 4 ^a secc. Himno Nacional 1 ^a y 2 ^a secc Satélite, Lomas de Satélite, Balcones del Valle, Los Reyes, Los Reyes, Las Camelias, Los molinos, Lomas del sol, y San Alberto. Condesa, Aeropuerto, Matehuala, Cortijo, Los Pirules, Lomas de Bella Vista, Las Gaviotas, Prados de San Vicente, U.H, El Arbolito, Fracc. Española, Rinconada de Valle Dorado, El Naranjal de Valle Dorado, Residencial Esmeralda, Prados Glorieta y parte Fracc. Capricornio, Fracc. Central, Residencial Esmeralda, Garita de Jalisco, Col. Del Parque, Cumbre de San Luis, Loma azul, Facc. Tangamanga, Constitución, Col Santa Fe, La Campesina, Lomas de Satélite 1 ^a y 2 ^a sección.
10 horas de presión regular y 14 de baja presión	Fraccionamiento Las Flores, Fracc. Los Magueyes.
Falta de agua (distribución en pipas).	Parte de la colonias Imperio Azteca y Mártires de la revolución

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Anexos

Anexo C

Lista de pozos en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí

No.	Identificación del Pozo	Predio	Gasto Instantáneo (lps)	Profundidad de Perforación (metros)
1	Fundadores	Centro	-	200
2	Valle Dorado	Valle Dorado	33	300
3	Mayamil	Fraccionamiento Mayamil	-	700
4	Carretera Central	Valle Dorado	15	300
5	Abastos li	Fraccionamiento Obispado	17	300
6	Hostal Del Quijote	Fraccionamiento Industrias	18	200
7	Abastos I	Abastos	12	300
8	Industrias	Industrias	22	310
9	Prados I	Prados De San Vicente	-	280
10	Prados II	Prados li	30	300
11	Rancho Viejo	Rancho Viejo	14	200
12	Santiago	Barrio De Santiago	10	250
13	Ciudad 2000	Ciudad 2000	37	300
14	Abastos lii	Infonavit Abastos	37	300
15	La Libertad	La Libertad	26	300
16	Juan Sarabia I	Juan Sarabia	40	300
17	Juan Sarabia li	Juan Sarabia	17	250
18	Arbolitos	Arbolitos	-	250
19	Zona Termal li	Zona Termal	22	200
20	Zona Termal I	Zona Termal	35	210
21	Zona Termal Iv	Industrial San Luis	-	250
22	Juan Sarabia lii	Don Miguel	21	300
23	Mercado Republica	Barrio De Santiago	18	240
24	Zona Termal Vi	Industrial San Luis	28	300
25	Zona Termal lii	Zona Termal	32	250
26	Zona Termal V	Industrial San Luis	31,9	250
27	Zona Industrial	Zona Industrial	24	200
28	Bomberos	Zona Industrial	30	300
29	La Pila	Delegación La Pila	-	400
30	Pozos li	Del. Villa De Pozos	33	260
31	El Jaralito	El Jaralito	7	300
32	Caja Del Agua Nuevo	San Miguelito	15	250
33	Damián Carmona	Barrio De Santiago	14	400
34	Alameda	Alameda Juan Sarabia	-	550
35	Julián Carrillo	Julián Carrillo	-	300
36	San Luis Rey	San Luis Rey	-	700
37	Vallejo	Héroes Potosinos	-	275
38	Simón Díaz I	Simón Díaz	18	300
39	Simón Díaz li	Simón Díaz	6	350
40	Progreso	Salk	-	420
41	Pedro Moreno	Centro	-	
42	Nicolás Zapata	Barrio De Tequisquiapan	-	200
43	Muñoz	Valle De Bravo	-	450
44	Polvillo Morales	Morales	20	300
45	Avenida México	Ferrocarrilera	-	700
46	Lomas I	Lomas 1a	37	300
47	Lomas li	Lomas De Los Filtros	31	350
48	Cortijo	Hacienda De Bravo	15	260
49	Lomas lii	Lomas 2a	35	500
50	Lomas Iv	Lomas 4a	36	250
51	Manuel José Othón	Unidad Hab Manuel José	-	170

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Anexos

		Othón		
52	Granjas	Retornos	12	350
53	Fray Diego	Retornos	-	300
54	Santa Cruz	Industrial Aviación	8	300
55	Los Reyes	Los Reyes	16	320
56	Oyamel	Industrial Mexicana	25	300
57	Tercera Grande	Tercera Grande	16	250
58	Pedroza Ii	Pedroza	30	300
59	Jacarandas	Jacarandas	-	750
60	Tecnológico	Valle Del Tecnológico	19	300
61	Infonavit Morales	Infonavit Morales	-	390
62	Las Julias	Las Julias	13	300
63	Lomas Del Mezquital	Lomas Del Mezquital	25	350
64	Mezquital I	El Mezquital	18	230
65	Mezquital Ii	Bosques De Bellavista	21	350
66	San Ángel	San Ángel Inn	22	300
67	Valentín Amador	Popular	9,8	220
68	Saucito	División Del Norte	30	280
69	Imperio Azteca	Imperio Azteca	25	290
70	Sauzalito	Sauzalito	-	250
71	Ciudad 2000 Ii	Ciudad 2000	28	280
72	Las Mercedes	Las Mercedes	50	320
73	Salazares	Los Salazares	-	300
74	Españita	Españita	18	450
75	Universidad	Zona Universitaria	25	450
76	Salk I	Progreso	29	200
77	Salk V	Progreso	64	300
78	El Paseo	El Paseo	12	300
79	Vargas	San Juan De Guadalupe	10	200
80	Prados Glorieta	Prados Glorieta	22	280
81	Jacarandas		56	
82	M. J. Othón	Dalias	56	
83	Nuevo Alameda	Jacarandas	65	
84	Lomas Vi	Camino A Presa De San José	40	
85	Halcones	Rinconada De Los Andes	38	
86	Del Llano	Del Llano	7	
87	Muñoz Ii	Valle De Bravo	28	
88	Valle De Santiago	General Y Martínez	8	
89	Nuevo Progreso	Nuevo Progreso	63	
90	El Aguaje	El Aguaje	65	
91	Balcones Del Valle	Tangamanga I	45	
92	Coronel Espinosa	Tlaxcala	18	
93	Maria Cecilia I	Maria Cecilia	23	
94	Estrella De Oriente	Los Silos	-	
95	Fovissste	Fovissste	22	
96	Ponciano Arriaga	Ponciano Arriaga	16	
97	Las Mercedes II	Las Mercedes	50	
98	Valle Del Campestre	Valle Del Campestre	23	
99	Los Olivos	Los Olivos	-	
100	Unidad Deportiva Univ	Ricardo B Anaya	19	
101	La Pila Ii	La Pila	15	
102	Salazares Ii	Los Salazares	30	
103	Parque De Morales	Parque De Morales	28	
104	Mezquital Iii	Anillo Periférico Poniente	14	
105	Periférico Norte I	Anillo Periférico Norte	47	
106	Periférico Norte Iii	Anillo Periférico Norte	40	

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Anexos

107	Tangamanga li	Tangamanga li	62	
108	Mayamil li	Fraccionamiento Mayamil	75	
109	Arboledas Del Aguaje	Flores Del Aguaje	18	
110	Avenida México li	Ferrocarrilera	77,3	
111	San Luis Rey li	San Luis Rey	23	-
112	Tangamanga I	Tangamanga I	24	
113	El Palmar	El Palmar	93	
114	Satélite	Satélite	25	

Soledad de Graciano Sánchez

No.	Predio	Localidad	Gasto Instantáneo (lps)	Profundidad de Perforación (metros)
1	Soledad	Centro Soledad	-	210
2	San Felipe	San Felipe	14	320
3	La Raza	San Felipe	-	285
4	Los Fresnos	Fresnos	15	270
5	Las Palmas	Las Palmas	14	220
6	Rancho Pavón	Rancho Pavón	32	310
7	San Francisco	San Francisco	-	600
8	San Antonio	San Antonio Infonavit	17	400
9	Polvorín	Unidad Hab Fidel Velásquez	15	280
10	H.Ffcc. I	Hog. Ferrocarrileros	18	230
11	H. Ffcc li	Hogares Ferrocarrileros	23	220
12	H. Ffcc lii	Hogares Ferrocarrileros	20	350
13	Jardines Del Valle	Jardines Del Valle	-	300
14	Unidad Ponciano A.	U.P.A.	25	250
15	Benito Juárez	Benito Juárez	9	200
16	21 De Marzo	21 De Marzo	-	300
17	Foresta	Foresta	-	247
18	San Luis I	San Luis I	15	300
19	Hogares Obreros	Hogares Obreros	19	300
20	La Constancia	La Constancia	6	300
21	San Felipe	San Felipe	-	297
22	San Juanito	San Juanita	16	310
23	Colonia W	Colonia W	-	-
24	Rivera	Fracción Rivera	95,5	1185
25	P. Maurel	Praderas Del Maurel	81	750
26	C. Centro	Central De Maquinaria	20	500
27	El Morro	Villas Del Morro	42	620
28	San Luis I	San Luis I	15	
29	Hogares Populares Pavón	Hogares Populares Pavón	15	
30	Bugambilias	Bugambilias	14	
31	Privadas De La Hacienda	Privadas De La Hacienda	14	
32	Hog Ff.Cc. Iii (Nuevo)	Hogares Ferrocarrileros	22	
33	San José Del Barro	San José Del Barro	14	
34	San José	San José	18	
35	Rivas Guillen Sur	Rivas Guillen	32	
36	Quintas De La Hda.	Quintas De La Hacienda	64	
37	Santo Tomás	San José Del Barro	24	
38	San Francisco li	San Francisco De Asis	67	

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN

ABLER, R., ADAMS, J.S., GOULD, P. (1971). **Spatial Organization: The Geographer's View of the World**. Prentice Hall INC.

ACUÑA VIGIL, PERCY, 2005, **Análisis Formal del Espacio Urbano: Aspectos Teóricos**. Instituto de Investigación de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Artes. Lima, 174 pág.

ARIAS PATRICIA, BASSOLS RICARDEZ MARIO, DÍAZ CUENCA ELIZABETH, MORENO MATA ADRIÁN, PEREZ GABRIELA ANA, RYSZARD ROZGA LUTER, SILI MARCELO E, 1996, **Actas latinoamericanas de Varsovia**, tomo 19, Facultad de Geografía y estudios regionales, Universidad de Varsovia, Warszawa 1996. Pág. 27-82.

ARZATE J, BARBOZA JR, LÓPEZ R, PACHECO J, MATA JL, DEL ROSAL A. (2008) **Estudio geológico-geofísico para la evaluación de los hundimientos y agrietamientos en el área metropolitana San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez**, Instituto de Geología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí FT130, 79 p.

ARZATE F, JORGE (COORDINADOR), BARBOZA RAFAEL G., LÓPEZ RUBÉN, PACHECO JESÚS, MATA S. JOSÉ LUIS, DEL ROSAL ANTONIO, PEÑA DÍAZ IENISEI Y OLIVARES CARLOS. 2006, **Informe Final del Estudio Geológico-Geofísico para la evaluación de los hundimientos y agrietamientos en el área metropolitana San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez**. H. Ayuntamiento de San Luis Potosí, H. Ayuntamiento de Soledad de Graciano Sánchez, Agencia Hábitat, Agencia Potosina de Desarrollo Hábitat, Gobierno del Estado de SLP, Secretaría de Desarrollo Social, Delegación SLP, San Luis Potosí, Julio del 2006.

BARRETO VAQUERO, RODRIGO. 2000, **Vulnerabilidad urbana y desastres**. LA ERA URBANA, la revista de la ciudad global. Otoño 2000, volumen 7 N°. 1. Suplemento para América Latina y el Caribe.

BASSOLS BATALLA, ÁNGEL, BUSTAMANTE LEMUS, CARLOS, DELGADILLO MACÍAS, JAVIER, GONZÁLEZ SALAZAR, GLORIA, (Coordinadores), 1992, México: **Planeación urbana, procesos políticos y realidad**, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas, 1ra edición 1992, México D.F. 230 Pág.

BLAIKIE, PIERS, TERRY CANNON, IAN DAVIS Y BEN WISNER, 1994, **At risk, natural hazards, people's vulnerability and Disasters**, Routledge, Nueva York.

BOCCO GERARDO, 2009, **Geografía y ciencias ambientales, ¿campos disciplinarios conexos o redundancia epistémica?**. Ponencia preparada para el 25 aniversario del programa de docencia de posgrado del colegio de la frontera norte, Tijuana Baja California.

BRUZZONE, ELSA, 2010, **Las Guerras del Agua, América del Sur en la mira de las grandes potencias**, Capital Intelectual. Buenos Aires. 197 Pág.

BUNGE VERÓNICA, 2010, **La Presión Hídrica en las cuencas de México**, en **Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización**. Coordinador Helena Cotler Ávalos. Instituto Nacional de Ecología. Primera edición 2010. México.

CALDERÓN GEORGINA, 2001, **Construcción y reconstrucción del desastre**, Plaza y Valdés, México.

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Bibliografía y fuentes de información

CAMACHO ALTAMIRANO, HORTENSIA. 2001, **Empresarios e ingenieros en la ciudad de San Luis Potosí: La construcción de la presa de San José 1869-1903**. Editorial Ponciano Arriaga, 2001, 442 pág.

Cambio global y recursos hídricos en México: hidropolítica y conflictos contemporáneos por el agua. Estudio contratado a: Patricia Ávila García, bajo el Proyecto INE/ADE 045/2002. Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. **Instituto Nacional de Ecología**. 107 Pág.

CAMPOS ARANDA, DANIEL FRANCISCO, 1992, **Procesos del ciclo hidrológico**, UASLP, San Luis Potosí, México.

CANNIFFE, EAMONN, 2006, **Urban ethic, design in the contemporary city**, Routledge, Great Britain, 2006, 192 Pág.

CARABIAS JULIA Y LANDA ROSALÍA, con la colaboración de Jaime Collado y Polioptro Martínez, 2005, **Agua, medio ambiente y sociedad, hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México**. Primera edición 2005 México D.F. Universidad Nacional Autónoma de México, El Colegio de México, Fundación Gonzalo Río Arronte. 219 Pág.

CARDONA BENAVIDES, ANTONIO, MARTINEZ HERNANDEZ, JUANA, CASTRO LARRAGOITIA, JAVIER Y ALCALDE ALDERETE, ROSARIO. **La edad del agua subterránea que abastece la región de San Luis Potosí**. Universitarios Potosinos, Nueva Época, año 2, número siete. Noviembre de 2006.

CARDONA, OMAR DARIO, 2001, **La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo, Una crítica y una revisión necesaria para la gestión**, presentado en Internacional Work-Conference on Vulnerability in Disaster Theory and Practice. Disaster Studies of Wageningen University and Research Centre, Wageningen.

CARIDE, JOSÉ ANTONIO Y PABLO ANGEL MEIRA, 2000. "**La Construcción Paradigmática de la Educación Ambiental**". Cap. 5 de Educación Ambiental y Desarrollo Humano. España: Ariel Educación, pp. 189-248

CARRILLO-RIVERA J.J., CLARK, I.D., FRITZ P., 1992, **Investigating recharge of shallow and paleo-groundwaters in the Villa de Reyes basin, SLP, Mexico, with environmental isotopes**: Applied Hydrogeology, 1(4), 35-48.

CHUVIECO, EMILIO, 2008, **Teledetección ambiental: la observación de la tierra desde el espacio**, Editorial Ariel 3^{ra} edición. Barcelona, España.

CICT, 2009, Carta de la Tierra. Costa Rica: Consejo Internacional de la Carta de la Tierra.

CIRELLI CLAUDIA, 1999, **El agua agrícola para las zonas urbanas: el caso de la ciudad de San Luis Potosí**. 1^{ra} edición 1999. El Colegio de San Luis. San Luis Potosí México. 78 pág.

CIRELLI, CLAUDIA. 2004, **Agua desechada, agua aprovechada. Cultivando en las márgenes de la ciudad**, El Colegio de San Luis, Primera Edición 2004, San Luis Potosí México, 223 Pág.

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Bibliografía y fuentes de información

CIRELLI CLAUDIA, 2006, **La vulnérabilité sociale d'une ressource abondante: épandage des eaux usées et protection de l'environnement au Mexique**, Géocarrefour [En ligne], vol. 81/1 | 2006, mis en ligne le 01 septembre 2009. URL <http://geocarrefour.revues.org/1796> DOI: en cours d'attribution.

Colegio de San Luis, Estudio técnico del acuífero de San Luis Potosí.

<http://www.colsan.edu.mx/investigacion/aguaysociedad/proyectoaguaSLP/Documentos/Estudio%20t%E9cnico%20del%20acu%EDfero%20de%20San%20Lu%EDs%20Potos%ED-2.pdf>

Fecha de consulta: 18 de noviembre de 2009.

COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE GUANAJUATO (CEAG), SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT) 2006. **Proyecto Ejecutivo para la construcción de la Presa El Realito y Estudio de factibilidad de la Ingeniería básica del acueducto El Realito a localidades de los estados de Guanajuato y San Luis Potosí.**

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), **Compendio básico del agua en México 2002**, México, 2001b.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), **Estadísticas del agua 2003**, México, 2002.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2004. Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

Comisión Nacional del Agua, Atlas del agua en México 2009. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2009, México.

Comisión Nacional del Agua, Compendio básico del agua en México 2002, México, 2001b.

Comisión Nacional del Agua, Estadísticas del agua 2003, México, 2002.

Comisión Nacional del Agua, SIGA-Sistema de Información Geográfica del Agua: Base de datos, México, 2004.

Comisión Nacional del Agua, Estadísticas del agua en México, edición 2011, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México 2011.

COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO) 1998. **Curvas de nivel para la República Mexicana**. Extraído del Modelo del Terreno, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) México.

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ (UASLP) y SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT). **Monitor Realito**. Actualizado el 7 de octubre de 2011. [<http://monitorrealito.uaslp.mx/CapaPresentacionCNA/Principal.aspx>: 10 de noviembre de 2011].

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA) 2011, **Comunicado de Prensa No. 359-11**, México DF., 21 de octubre de 2011.

CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN (CONAPO), 2001, **Índice de marginación 2000**, México.

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Bibliografía y fuentes de información

CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN (CONAPO), 2006, *Proyecciones de la población de México 2005-2050*, primera edición, México DF.

CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN (CONAPO), 2009, *Índice de marginación urbana 2005*, 1^{ra}. Edición, México DF.

CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN, (sin fecha) **México en cifras: Indicadores demográficos básicos 1990-2030**, San Luis Potosí México.

Consejo Consultivo del Agua A.C. Situación del agua.

<http://www.aguas.org.mx/sitio/index.html>

Fecha de consulta: 31 octubre 2011.

CORDERA ROLANDO, RAMÍREZ KURI, PATRICIA, ZICCARDI ALICIA, 2008, **Pobreza, desigualdad y exclusión social en la ciudad del siglo XXI**. México Siglo XXI, UNAM, Instituto de investigaciones Sociales. México.

DAILEY GEORGE, **Normalizing Census Data Using ArcMap**, ESRI K-12 Education Program Manager. ArcUser January–March 2006. Pág. 52-53. ESRI.

<http://www.esri.com/news/arcuser/0206/files/normalize2.pdf>

Fecha de consulta: 12 de agosto de 2011.

DE ALBA FELIPE, 2007, **Geopolítica del agua en México: La oposición entre la hidropolítica y el conflicto sociopolítico. Los nuevos rostros de las “luchas” sociales**. INTERAÇÕES Revista Internacional de Desenvolvimento Local. V. 8, N. 1, p. 95-112, Mar.

DELGADO JAVIER Y VILLAREAL DIANA, (Coordinadores) 1991, **Cambios territoriales en México: exploraciones recientes**, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, 1^{ra} edición 1991, México DF. 335 Pág.

DOLLFUS, O. (1978). **El análisis geográfico**. Barcelona. Oikos-Tau.

DOUGLAS, MARY, 1986, **Risk acceptability according to the Social Sciences**, Russel Sage Foundation, Nueva York.

DOUGLAS MARY, 1996, **La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales**, Paidós Studio Barcelona.

DOUGLAS MARY Y WILDAVSKY AARON, 1982, **Risk and culture. An Essay on the selection of Technological and environmental dangers**, University of California Press, Berkeley, Los Ángeles.

DUCLOS DENIS. 1987, **La construction sociale du risque: le cas des ouvriers de la chimie face aux dangers industriels**. In: Revue française de sociologie. 1987, 28-1. pp. 17-42.

http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/rfsoc_00352969_1987_num_28_1_2366

ELHANCE ARUN P., 1999, **Hydropolitics in the Third World: conflict and cooperation in international river basins**. The United States Institute of Peace Press. 309 pág.

Elliott, E. Donald, 1983, **Risk and Culture: An Essay on the Selection of Technical and Environmental Dangers**. Faculty Scholarship Series. Paper 2192.

http://digitalcommons.law.yale.edu/fss_papers/2192

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Bibliografía y fuentes de información

ENGELS, FRIEDERICH, (Sin Fecha) **La cuestión de la vivienda**, Ediciones y distribuciones Hispánicas, S.A. de C.V., México D.F., 142 Pág.

FARELL J., BAILEY K., CHILTON J., DAHI E., FEWTRELL L., Y MAGARA Y., 2006, **Fluoride in Drinking-water**, World Health Organization, IWA Publishing. 134 pág.

FOLADORI GUILLERMO Y PIERRI NAÍNA (Coord.) 2005, **¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable**, Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial. México: Miguel Ángel Porrúa, UAZ, Cámara de Diputados LIX Legislatura, ISBN 970-701-610-8.

GARCÍA ACOSTA, VIRGINIA, 2005, **El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos**, Desacatos, Septiembre-Diciembre, número 019, Centro de investigaciones y estudios superiores en Antropología Social, México DF. pp11-24.

GARCÍA, ENRIQUETA. 1998, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Climas (clasificación de Köppen, modificado por García).

GARROCHO, CARLOS Y JAIME SOBRINO, (coordinadores) 1995, Sistemas metropolitanos, nuevos enfoques y prospectivas Simposio, México, Jiménez Editores.

GILBERT, ALAN, 1997, **La ciudad latinoamericana**, Siglo XXI Editores, Madrid España, 227 Pág.

GLEICK, PETER H. 1996. **Basic water requirements for human activities: Meeting basic needs**. International Water, 21 Pacific Institute for Studies in Development, Environment and Security, Oakland, Ca, EUA.

GLEICK PETER H., 2002, **The World's Water 2002-2003 (Volume 3): The Biennial Report on Freshwater Resources**. Island Press, Washington D.C.

GÓMEZ, M. Y BARREDO, J.I., 2005, **Evaluación multicriterio y Sistemas de Información Geográfica en la Ordenación del Territorio**. 2ª edición, Madrid, Editorial RA-MA, 279 p.

HAGGETT, P. (1977). **Locational Analysis in Human Geography**. Edward Arnold Publishers.

HARNER, JONH, KUBY MICHAEL, AND GOBER, PATRICIA, 2002, **Human Geography in action**, Second edition, John Wiley and Sons Inc, United States of America, 438 pág.

HARVEY, DAVID, 1979, **Urbanismo y desigualdad social**, Siglo XXI Editores, 3ª edición, México, 341 Pág.

HERGT, T.; CASTRO-LARRAGOITIA, J.; CARDONA-BENAVIDES, A. y Carrillo-Rivera, J. 2009. **Análisis multivariado en la definición de sistemas de flujo de agua subterránea en San Luis Potosí, México**. Ingeniería Hidráulica en México, Vol. XXV, núm. 4, II Época, octubre-diciembre.

HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, MARÍA DE LOURDES, 2010, **Geografía del desequilibrio: un estudio de la vulnerabilidad hídrica entre habitantes urbanos y rurales de la Matlalcueye**, El Colegio de Tlaxcala A.C. 1er Congreso Red de Investigadores Sociales del Agua.

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Bibliografía y fuentes de información

HOPWOOD, BILL, MARY MELLOR AND GEOFF O'BRIEN, 2005. **Sustainable Development: Mapping Different Approaches**. Sustainable Development No. 13, 2005, pp. 38- 52. Wiley InterScience.

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA (IMTA) 2010, **Efectos del Cambio Climático en los Recursos Hídricos de México, volumen III. Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático**. Polioptro F. Martínez Austria y Carlos Patiño Gómez (Coordinadores), Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 164 pág.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Carta Estatal Geológica San Luis Potosí.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) , Lugo Hupb J., Vidal Zepeda, R., Fernández-Equiarte, a., Gallegos García, A., Zavala H., y otros, (1990). Hipsometría, extraído de Hipsometría y Barimetría, I.I.I. Atlas Nacional de México. Instituto de Geografía, UNAM.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) Censo de población y vivienda 1995. México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) Censo general de población y vivienda 2000, México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) Censo de población y vivienda 2005. México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2007. **Boletín de los Sistemas Nacionales Estadísticos de Información Geográfica**, Vol. 2 Núm. 2.

INTERAPAS, Informe Anual 2006. San Luis Potosí, San Luis Potosí.

INTERAPAS, Informe Anual 2007. San Luis Potosí, San Luis Potosí.

INTERAPAS, Informe Anual 2008. San Luis Potosí, San Luis Potosí.

INTERAPAS, Informe Anual 2009. San Luis Potosí, San Luis Potosí.

INTERAPAS, Informe Anual 2010. San Luis Potosí, San Luis Potosí.

INTERAPAS, Informe Anual 2011. San Luis Potosí, San Luis Potosí.

KAISER SCHLITTER, ARNOLDO, 1992, **Breve historia de la ciudad de San Luis Potosí**, San Luis Potosí, Al libro mayor, 76 p.

LABARTHE HG, TRISTÁN M., 1978, **Cartografía Geológica Hoja San Luis Potosí**, Instituto de Geología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí FT No. 59

LACOSTE, YVES Y GHIRARDI, RAYMOND, 1983, **Geografía General Física y Humana**, Oikos Tau, Barcelona España, 237 pag.

LA RED, 1993, **Agenda de investigación y constitución orgánica**, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, Lima.

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Bibliografía y fuentes de información

LAVELL, ALLAN, 1998, **Un encuentro con la verdad: los desastres en América Latina durante 1998**, Anuario Social y Político de América Latina y el Caribe, FLACSO-Editorial Nueva Sociedad, Caracas, pp. 164-172.

LAVELL ALLAN, 2000, **Desastres y desarrollo: hacia un entendimiento de las formas de construcción social de un desastre. El caso del huracán Mitch en Centroamérica**, en Nora Garita y Jorge Nowalski (editores), Del desastre al desarrollo humano sostenible en Centroamérica, Banco Interamericano de Desarrollo-Centro Internacional para el Desarrollo Humano Sostenible, San José de Costa Rica, pp. 7-45.

Lewis, J.L. 1976. **A New Look at the Four Traditions of Geography**, Journal of Geography 75(9): 520-530.

LÓPEZ CRUZ, EDUARDO, 2010, **Por debajo del agua, relatos**, Programa de Cultura del Agua, INTERAPAS. San Luis Potosí, San Luis Potosí.

MADRID SOTO, ADRIANA Y ORTIZ LÓPEZ, LINA MARÍA. 2005, **Análisis y síntesis en cartografía: algunos procedimientos**. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

MAGANDA CARMEN, (2005) Ponencia, **“El acceso al agua en contextos de crecimiento urbano y vulnerabilidad hídrica. Dos historias de retos y conflictos: Guanajuato, México y Sur de California E.U.” Symposium Los Usos del Agua: su Impacto en la Historia**. Primer Congreso Latinoamericano de Antropología. Rosario, Argentina Julio 11-14.

MARZÁ BATALLER, MARÍA JOSÉ, 2008, **El papel de las naciones unidas en la reducción de la vulnerabilidad hídrica en los asentamientos urbanos**. Revista electrónica de estudios internacionales.

MAURI, RENÉ, 2002, **Hidropolítica y conflictos por el agua en el Mediterráneo: el caso del Medio Oriente** en Patricia Ávila, Editora, Agua, cultura y sociedad en México, El Colegio de Michoacán, México.

MÉNDEZ RODRÍGUEZ, ALEJANDRO (Coordinador), 2006, **Estudios urbanos contemporáneos**, Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto de Investigaciones Económicas, México DF., 1^{ra} edición, 220 Pág.

MENDOZA, M. 2008. **Metodología para el análisis de vulnerabilidad del recurso hídrico para consumo humano; aplicación y determinación de medidas de adaptación en la subcuenca del río Copán, Honduras**. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 113 p.

MONTEAGUDO KATIA, 2010, **Agua, las guerras en puerta**. 22 de febrero de 2010, La Habana Cuba. Red Voltaire, Red de prensa no alineada.
<http://www.voltairenet.org/article164144.html>. Fecha de consulta: 4 octubre de 2010.

MORENO MATA, ADRIÁN, 1998, **Gobierno Local, Planeación y gestión de los servicios públicos en ciudades medias de México. El caso de la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí**, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Economía, Sociedad y Territorio Enero-Junio, año/vol. 1, numero 003, El Colegio Mexiquense, A.C. Toluca, México Pág. 519-545.

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Bibliografía y fuentes de información

NAVARRETE EMMA LILIANA Y VERA BOLAÑOS MARTHA G. (Coordinadoras) 1994, **Población y sociedad**, El Colegio Mexiquense, Consejo estatal de población, Zinacantepec Edo. de México, Pág. 442.

NOYOLA-MEDRANO, M.C., RAMOS-LEAL, J.A., DOMÍNGUEZ-MARIANI, E., PINEDA-MARTÍNEZ, L.F., LÓPEZ-LOERA, H., CARBAJAL, N. 2009, **Factores que dan origen al minado de acuíferos en ambientes áridos: caso Valle de San Luis Potosí**: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 26, num. 2, p. 395-410.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2006, Informe sobre desarrollo humano. Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua. 422 pág.

OLIVO SILVIA Y MARTÍNEZ JUANA, 2000, **Saneamiento Integral de las Aguas Residuales de la Zona Conurbada de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez**, SLP, Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal San Luis Potosí.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD/WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2003. **The right to water. Health and human rights**. Publication series; no 3. OMS, París, Francia.

ORTIZ PÉREZ, MARÍA DEGRACIAS, 2006, **Evaluación de la Contaminación por Flúor y Arsénico en el Agua de Pozo para Consumo Humano de las Zonas Centro, Altiplano y Media del Estado de San Luis Potosí**. UASLP.

PADILLA Y SOTELO, LILIA SUSANA, 2002, **Aspectos Sociales de la población en México: Vivienda**, temas selectos de Geografía de México, 1^{ra} edición noviembre de 2002, Instituto de Geografía, UNAM, México D.F. 133 Pág.

PEÑA, FRANCISCO, 2005, **El abasto de agua a la ciudad de San Luis Potosí**, en David Barkin (coordinador) El abasto de agua urbana en México, Universidad de Guadalajara, 249-264.

PEÑA LLOPIS, JUAN, 2008, **Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio**, 3^{ra} edición, Editorial Club Universitario, Alicante España, 310 Pág.

Plan del Centro de Población Estratégico San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez. H. Ayuntamiento de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P. Proyecto de actualización Marzo de 2003. 171 pág.

Plan municipal de desarrollo urbano del municipio libre de San Luis Potosí, modificación específica al plan Octubre 2006. H. Ayuntamiento de San Luis Potosí.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) 2006, Informe sobre desarrollo humano San Luis Potosí 2005, Publicado por México, DF.

RASKIN PAUL, TARIQ BANURI, GILBERTO GALLOPÍN, PABLO GUTMAN, AL HAMMOND, ROBERT KATES, ROB SWART, 2002. **La Gran Transición. La promesa y la atracción del futuro**. Chile: CEPAL, Global Scenario Group, Stockholm Environment Institute, 79 p

REYES PERALTA, JOSÉ FRANCISCO, **Análisis espacial con datos raster en ArcGIS Desktop 9.2**. [http:// www.gabrielortiz.com](http://www.gabrielortiz.com)
Sin Fecha.

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Bibliografía y fuentes de información

RENTERÍA VARGAS, J.; RUIZ VELAZCO, A. **Morfología de la ciudad y movilidad intraurbana: Guadalajara al borde de la parálisis**. Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2005, vol. IX, núm. 194. <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-194-06.htm> [ISSN: 1138-9788] Consultado el día 10 de septiembre de 2007.

RUBIO IGNACIO, 2010, **Vulnerabilidad y agua: Elementos para una discusión crítica**. El Colegio de Tlaxcala. Primer congreso Red de Investigadores Sociales sobre Agua, Marzo de 2010.

SANTOS, MILTON, 2000, **La Naturaleza del espacio, técnica y tiempo. Razón y emoción**, Editorial Ariel, 1ra edición, Barcelona España, 348 Pág.

SCORNIK, MARINA, BARRETO, MIGUEL A, PELLI VICTOR S, 2004, **Pautas para la ordenación de urbana de áreas con vulnerabilidad hídrica del gran resistencia**. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas.

SCORNIK MARINA Y PELLI VICTOR SAÚL. 2003, **La problemática de los asentamientos en las diferentes zonas de vulnerabilidad hídrica del gran resistencia y su encuadre legal-normativo**.

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), **Índice de marginación urbana 2000**, México, 2003.

SEEFÓO LUJÁN, J. LUIS. 2004. "Reseña de **"La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales"** de Mary Douglas". Relaciones, num. invierno, pp. 299-306.

Subsecretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAP) (1998). Mapa de suelos dominantes de la República Mexicana, primera aproximación 1996.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, COTAS Acuífero del Valle de San Luis Potosí, Comisión Nacional del Agua. **Estudio técnico respecto a las condiciones geohidrológicas y sociales del acuífero 2411 "San Luis Potosí" en el estado de San Luis Potosí**. Octubre 2005. 74 Pág.

SHIKLOMANOV, IGOR, 2002, **World Water resources at the beginning of the 21st century**, PHI-UNESCO.

SHIVA VANDANA, 2003, **Las Guerras del Agua. Privatización, Contaminación y Lucro**, Siglo XXI, México.

STEVENS VÁZQUEZ, GUILLERMO SIGFRIDO, 2008, **Crecimiento urbano de la ciudad de San Luis Potosí con base en la vivienda, desarrollo y problemática en el periodo 1993-2007**. Tesis de Licenciatura en Geografía, Coordinación de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

TÉLLEZ, CARLOS Y E. OLIVERA, PATRICIA (Coordinadores), 2005, **Debates en la Geografía Contemporánea, Homenaje a Milton Santos**, El Colegio de Michoacán, Embajada de Brasil, Facultad de Filosofía y Letras (UNAM), Universidad de Guadalajara, Zamora Michoacán, 239 pág.

UNEP 2002, **"Integrating Environment and Development: 1972–2002"**. Chapter 1 in: Global Environment Outlook 3 (GEO3). London: EarthPrint. 424 p. (pp. 1-27). [*]

UNESCO-IHE, 2004, **International Hydrological Education Program**, París.

Análisis espacial de la vulnerabilidad hídrica en la Zona Metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, México.

Bibliografía y fuentes de información

VLACHOS, E. Y BRAGA, B., 2001, "**The Challenge of Urban Water Management**" en Maksimovicy, C. y Tejada-Guibert, J.A. (Eds), *Frontiers in Urban Water Management: Deadlock or Hope*, International Water Association Publishing, Londres.

VOLTAIRE 1996, "**Literatura y desastres. Poema sobre el desastre de Lisboa o examen de este axioma: todo está bien de Voltaire**", *Desastres y sociedad*, No. 6, LA RED, Lima, 193- 197 pp.

WILCHES-CHAUX, GUSTAVO, 1993, **La vulnerabilidad global**, en Andrew Maskrey (Compilador), *Los desastres no son naturales*, LA RED-Tercer Mundo Editores, Bogotá, pp. 9-50.

WORLD WATER COUNCIL 2010, Water crisis.
<http://www.worldwatercouncil.org/index.php?id=25>
Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2011.

WRI, UNDP, UNEP; World Bank; 2003, *World Resources Institute, World Resources 2002-2004: Decisions for the Earth: Balance, voice, and power*. Washington 315 pág.

PERIÓDICOS Y SITIOS EN INTERNET

Diario Oficial de la Federación No. 31, 30 junio 1961, T.G.N.-6216-60

Diario Oficial de la Federación, 18 octubre 1962, Artículo 3°, pág. 2

Diario Oficial de la Federación, Modificación a la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, "**Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización**". Miércoles 22 de noviembre del 2000.

Diario Oficial de la Federación, Disponibilidad del acuífero 2411 'San Luis Potosí', Tomo DXCII No. 23; México, DF., viernes 31 de enero de 2003, p. 94.

Periódico Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de San Luis Potosí, año LXXVI San Luis Potosí, San Luis Potosí, 24 de septiembre de 1993, número 77, quinta sección. Secretaría General de Gobierno

Periódico Pulso de San Luis, 23 de junio de 1998.

Araiza, Consuelo (2007) **Explotación irracional del acuífero potosino**, Revista Buzos – SLP. [http://www.buzos.com.mx/315/reporte_slp.html: 17 de octubre de 2010].

Carmona, Fernando (2008) **En aprietos INTERAPAS sobre privatización de agua**. *Magazinemx Comunicación interactiva*, 3 de junio de 2008. [<http://www.magazinemx.com/bj/articulos/articulos.php?art=6628#>: 14 de mayo de 2011].

Gutiérrez Guillén, José (2008) **Gobierno del estado no debe manosear el tema del agua como campaña política: de la Rosa Charcas**. *La Jornada San Luis*, 21 de junio de 2008. [<http://www.lajornadasanluis.com.mx/2008/06/21/pol3.php>: 17 de octubre de 2010].

Pedraza, Rosa Elena (2011) **Aguas del Poniente carece de concesión de agua pero sí cobra el servicio**, *La razón*, el periódico de San Luis, 23 de febrero de 2011. [<http://www.larazonslp.com/sitio/nota.php?id=33915>: 14 de mayo de 2011].