

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo
secretarial 15018, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre
de 1976.

Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano
MAESTRÍA EN CIUDAD Y ESPACIO PÚBLICO SUSTENTABLE



Propuesta de mejora normativa para la protección
del agua subterránea en el Área Metropolitana de
Guadalajara, Jalisco.

TRABAJO RECEPCIONAL para obtener el grado de
Maestro en Ciudad y Espacio Público Sustentable

Presenta: **PABLO EDEN WYNTER BLANCO**

Tutor Dra. Liliana Andrea Peñuela Arévalo
cotutor Dr. Alberto Bayardo Pérez Arce

Tlaquepaque, Jalisco. agosto de 2021.

Agradecimientos:

Agradezco al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), por el apoyo y patrocinio para la realización de este trabajo de obtención de grado.

Agradezco infinitamente a la Dra. Liliana Peñuela por ser una excelente guía en este proyecto y al Dr. Alberto Bayardo por sus valiosas observaciones que lo hicieron posible.

Sinceras gracias a todos mis maestros, servidores públicos y académicos que dieron su tiempo para transmitirme sus visiones e inquietudes, así como a todos mis compañeros de maestría que fueron de gran apoyo moral en los momentos de vulnerabilidad y tensión provocados por el encierro y el temor que trajo la pandemia generada por el coronavirus-19.

Un especial agradecimiento a Dios por hacerlo todo posible.

Resumen

El acceso al agua potable en las ciudades está adquiriendo mayor relevancia cada día dada la problemática que implica garantizarlo. No obstante lo anterior, el volumen del agua subterránea, que es una de las principales fuentes de abastecimiento para consumo humano, agricultura e industria en el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), sigue siendo un tema poco atendido, con falta de control de pozos clandestinos, falta de supervisión de las concesiones, afectación de los flujos subterráneos, y con especial énfasis en la pérdida de zonas naturales de recarga y descarga; por lo tanto, con el presente proyecto, se pretende proponer modificaciones al marco normativo local, a fin de contribuir a la recuperación, cuidado y sostenibilidad hacia el futuro del agua subterránea, buscando garantizar su disponibilidad para las futuras generaciones y el equilibrio del ecosistema.

Este proyecto profesionalizante de desarrollo e innovación, se adscribe a la LGAC, 2. Soluciones espaciales al hábitat inmediato; marcos normativos hacia la sustentabilidad del hábitat.

Palabras clave: marco normativo, recuperación y protección del agua subterránea, sistema de flujos de agua subterránea, Área Metropolitana de Guadalajara, Jalisco.

Índice de contenido

Resumen.....	3
Palabras clave:.....	3
1.1 Delimitación del objeto de innovación	7
1.1.2 Definición de términos:.....	7
1.2 Descripción de la situación-problema.....	8
1.3 Importancia del proyecto.....	13
2. Encuadre contextual y marco conceptual.....	15
2.1 Marco Conceptual y Normativo	15
2.1.1 Derecho al agua en el ámbito internacional	15
2.1.2 Derecho al agua en México y su protección:	17
2.1.3 Análisis de la legislación que contempla la protección del Agua en el AMG	19
2.2 Casos análogos de cuidado del ambiente y el agua subterránea.	20
2.3 El agua subterránea en el Área Metropolitana de Guadalajara.....	26
2.3.1 Acuíferos que surten al Área Metropolitana de Guadalajara y su disponibilidad:	28
2.3.2 Planeación territorial.....	30
2.4 Referencias conceptuales del tema	32
2.4.1. Sostenibilidad	32
2.4.2. Ciclo del agua	34
2.4.3. Agua Subterránea.....	35
2.4.4. Acuíferos.....	37
2.4.5. Acuíferos confinados y libres	38
2.4.6. Manantiales.....	40
2.4.7. Teoría de sistemas de flujo de agua subterránea	40
2.4.8. Explotación	43
2.5 Cómo se hace una Iniciativa de ley	45
3. Diseño metodológico	46
3.1 Supuesto de trabajo	46
3.2 Preguntas generadoras	47
3.3 Objetivos	47
3.4 Elección metodológica	48
3.5 Selección de técnicas y diseño de instrumentos.....	50
3.6 Cuadro de variables.....	53

4.1 Bibliografía y actores clave.....	54
4.2 Hallazgos aprovechables	56
4.3 Preguntas clave	60
4.4 Discusión de resultados.....	92
5. Conclusiones y/o Recomendaciones.....	97
6. Diseño aplicativo de la solución	103
6.1. Estudios Regionales de agua subterránea	104
6.2. Coeficientes de construcción.	104
6.3 Regulación de sótanos profundos en las construcciones y estudios locales de agua subterránea.....	105
6.4. Propuesta normativa.....	106
6.4.1. Solución propuesta en relación con el coeficiente de construcción.....	106
6.4.2. Modificaciones a la legislación	107
7. Bibliografía y fuentes consultadas	119

Índice de Figuras

<i>Figura 1 Reservas urbanas de conformidad al POTmet (IMEPLAN, 2016)</i>	12
<i>Figura 2 Fuentes de agua que abastecen el AMG de conformidad a Jorge Gastón Alcerreca titular de la Secretaría de Gestión Integral del Agua</i>	27
<i>Figura 3 Localización del acuífero Atemajac, tomado de CONAGUA (2018a)</i>	29
<i>Figura 4 Localización del acuífero Toluquilla, tomado de CONAGUA (2018b)</i>	30
<i>Figura 5 Porcentaje de agua dulce asequible en México (Datos de Domínguez y Carrillo, 2017)</i>	36
<i>Figura 6 Nivel freático, zona saturada y zona no-saturada, tomado de Moore et al. (2002)</i>	38
<i>Figura 7 Acuíferos confinados y no confinados, tomado de Moore et al. (2002)</i>	38
<i>Figura 8 Flujos de agua subterránea, tomado de Moore et al. (2002).</i>	42
<i>Figura 9 Marco metodológico.</i>	50
<i>Figura 10 Cuadro de variables</i>	53
<i>Figura 11 Normas consultadas por tema</i>	74
<i>Figura 12 polígono de protección de acuíferos (IMEPLAN, 2016)</i>	91
<i>Figura 13 Áreas de protección a cuerpos de agua y protección a acuíferos (Plan Parcial de Desarrollo Urbano de Guadalajara Distrito 2 Minerva, Subdistrito 1 Colomos, 2017).</i>	91
<i>Figura 14 Polígonos de protección de acuíferos en Guadalajara, zona Colomos (Plan Parcial de Desarrollo Urbano de Guadalajara Distrito 2 Minerva, Subdistrito 3 Country, 2017)</i>	92
<i>Figura 15 Ruta actual licencia de construcción en Guadalajara</i>	117
<i>Figura 16 Ruta propuesta licencia de construcción en el AMG</i>	118

Índice de Tablas

<i>Tabla 1 Esquema de actores y sus intereses</i>	87
<i>Tabla 2 Decretos de Protección de Áreas Naturales en el AMG</i>	89
<i>Tabla 3 Propuesta modificación de normas</i>	107

1.1 Delimitación del objeto de innovación

El objeto de innovación es la propuesta de modificación de la normativa local vigente en materia de agua subterránea y de ordenamiento del territorio, a fin de llevar a cabo un uso y óptima protección del agua subterránea en el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), que posibilite su accesibilidad para futuras generaciones, tanto en calidad como en volumen.

Este trabajo requerirá ser visto desde la perspectiva jurídica a fin de conocer el marco normativo actual que requiere modificarse para mejorar y garantizar la protección y conservación del agua subterránea, así como evitar alteraciones a sus sistemas de flujo; la propuesta deberá apoyarse de la hidrogeología, ciencia que propone los estudios y la metodología que resultan necesarios para tener los datos duros de la ubicación y conformación de los acuíferos (basado en delimitaciones físicas), sus zonas de recarga y descarga, los diferentes flujos que existen, y su circulación; asimismo se requerirá de la química con el objeto de conocer la composición del líquido, sus características y su comportamiento, y finalmente de la ciencia política a fin de determinar la forma, estructura y estrategia para proponer la norma o ley que pueda ser aceptada y promulgada.

Definición de términos:

A lo largo de este trabajo se hablará repetidamente de:

Infiltración: proceso por el cual el agua se incorpora al suelo en la superficie. (Price, 2003)

Acuífero: capas de roca- o de material no consolidado- lo suficientemente porosas para almacenar agua, y con la permeabilidad necesaria para permitir que el agua fluya a través de ellas en cantidades económicas y de calidad deseable. (Price, 2003)

Nivel freático: nivel superior de la zona saturada. (Price, 2003)

Zona saturada: material rocoso cuyos poros están llenos de agua. (Price, 2003)

Agua subterránea: agua en la zona saturada, es decir, la que se encuentra debajo del nivel freático. (Price, 2003)

Finalmente resulta necesario definir los términos a los que nos referiremos con disponibilidad, escasez y a los flujos de agua subterránea, cuya definición no se toma de un autor en específico, sino que será tema de discusión en capítulos posteriores, por lo que se describen de manera simple como:

Disponibilidad: según la Ley de aguas Nacionales, es el volumen medio anual de agua subterránea que puede ser extraído de esa unidad hidrogeológica para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas (Ley de Aguas Nacionales, 1992)

Escasez: disminución de la cantidad de agua que puede ser aprovechada para consumo humano, utilización en la industria o la agricultura.

Sistemas de flujo de agua subterránea: líneas de circulación del agua subterránea que permiten conocer y explicar el comportamiento, entrada y destino del flujo del agua en el subsuelo.

1.2 Descripción de la situación-problema

Según las Naciones Unidas, para el 2050 está proyectado que la demanda de agua dulce incremente en 55%, que incluye la demanda por manufactura, generación de energía térmica y el uso doméstico. (UNESCO, 2015)

Por su parte de conformidad a lo manifestado en la propuesta de ley que diversos expertos en el tema están impulsando en el congreso que se titula *Ley de Agua Subterránea: una propuesta*; en México, la disponibilidad de agua por habitante ha caído un 78% de 1950 a 2013 (de 18,035 a 3,982 m³/hab) y según la clasificación de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), que de 731

cuencas hidrológicas, 104 (14%) tienen problemas de disponibilidad y de los 653 acuíferos, 106 están sobreexplotados, o sea, el 16%. (Carmona Lara, *et al.* (2017)

Respecto del Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), según los últimos datos exhibidos por el Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA), los dos acuíferos localizados en el AMG, Atemajac y Toluquilla están sobreexplotados (Oficialía Mayor de Gobierno del Estado de Jalisco, 2013).

En ese sentido, según la información y terminología que utiliza la CONAGUA, se extrae más agua de la que los acuíferos del AMG obtienen de forma natural, por lo tanto, se pone en riesgo el balance hídrico, y por lo tanto, la sostenibilidad y correcto funcionamiento del ecosistema.

Según Jorge Gastón González Alcerreca, titular de la Secretaría de Gestión Integral del Agua del Gobierno del Estado de Jalisco (SEGIA), existe actualmente un déficit de $3\text{m}^3/\text{s}$ en el suministro, y una incapacidad de otorgar servicio de agua potable al 20% de la población del AMG. La mayoría de los pozos de donde se obtiene el agua subterránea tienen una profundidad de 380 metros, de los que se están bombeando agua de sus niveles más profundos. (Jorge Gastón González Alcerreca, comunicación personal, 27 de agosto de 2019)

Con base en dichas afirmaciones, se puede inferir un posible abatimiento de los niveles freáticos de los pozos que operan en el AMG, que no solo implica un mayor costo económico para la obtención del agua, dada la necesidad de implementar infraestructura profunda y al alto consumo de energía para su bombeo a la superficie, sino que el líquido que se está obteniendo, según datos proporcionados por titular de la SEGIA, contiene metales pesados, lo que da pie a intuir que puede estarse provocando inducción de un flujo a otro, es decir, que un flujo de mayor profundidad sea captado, lo que conlleva un riesgo a la salud, toda vez que dichos flujos pueden al tener contacto con rocas, pueden contener minerales que son dañinos para el consumo humano.

Esa situación, de conformidad con Carmona Lara, *et al.* (2017), está siendo provocada porque la ley vigente y la política hídrica del país, no permiten una planeación y gestión del agua adecuada e integral, no se tiene una medida de los factores geológicos, hidrogeológicos, climáticos y geomorfológicos que limitan a los acuíferos y que permiten su regulación y no se sabe cuál es el nivel de extracción sostenible.

Es así que a partir de los resultados reportados por la CONAGUA y la metodología que dicho organismo utiliza, se puede apreciar que los cálculos están basados en estimaciones matemáticas, no en mediciones precisas, que pueden ser sujetos a discrecionalidad y no revelar el estado que guarda un acuífero, lo que permite una extracción discrecional y la falta de un conocimiento puntual del verdadero estado de los acuíferos y por lo tanto resta importancia de la necesidad urgente de que se establezcan medidas puntuales para su protección.

Diferentes autores como lo son Carmona Lara, *et al.* (2017), manifiestan que la NOM 011, que es la norma que es utilizada por las autoridades administrativas para medir el balance hídrico de los acuíferos, utiliza polígonos delimitados administrativamente y no con criterios hidrológicos para determinar la disponibilidad de agua subterránea para concesiones, sin monitoreo en campo, ni revisión pública.

Aunado a lo anterior, de conformidad al artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (1988), se requiere que cuando se vayan a realizar obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico, exista una evaluación de impacto ambiental, sin embargo, ni en dicha ley ni su reglamento se contemplan las obras que puedan causar desequilibrio ecológico por daño en el agua subterránea a los acuíferos, sino únicamente se pronuncia sobre obras en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.

Por lo tanto, si se dañan los acuíferos, tal y como se expondrá en líneas posteriores, se produce el riesgo de que se genere desequilibrio ambiental resultando inconcusa la necesidad de mejorar la legislación a fin de que se proteja esta fuente de vital importancia.

Así que distintos autores, en particular Carmona Lara, *et al.* (2017), levantan la crítica de que el agua subterránea no se protege adecuadamente, se extrae y se utiliza sin control, no se mide de manera continua, no se monitorea y no se evalúa de forma precisa ni su volumen, ni su calidad, y por lo tanto no se conoce el volumen de extracción sostenible y nadie se responsabiliza de las medidas a adoptar en caso de afección al agua subterránea.

En ese orden de ideas, podemos observar que de conformidad a los críticos y expertos citados, no se está dando un uso o aprovechamiento sustentable del agua subterránea en el AMG, y posiblemente cada día se pierden más zonas de recarga y descarga de los acuíferos, situación que contribuye a que se afecte el ciclo del agua y por lo tanto se ponga en riesgo al ecosistema.

Lo anterior, se corrobora toda vez que de conformidad al Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano del Área Metropolitana de Guadalajara (POTmet):

Existen 44,835 ha de reservas urbanas vigentes y solo el 2% (1,040 ha), representan espacios verdes.

Aunado a que se contempla que en el escenario de proyección poblacional para el 2016 donde se mantiene el crecimiento urbano con la densidad actual (67.7 hab/ha), la ciudad requiere 26,166 hectáreas para consumirse hacia el año 2045. (IMEPLAN, 2016).

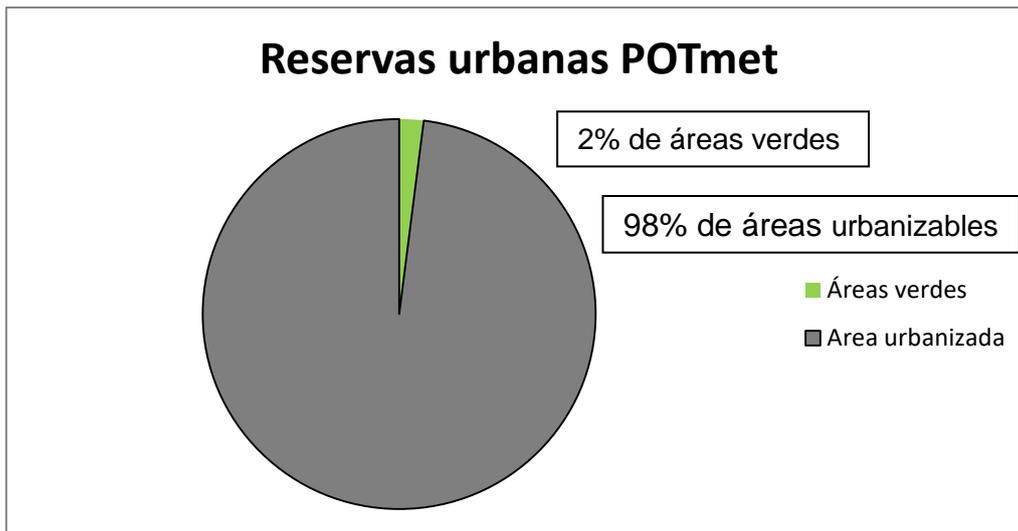


Figura 1 Reservas urbanas de conformidad al POTmet (IMEPLAN, 2016)

Es decir, de conformidad a los instrumentos de planeación urbana, se tiene contemplado que la expansión urbana continúe y con ello, la construcción de calles y edificios que a su vez impermeabilizan el suelo impidiendo la infiltración y afloramiento del agua de lluvia, lo que se traduce en la pérdida de zonas naturales de descarga y recarga de agua subterránea que resultan vitales para el funcionamiento del ecosistema que hoy en día ya presenta fragilidades, percibiéndose en el cambio climático y el calentamiento global que son cada día más visibles.

Por lo tanto, si se continúa con esta planeación urbana tal y como se proyecta, se puede provocar, por una parte la pérdida de manantiales, cuerpos de agua, vegetación, entre otros y con la alteración o extracción intensiva de esta fuente de agua, la disminución del potencial de infiltración, la infiltración de agua a través de pozos de absorción, entre otros se pueden generar cambios irreversibles en el suelo, flora y fauna, trayendo una gran pérdida de biodiversidad y un desequilibrio en el funcionamiento del ambiente, lo que se traduce en una merma de calidad de vida para todos.

Adicionalmente, la afectación al agua subterránea, implica también la pérdida de sustentabilidad y resiliencia de los asentamientos urbanos, se crean

problemas como el aumento de desastres relacionados con el agua, como inundaciones y sequías, al no poder infiltrarse el agua adecuadamente y en donde solía lograrse, (que conllevan enormes consecuencias para la salud y el bienestar humano), afectando la seguridad, el ambiente, el crecimiento económico y el desarrollo; y por último pone en una posición sumamente complicada a los gobiernos toda vez que se ven imposibilitados para garantizar el derecho humano de acceso al agua potable en las cantidades adecuadas, para su pleno desarrollo, de conformidad a nuestra carta magna y a los diversos tratados internacionales de los que México es parte.

1.3 Importancia del proyecto

Ante la ineludible problemática que fue expuesta en el apartado anterior, el presente proyecto resulta esencial para:

- Todos los habitantes de Guadalajara, como personas con derecho de acceso al agua potable, conforme a los factores de disponibilidad, calidad y accesibilidad física, económica, sin discriminación e informada.
- Autoridades, para poder garantizar el derecho de acceso al agua potable y generar áreas de protección.
- Industria y agricultura, para garantizar el insumo para sus actividades.
- Desarrolladores inmobiliarios, para conocer el verdadero potencial de sus predios.
- Ecosistema, para garantizar su adecuado funcionamiento.
- Población mundial, para mitigar el cambio climático y calentamiento global.

Así que, la elaboración y éxito de este trabajo de obtención de grado, es indispensable y urgente toda vez que el agua subterránea que surte a la metrópoli, no está siendo debidamente protegida y por lo tanto de continuar la situación como está, nos exponemos a afectar de forma irremediable dicha fuente de vital importancia.

Asimismo, de lograrse que se apruebe una norma que implique la obligatoriedad de realizarse estudios de los sistemas de flujo del agua subterránea en la ciudad, para conocer la forma y cantidades en que se puede sustraer sustentablemente, y sanciones puntuales para que la planeación urbana se realice en atención a la protección de las zonas de recarga y descarga, que resultan esenciales para la conservación del agua subterránea y los acuíferos por donde circula, permitiría conocer las zonas que pueden ser urbanizadas sin un gran impacto al ecosistema y las características de los edificios que pueden ser construidos para no generar afectaciones a los mismos.

Por lo tanto, de no modificarse el conjunto de normas que imponen deberes y normas que confieren facultades, que establecen las bases de convivencia social y cuyo fin es dotar a todos los miembros de la sociedad de los mínimos de seguridad, certeza, igualdad, libertad y justicia (Kelsen, 1993), resulta claro que, no solo se pone en riesgo la salud del ecosistema, la conservación de la biodiversidad y por lo tanto el derecho a vivir en un ambiente sano, sino que se arriesga directamente la salud de la población, la integridad física de los pobladores y su patrimonio al provocarse cambios en la calidad del agua, compactación del suelo y por lo tanto riesgos de anegación, desecamiento, hundimientos, fallas geológicas, entre otros.

Aunado a lo anterior, si se conoce el funcionamiento de los flujos del agua subterránea se podrá instalar pozos más eficientes, obtener agua de mejor calidad, y extrayendo volúmenes de agua que generen el mínimo impacto ambiental, lo que resolvería los problemas de abasto de la ciudad; asimismo existiría la posibilidad de generar desarrollos inmobiliarios, que siendo igual de redituables, no afecten o impacten tanto al ambiente, o viceversa, dando posibilidad de un crecimiento y desarrollo sin un menoscabo grave al ecosistema.

Es entonces que de lograrse la modificación de la norma, permitiría generar una nueva metodología obligatoria de gestión del agua y se abonaría a la sustentabilidad urbana de la ciudad, al resolverse problemas de abastecimiento

de agua potable, garantizándose el derecho al acceso a agua de calidad y por lo tanto, a su vez, la ciudad se vuelve mucho más resiliente ante eventos de sequías o daños en las redes que traen el agua desde el lago de Chapala u otras fuentes, toda vez que con una gestión informada y responsable, existe la posibilidad de que el agua subterránea se vuelva la principal fuente de abastecimiento de la ciudad, sin que se dañe el ecosistema y sin contribuir al cambio climático.

2. Encuadre contextual y marco conceptual

2.1 Marco Conceptual y Normativo

En este apartado se hace mención de diversos documentos, tratados y/o resoluciones que contemplan el derecho al acceso al agua como un derecho fundamental del ser humano.



2.1.1 Derecho al agua en el ámbito internacional

El 28 de julio de 2010, a través de la Resolución 64/292, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al agua y

al saneamiento, reafirmando que “un agua potable limpia y el saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos.” (ONU, 2010)

Asimismo, a fin de que se garantice el derecho al agua, se requiere que su acceso tenga las siguientes características:

1. La disponibilidad. El abastecimiento de agua de cada persona debe ser continuo y suficiente para los usos personales y domésticos. Esos usos comprenden normalmente el consumo, el saneamiento, la colada, la preparación de alimentos y la higiene personal y doméstica. La cantidad de agua disponible para cada persona debería corresponder a las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS). También es posible que algunos individuos y grupos necesiten recursos de agua adicionales en razón de la salud, el clima y las condiciones de trabajo.

2. La calidad. El agua necesaria para cada uso personal o doméstico debe ser salubre, y, por lo tanto, no ha de contener microorganismos o sustancias químicas o radiactivas que puedan constituir una amenaza para la salud de las personas. Además, el agua debería tener un color, un olor y un sabor aceptables para cada uso personal o doméstico.

3. La accesibilidad. El agua y las instalaciones y servicios de agua deben ser accesibles a todos, sin discriminación alguna, dentro de la jurisdicción del Estado Parte. La accesibilidad presenta cuatro dimensiones superpuestas:

i) Accesibilidad física. El agua y las instalaciones y servicios de agua deben estar al alcance físico de todos los sectores de la población. Debe poderse acceder a un suministro de agua suficiente, salubre y aceptable en cada hogar, institución educativa o lugar de trabajo o en sus cercanías inmediatas. Todos los servicios e instalaciones de agua deben ser de calidad suficiente y culturalmente adecuados, y deben tener en cuenta las necesidades relativas al género, el ciclo vital y la intimidad. La seguridad física no debe verse amenazada durante el acceso a los servicios e instalaciones de agua.

ii) Accesibilidad económica. El agua y los servicios e instalaciones de agua deben estar al alcance de todos. Los costos y cargos directos e indirectos asociados con el abastecimiento de agua deben ser asequibles y no deben comprometer ni poner en peligro el ejercicio de otros derechos reconocidos en el Pacto.

iii) No discriminación. El agua y los servicios e instalaciones de agua deben ser accesibles a todos de hecho y de derecho, incluso a los sectores más vulnerables y marginados de la población, sin discriminación alguna por cualquiera de los motivos prohibidos.

iv) Acceso a la información. La accesibilidad comprende el derecho de solicitar, recibir y difundir información sobre las cuestiones del agua.” (Consejo Económico y Social, 2002: 5-7)

Aunado a lo anterior, en noviembre de 2002, el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales adoptó la Observación General N.º 15 sobre el derecho al agua, en donde establece que: "El derecho humano al agua es el derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico. Un abastecimiento adecuado de agua salubre es necesario para evitar la muerte por deshidratación, para reducir el riesgo de las enfermedades relacionadas con el agua y para satisfacer las necesidades de consumo y cocina y las necesidades de higiene personal y doméstica". (Consejo Económico y Social, 2002: 2)

2.1.2 Derecho al agua en México y su protección:

Por su parte, en México también existen intentos de protección y garantía del derecho de acceso al agua, claro ejemplo es el artículo cuarto, sexto párrafo de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos:

Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines. (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 1857)

Con fecha 1 de diciembre de 1992, se publicó la Ley de Aguas Nacionales cuyo objeto es regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable, definiendo éste como el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter hídrico, económico, social y ambiental, que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se fundamenta en las medidas necesarias para la preservación del equilibrio hidrológico, el aprovechamiento y protección de los

recursos hídricos, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de agua de las generaciones futuras.

En su artículo 7, se declara de utilidad pública, entre otras, la protección, mejoramiento, conservación y restauración de cuencas hidrológicas, acuíferos, cauces, vasos y demás depósitos de agua de propiedad nacional, zonas de captación de fuentes de abastecimiento, zonas federales, así como la infiltración natural o artificial de aguas para reabastecer mantos acuíferos; el restablecimiento del equilibrio hidrológico de las aguas nacionales, superficiales o del subsuelo y el restablecimiento del equilibrio de los ecosistemas vitales vinculados con el agua. (Ley de Aguas Nacionales,1992)

Por último, en el artículo 7 bis, se declara de interés público la cuenca conjuntamente con los acuíferos; y en el artículo 96 bis, establece que en caso de daños se debe cumplir con la reparación del daño ambiental. (Ley de Aguas Nacionales,1992)

Respecto de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente cuyo objetivo principal es garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar, el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales; se considera de utilidad pública:

- El ordenamiento ecológico del territorio nacional;
- El establecimiento, protección y preservación de las áreas naturales protegidas y de las zonas de restauración ecológica;
- La formulación y ejecución de acciones de protección y preservación de la biodiversidad.
- La regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de las aguas nacionales, la biodiversidad, la fauna y los demás recursos naturales de su competencia. (Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 1988)

Por lo tanto, se establece que en las áreas de protección de recursos naturales sólo podrán realizarse actividades relacionadas con la preservación, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en ellas comprendidos, así como con la investigación; y en su artículo 88, estipula que corresponde al Estado y a la sociedad la protección de los ecosistemas acuáticos y del equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico. (Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 1988)

2.1.3 Análisis de la legislación que contempla la protección del Agua en el AMG

Por su parte en el estado de Jalisco y en el AMG se han emitido diferentes normas que tienden a la protección del ambiente y a la regulación del territorio, como lo son:

Código Urbano para el Estado de Jalisco

Si se analiza este instrumento normativo, podemos percatarnos que en su artículo 5 estipula que las tierras, aguas y bosques que tengan características de valor científico, ambiental o paisajístico deben ser conservadas. (Código Urbano para el Estado de Jalisco, 2008)

Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

En su artículo 49, establece que las áreas estatales de protección hidrológica son aquellas destinadas a la preservación de ríos, manantiales, humedales y agua subterránea, a través de la protección de cuencas, áreas boscosas, llanuras y todas aquellas áreas que tengan impacto en las fuentes de producción y/o abastecimiento de agua; y en su artículo 65 determina que para la conservación de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, se deberá considerar la protección de suelos y áreas boscosas y selváticas, y el mantenimiento de caudales básicos ambientales de las corrientes de aguas, así como la capacidad de recarga de los acuíferos (Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 1989)

2.2 Casos análogos de cuidado del ambiente y el agua subterránea.

a) Internacionales:

En marzo de 2017, el Parlamento de Nueva Zelanda otorgó estatus de personería jurídica al río Whanganui, otorgándole derechos y deberes jurídicos, dándole representación en un tribunal por un delegado del Estado y otro del pueblo originario. (Te Awa Tupua (Whanganui River Claims Settlement) Act, 2017)

Ejemplo que representa un gran avance ante los derechos de la naturaleza y que podría ser imitado por México con el fin de proteger el agua subterránea como si fuera persona jurídica con derechos y obligaciones que deban de ser respetados, dando la posibilidad de ser efectivamente defendidos ante los tribunales jurisdiccionales a fin de garantizarse una tutela efectiva del ambiente.

Otro gran ejemplo internacional, es que, en mayo de 2017, mediante la sentencia T-622/16 la Corte Constitucional de Colombia declaró, por primera vez en dicho país, que un río “es sujeto de derechos” y ordenó su protección y conservación. La Corte ratificó que el curso de agua es vital para la vida de las comunidades locales e instó al Estado no solo a protegerlo, sino a incluir un plan de intervención integral para recuperarlo de la contaminación. (Corte Constitucional de Colombia, Sexta Sala de Revisión, 2016)

Por su parte, la Constitución de Ecuador reconoce los derechos de la naturaleza en el artículo 71, en donde estipula que: “La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza”. (Constitución de la República del Ecuador, 2008)

En Bolivia fue sancionado por ley, el reconocimiento de los derechos de la Madre Tierra, así como las obligaciones y deberes del Estado Plurinacional y de la sociedad para garantizar el respeto de estos derechos. Establece que la Madre Tierra tiene derecho a la vida, al agua, al aire limpio, al equilibrio, a la restauración, a vivir libre de contaminación, a la preservación de la funcionalidad de los ciclos del agua, de su existencia en la cantidad y calidad necesarias para el sostenimiento de los sistemas de vida, y su protección frente a la contaminación para la reproducción de la vida de la Madre Tierra y todos sus componentes (Ley número 071, 2010) (Ley número 300, 2012).

Otro gran ejemplo es la norma conocida como Sustainable Groundwater Management Act (2016) del estado de California-Estados Unidos, que estableció crear un departamento, dotándolo del presupuesto correcto) que constantemente esté investigando sobre el estado de los acuíferos con base en sus condiciones geológicas e hidrológicas, investigar patrones generales de la extracción de agua en comparación con su recarga, determinar los acuíferos en riesgo y la localización de sus zonas de recarga para a través de estos estudios hacer una planeación del territorio adecuada.

Así que, internacionalmente existen varios ejemplos de cómo con voluntad política se puede lograr una verdadera protección a la naturaleza que obligue tanto al gobierno como a la iniciativa privada y pobladores a implementar una explotación sustentable de los elementos naturales, así como cuidar, respetar y en muchos casos a restaurar el ambiente, situación que debe de ser replicada por México si queremos conservar el ecosistema, en específico el agua subterránea para seguir satisfaciendo nuestras necesidades y que el planeta continúe siendo un lugar habitable y cómodo.

b) Casos locales:

Por su parte, en el Área Metropolitana de Guadalajara, se destaca el ejemplo del decreto de protección de “El Bajío” (Poder Ejecutivo del Estado de Jalisco, 2019).

Éste decreto fue publicado el 3 de septiembre de 2019, y tuvo como propósito establecer una zona de recuperación ambiental de 980.89 hectáreas, en el municipio de Zapopan en la zona conocida como El Bajío, localizada en la falda del bosque denominado “La Primavera”.

Este decreto llama la atención toda vez que además de representar un polo de amortiguamiento para generar un equilibrio o zona de transición entre el bosque y la ciudad, la principal razón de su creación o promulgación es por ser un área de gran potencial de infiltración o recarga del acuífero de Atemajac.

Así su artículo segundo dicta:

La Zona de Recuperación Ambiental “El Bajío” tiene como finalidad asegurar el uso y destino de la superficie que se encuentra circundante y funciona como zona de transición entre el área urbana y el Área Natural Protegida en su categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Bosque La Primavera, como medida de sustentabilidad ambiental y de seguridad contra el impacto ambiental que reciban del exterior, así como asegurar su conservación, protección, restauración y recuperación de las condiciones de su biodiversidad y los servicios ambientales que esta provee. (Poder Ejecutivo del Estado de Jalisco, 2019)

En ese sentido, primeramente, se reconoce su importancia ambiental respecto a la generación de servicios ambientales, y en sus posteriores artículos se describen los usos, obras y acciones que se le podrá dar a la zona.

Claro ejemplo es su artículo sexto, que entre otras cosas estipula que dentro del polígono de la Zona de Recuperación Ambiental solo pueden realizar las siguientes obras y acciones:

- I. Para la infiltración de agua proveniente de los arroyos y afluentes superficiales y protección de drenes naturales;
- II. Para el aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos, siempre y cuando cuenten con autorizaciones correspondientes;
- III. Para asegurar el aporte de escorrentías a la cuenca correspondiente;

IV. Para el tratamiento de aguas residuales, para el reúso y la infiltración de aguas debidamente tratadas;

V. De conservación de suelos para evitar erosión;

VI. De restauración y reforestación con especies nativas;

VII. Para el saneamiento de agua y suelos;

VIII. Para la conservación y protección de flora y fauna silvestre;

IX. Para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales;

X. Para el mantenimiento y rehabilitación de vías de comunicación e infraestructura; y

XI. Para la recuperación y esparcimiento al aire libre, tales como campos deportivos, parques y jardines, siempre que garanticen la infiltración de las aguas pluviales y el desalojo adecuado de los desechos hacia fuera de la cuenca.

(Poder Ejecutivo del Estado de Jalisco, 2019)

Por su parte el artículo séptimo establece que las obras dentro del polígono de la zona de recuperación ambiental, deben buscar:

- La conservación y restauración del ecosistema;
- Quedar sujetas a las condiciones que se establezcan en el Programa de Recuperación Ambiental;
- Privilegiar la conservación, protección, restauración y uso sustentable de los recursos hídricos, los elementos biológicos y ecosistemas asociados a estos, así como los servicios ambientales que de ellos se derivan. (Poder Ejecutivo del Estado de Jalisco, 2019)

En su artículo octavo se establecen diferentes prohibiciones como lo son:

I. Verter o descargar en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de cauce, vaso, acuífero y manantial, aguas residuales sin ser tratadas y/o sin que cumplan con los parámetros establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables;

II. Interrumpir, rellenar, desecar, desviar o modificar los cauces de los arroyos, corrientes y manantiales;

III. Arrojar, verter, descargar o depositar desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos, u otro tipo de sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y en general cualquier plaguicida químico, entre otros, en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de cauce, vaso, acuífero y manantial;

IV. Nuevas construcciones y/o edificaciones;

V. Alterar o destruir los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de la vida silvestre... (Poder Ejecutivo del Estado de Jalisco, 2019)

Aunado a que en su programa de recuperación ambiental, se estipula que dicha área representa una de las zonas de mayor relevancia para la recarga del acuífero y río Atemajac.

No obstante lo anterior, en dicho documento se argumenta que con los cambios de uso de suelo de agrícola a urbano, se ha disminuido la capacidad de infiltración de agua al acuífero, concluyendo que las actividades de recuperación y restauración de la zona deben incluir la conservación de cauces naturales, la conservación de la topografía del sitio, la salvaguarda de la recarga hídrica, el monitoreo de los acuíferos existentes y la prohibición total de cualquier nuevo desplante que impermeabilice la zona, entre otras. (Poder Ejecutivo del Estado de Jalisco, 2019)

Respecto al agua subterránea, llama la atención que en dicho documento citando a (GEOEX-SIAPA, 2003), se hace alusión a que la configuración tectónica del lugar ha generado áreas de gran espesor de rocas que confieren una gran capacidad de almacenamiento de agua en medio granular, por lo que se registra el movimiento lateral del agua subterránea

en acuíferos libres a semiconfinados de mayor conductividad, (Poder Ejecutivo del Estado de Jalisco, 2019), por lo tanto se concluye que dichas características del subsuelo permiten un almacenamiento considerable de agua subterránea, así como una importante recarga del acuífero de Atemajac.

Asimismo, el programa de recuperación citando a Geosíntesis SC (2011), refiere que los domos volcánicos del sistema de La Primavera representan un área de captación y transporte superficial importante de agua hacia la depresión de origen tectónico, y que el agua subterránea proviene de la percolación de los escurrimientos superficiales temporales que drenan desde el Área de Protección de Flora y Fauna de La Primavera y de la precipitación captada directamente en la cuenca, siendo éstas las principales fuentes de recarga natural de los acuíferos colgados y del acuífero de Atemajac. (Poder Ejecutivo del Estado de Jalisco, 2019)

Finalmente, se concluye que el agua subterránea que se recarga en el Bajío aflora posteriormente en distintos manantiales localizados gradiente abajo, llegando hasta la zona de Los Colomos. Parte del flujo subterráneo, es captado por pozos y por el sistema de galerías filtrantes que alimenta los tanques de Colomos, los cuales distribuyen el agua para usos urbanos en el AMG, lo que muestra la relevancia de infiltración hidrológica del Bajío (Geosíntesis SC, 2011; tomado de Poder Ejecutivo del Estado de Jalisco, 2019).

Por lo tanto, para la formulación del referido decreto se destaca que el programa de recuperación considera que la capacidad de recarga de acuíferos se relaciona directamente con la cobertura vegetal de la cuenca que converge en la región de estudio y que la cobertura vegetal de la parte alta de las microcuencas que componen la zona de recuperación, que es en su mayoría de Bosque de Encino - Pino, en donde se identifican Parches de Tierras Agrícolas y Pastizales, Áreas Degradadas y algunos pequeños manchones de Selva Baja Caducifolia.

Lo anterior, resulta de particular relevancia, toda vez que en capítulos posteriores se manifiesta la importancia de detectar zonas de recarga de agua subterránea mediante el uso de indicadores superficiales entre ellos la vegetación del lugar, siendo concluyente la necesidad de elaborar mayores estudios que revelen con mayor detalle el comportamiento del agua subterránea.

No obstante lo anterior, y a pesar de la gran relevancia que reviste esta zona para el equilibrio ecosistémico de la ciudad, se concuerda con el referido plan de manejo en que la urbanización es considerada el principal agente de cambio de uso de suelo del lugar, siendo que en el año 1993 el proceso de urbanización en la zona de “El Bajío” todavía era incipiente con un total de 21 hectáreas que corresponden principalmente a los fraccionamientos de Rancho Contento y el Fraccionamiento hípico “El Bajío”, sin embargo en los siguientes años creció lentamente la urbanización, cubriendo en 2011 una superficie total urbanizada de 58 hectáreas. En este periodo se establecieron edificaciones en la colindancia con el Periférico y la ladera norte y noroeste del Cerro El Colli. A partir del 2012 el proceso de urbanización del Bajío se expande, creciendo en dos años en un 400%, pasando la superficie urbanizada a un total de 237 hectáreas en el 2013 y para el 2019 se habían urbanizado un total de 315.81 hectáreas. (Poder Ejecutivo del Estado de Jalisco, 2019)

2.3 El agua subterránea en el Área Metropolitana de Guadalajara

La Ley de Aguas Nacionales (1992), en su artículo 82 refiere que la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales en actividades industriales, de acuacultura, turismo y otras actividades productivas, se podrá realizar por personas físicas o morales previa concesión.

Por su parte, el artículo 22 segundo párrafo del referido dispositivo normativo estipula que para el otorgamiento de una concesión o asignación se sujetará a lo dispuesto por esta ley y sus reglamentos y tomará en cuenta la disponibilidad media anual del agua, que se revisará al menos cada tres años.

En el artículo 3 fracción XXIV, entiende la disponibilidad media anual de aguas del subsuelo, como el conjunto de estratos geológicos hidráulicamente conectados entre sí, cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales subterráneas, que es lo que puede ser extraído de esa unidad hidrogeológica para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada.

Respecto del Área Metropolitana de Guadalajara, Según información proporcionada por el titular de la Secretaría de Gestión Integral del Agua, Jorge Gastón Alcerreca, el agua para abastecer a la población se obtiene de 3 fuentes, estas son:

- 65% del lago de Chapala
- 30% de fuentes de agua subterránea o pozos profundos
- 5% presa de Calderón

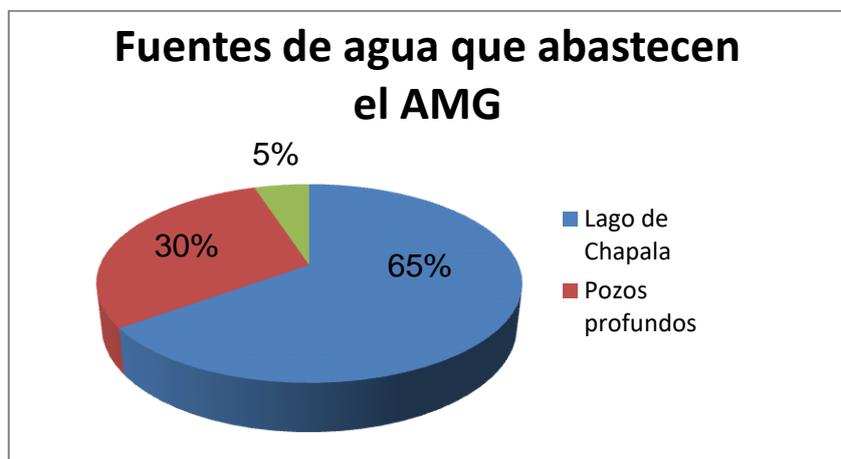


Figura 2 Fuentes de agua que abastecen el AMG de conformidad a Jorge Gastón Alcerreca titular de la Secretaría de Gestión Integral del Agua

En ese sentido, podemos observar que, de conformidad a las normas vigentes, el agua subterránea solo puede ser sustraída en caso de tener una concesión; sin embargo, en la realidad, los datos suministrados por el titular de la Secretaría de Gestión Integral del Agua, pueden cambiar teniendo en cuenta la

gran cantidad de pozos que se abastecen de agua subterránea de forma clandestina y que no están incorporados en la base de datos del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA).

Situación que ante la falta de vigilancia de las autoridades federales, permite una extracción insustentable que pone en riesgo al ecosistema, lo que se ve reflejado en una sobreexplotación de los acuíferos del AMG de conformidad a la CONAGUA, tal y como se expone a continuación.

2.3.1 Acuíferos que surten al Área Metropolitana de Guadalajara y su disponibilidad:

Con base en la clasificación de acuíferos de la CONAGUA, los acuíferos que surten de agua subterránea al AMG son:

2.3.1.1. Acuífero Atemajac.

Geográficamente se localiza en la porción central del estado de Jalisco, Incluye totalmente el municipio de Guadalajara y de manera parcial los municipios colindantes de Tonalá, Tlaquepaque y Zapopan y tiene una extensión administrativa superficial aproximada de 736.45 km² (figura 3) (CONAGUA, 2018a).

Se tiene una recarga total media anual de 147.3 hm³/año. Sus volúmenes de agua concesionados (utilizados) de los manantiales y del caudal de los ríos alimentados son de 25.7 hm³/año, tiene un rendimiento permanente de 121.6 hm³/año y su volumen concesionado es de 123.01 hm³/año.

Su disponibilidad actual es de - 1.41 hm³/año, que indica que no existe disponibilidad de agua subterránea (déficit) y ya no admite nuevas concesiones o asignaciones para extraer volúmenes adicionales, a fin de lograr la estabilización del acuífero mediante el manejo racional del recurso.

Estos cálculos se hacen con fundamento en el artículo 15 de la Ley de Aguas Nacionales (1992) en donde se estipula a la planificación hídrica con carácter de obligatorio para la conservación de recursos naturales, ecosistemas vitales y

el ambiente, obligando a la clasificación de los cuerpos de agua de acuerdo con los usos a que se destinen, y la elaboración de los balances hídricos.

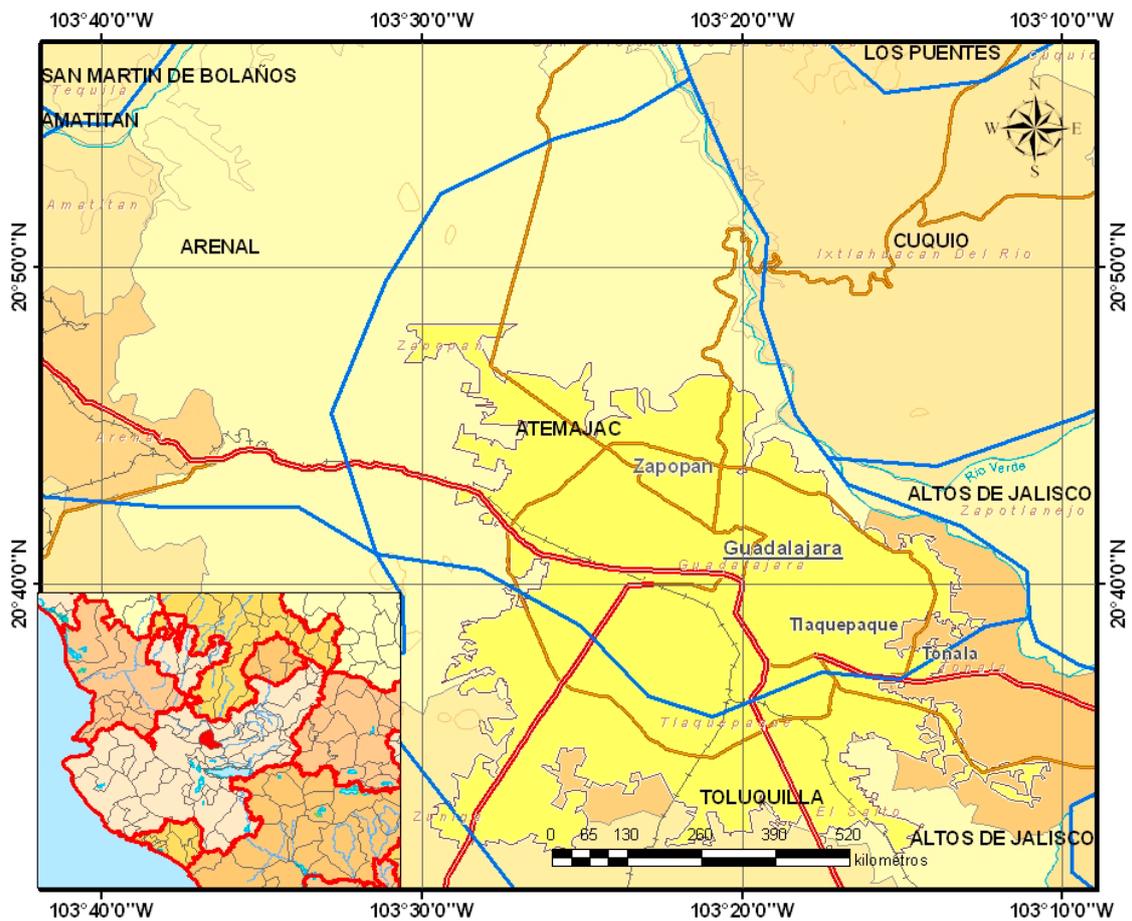


Figura 3 Localización del acuífero Atemajac, tomado de CONAGUA (2018a)

2.3.1.2. Acuífero Toluquilla

Se ubica en la porción centro del estado de Jalisco, cubriendo una superficie aproximada de 632 km² (CONAGUA, 2018b).

Geopolíticamente comprende parcialmente a los municipios de Zapopan, Tlaquepaque, Tlajomulco de Zúñiga, Tonalá y Juanacatlán, la totalidad del municipio El Salto y muy pequeñas porciones de los municipios Ixtlahuacán de los Membrillos y Zapotlanejo. (Figura 4)

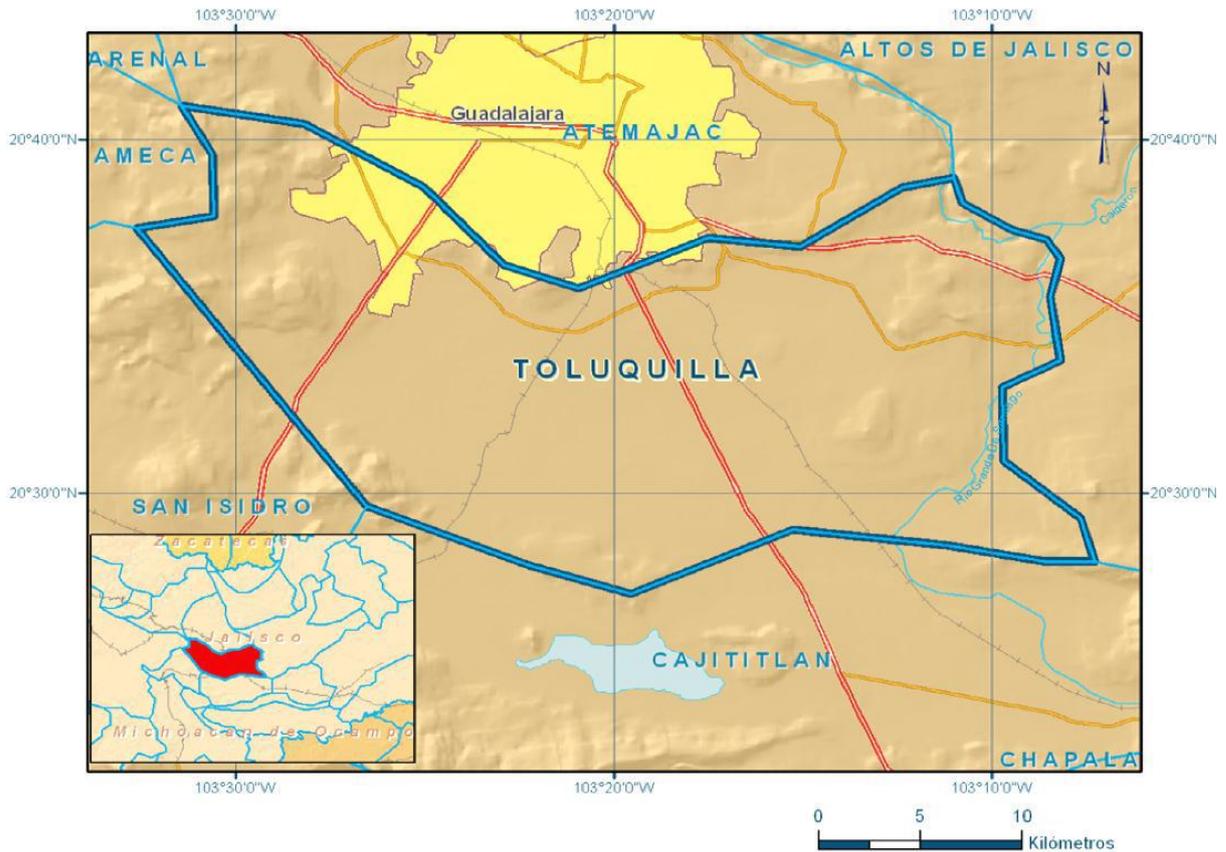


Figura 4 Localización del acuífero Toluquilla, tomado de CONAGUA (2018b)

Su recarga total media anual es de: 49.1 hm^3 anuales, de los cuales 39.3 hm^3 corresponden a la recarga natural y los 9.8 hm^3 restantes a la recarga inducida por los excedentes del riego agrícola. Su descarga natural comprometida es 2.4 hm^3 anuales y su volumen de agua concesionado al 31 marzo de 2010 era de $118.58 \text{ hm}^3/\text{año}$. Por lo tanto, su disponibilidad tiene un déficit de 71.88 hm^3 anuales.

2.3.2 Planeación territorial

Respecto a la planeación territorial metropolitana, se destaca que el Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano del AMG (POTmet) (Instituto Metropolitano de Planeación del AMG, 2016), hace alusión a la importancia del conocimiento del agua subterránea en el AMG a fin de conocer las zonas de recarga profunda y hacer una zonificación acorde a ello.

El referido documento en el apartado de gestión del agua, asegura que el agua subterránea es la principal fuente de abastecimiento para los habitantes de la metrópoli que se encuentran fuera del SIAPA, retoma los datos de CONAGUA señalados previamente, al afirmar que los acuíferos de donde se extrae el agua en el AMG se encuentran en un estado crítico de desequilibrio entre la recarga calculada y la extracción concesionada, sin embargo, únicamente se pronuncia sobre el agua concesionada y no sobre la extracción real, lo que da lugar a que exista la presunción de que no existe una verdadera voluntad de identificar los pozos clandestinos existentes, aunado a que únicamente se pronuncian sobre los datos de las concesiones otorgadas, pero no se percibe que exista un monitoreo real de lo que se extrae.

Asimismo, el referido documento pone énfasis en la necesidad de generar una política estratégica para la gestión del agua que a su vez de pie al establecimiento de áreas de protección sobre las zonas con potencial óptimo de recarga de agua subterránea que cumplan los objetivos de evitar la impermeabilización de estas áreas y prevenir que contaminantes entren al acuífero.

En este documento se argumenta sobre la importancia del conocimiento profundo del agua y de lo fundamental que resulta gestionar los estudios adecuados para evaluar el estado de los acuíferos, estudiar los sistemas de flujo subterráneos, así como para identificar las zonas de recarga profunda del AMG y hacer zonificación para su protección.

Define la urgente necesidad de integrar al Sistema de Información Metropolitana una base de información, alimentada por el monitoreo de los organismos operadores, sobre la cantidad y calidad (en términos de la NOM-127-SSA1-1994) del agua extraída, tasa y profundidad de extracción y nivel del agua subterránea de los pozos en el AMG, para así obtener la información necesaria que permita estimar la disponibilidad de agua en cantidad y calidad, que se requiera para sus diferentes usos.

Finalmente concluye que, con el conocimiento del estado de los acuíferos en su balance entre recarga y extracción, se podrá establecer una estrategia de ordenamiento en la denominada sobreexplotación de acuíferos, pronunciándose sobre la necesidad de hacer una diferenciación en los pagos de derechos de agua para que en donde haya zonas con baja disponibilidad, sea más caro que donde no exista un problema de sobreexplotación (según la terminología empleada por la CONAGUA).

Documento que parece ser muy congruente con la necesidad que se tiene en esta ciudad de mejorar el estado del agua subterránea, sin embargo como se mostrará en capítulos posteriores, el mismo documento prevé la posibilidad de expansión urbana que a su vez se traduce en la posible pérdida de zonas de recarga y descarga, y se señala como posible debido a que realmente no se cuenta con un mapa detallado de zonas de recarga y descarga, realizado a partir de estudios hidrogeológicos y que contemplen los sistemas de flujo de agua subterránea.

En ese sentido, por una parte se pronuncia sobre la importancia del cuidado del agua subterránea y por otra parte regula, ordena y prepara el territorio para que continúe la expansión que representa la impermeabilización de grandes áreas de terreno.

2.4 Referencias conceptuales del tema

Se considera oportuno hacer una breve descripción de lo que se considera un manejo sustentable de los recursos naturales, para posteriormente enfocarse en cómo lograr la conservación del agua subterránea.

2.4.1. Sostenibilidad

Según Boff es:

... toda acción destinada a mantener las condiciones energéticas, informacionales y físico-químicas que sustentan a todos los seres, en especial la Tierra viva, la comunidad de vida y la vida humana, en orden a

su continuidad, además de atender a las necesidades de la generación actual y de las generaciones futuras, así como de la comunidad de vida que las acompaña, de tal forma que el capital natural sea mantenido y enriquecido en su capacidad de regeneración, reproducción y co-evolución. (Boff, 2013: 107)

Para da Silva, C (2005, tomado de Boff, 2013), el desarrollo sostenible es:

...un proceso de transformación que se produce de forma armoniosa en las dimensiones espacial, social, ambiental, cultural y económica a partir de lo individual para lo global; estas dimensiones están interrelacionadas por medio de instituciones que establecen las reglas de interacciones y que también influyen en el comportamiento de la sociedad local (Boff, 2013: 110).

Por su parte el informe Brundtland define al desarrollo sustentable, denominado duradero en el documento, como “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades” (CMMAD, 1987:59)

En el Millennium Ecosystem Assessment, (2005, tomado de Flores, 2013) se argumenta que el desarrollo sustentable se resume en usar los recursos naturales de tal forma que no se comprometa su acceso ni sus beneficios a nadie de la generación presente ni de las generaciones futuras. Ante la cada vez más evidente crisis del ambiente.

Por último, el informe Brundtland (CMMAD, 1987:24) refiere que:

...el desarrollo duradero no es un estado de armonía fijo, sino un proceso de cambio por el que la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación de los progresos tecnológicos y la modificación de las instituciones concuerdan con las necesidades tanto presentes como futuras. No pretendemos afirmar que este proceso sea fácil o sencillo. Al contrario, será preciso hacer elecciones difíciles. Por ello, en último término, el desarrollo sostenible deberá apoyarse en la voluntad política.

En conclusión, se concuerda con (Cohen, 2005) cuando argumenta que, la sustentabilidad no ha sido demostrada al ser un constructo teórico que está en proceso de cambio e implica diferentes concepciones y enfoques. Sin embargo, puede decirse que, en el desarrollo sustentable, se pretende armonizar la explotación de recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y el cambio institucional con el fin de fortalecer el presente y el futuro de las necesidades y aspiraciones del ser humano. Por lo que el desarrollo sustentable plantea un esfuerzo colectivo coordinado que elabore metas concretas, imagine soluciones y no confía en las tareas aisladas y espontáneas.

Por lo que para este documento, tomado en cuenta las diversas posturas citadas sobre la sustentabilidad y dado que no hay una fórmula perfecta, se podría definir como: un proceso de cambio que mediante un esfuerzo colectivo coordinado, que elabore metas concretas e imagine soluciones a partir de una versión holística, que tome en cuenta y sea aplicable para todos y no solo para un grupo específico de individuos; y donde se puede dar un proceso de transformación de la materia prima que sea armonioso con el ambiente, la cultura, socialmente responsable y económicamente redituable, que satisfaga las necesidades de todos, pero sin comprometer su acceso a que las futuras generaciones los puedan aprovechar.

2.4.2. Ciclo del agua

A continuación, resulta de suma importancia para este proyecto, explicar un poco del funcionamiento del agua subterránea, así como de los sistemas de flujo asociados; sin embargo, primero es necesario conocer de forma básica el ciclo del agua del que dependen las fuentes de agua dulce.

De acuerdo con Ordoñez (2011), el ciclo del agua en la tierra o ciclo hidrológico, es la circulación continua del agua en sus diferentes estados en el planeta. No tiene principio ni fin, pero el concepto de ciclo hidrológico suele describirse normalmente comenzando desde los océanos porque éstos constituyen de lejos la fuente principal del agua en circulación.

La radiación solar evapora el agua de los océanos y en la atmósfera el vapor de agua asciende formando las nubes. Bajo ciertas condiciones, la humedad de éstas se condensa y cae a la superficie como lluvia, granizo o nieve, las diferentes formas de precipitación.

La precipitación que cae en tierra es el origen de prácticamente toda el agua dulce. Parte de esta precipitación, después de mojar las hojas y el suelo, corre por la superficie terrestre a los cursos de agua constituyendo el escurrimiento superficial y otra se infiltra en el suelo. Mucha de esta última es retenida en la zona de las raíces de las plantas y parte de ella vuelve a la atmósfera por la evapotranspiración. El excedente percola de la zona de raíces hacia abajo por la fuerza de gravedad y continúa su descenso hasta ingresar a un reservorio de agua subterránea.

El agua subterránea fluye a través de los materiales porosos saturados del subsuelo hacia niveles más bajos que los de infiltración y puede volver a surgir naturalmente como manantiales y caudal base de los ríos. La mayoría de estos devuelve el agua a los mares o la lleva a cuencas cerradas donde se evapora. (Ordoñez, 2011)

2.4.3. Agua Subterránea

De conformidad al citado Ordoñez (2011:31), “el volumen mundial de las aguas subterráneas representa el 96% del agua dulce líquida del planeta. Las aguas subterráneas (AS) proporcionan útiles funciones y servicios a los seres humanos y al medio ambiente.

- 60% del agua extraída se utiliza para la agricultura en zonas de clima árido y semiárido
- 25-40% del agua potable del mundo proviene de las AS
- 50% de las megaciudades y cientos de otras ciudades importantes dependen de manera significativa del uso de las AS”

Según Domínguez y Carrillo (2007), en el caso de México, más del 99% del agua dulce asequible en el territorio está en el subsuelo (Figura 5); más de 70 millones de mexicanos, un 70% de la industria y más del 20% de la agricultura, dependen de esta fuente.

Por lo tanto, se puede decir que el agua subterránea es la fuente de agua dulce de mayor relevancia en el planeta y de ahí se desprende la importancia de su cuidado tal y como se expondrá a lo largo del presente proyecto.

El agua subterránea se encuentra casi en todas partes del mundo y se obtiene a profundidades que van desde la superficie del suelo hasta alrededor de 600 metros, sin embargo, existen pozos productores en rocas consideradas “impermeables” y a grandes profundidades (7 mil y 2 mil 500 metros en Eukala, norte de la ex Unión Soviética y Alpes austriacos, respectivamente). Sin embargo, la mayor parte del agua subterránea es utilizada en los 400 primeros metros de la superficie (Moore *et al.*, 2002)

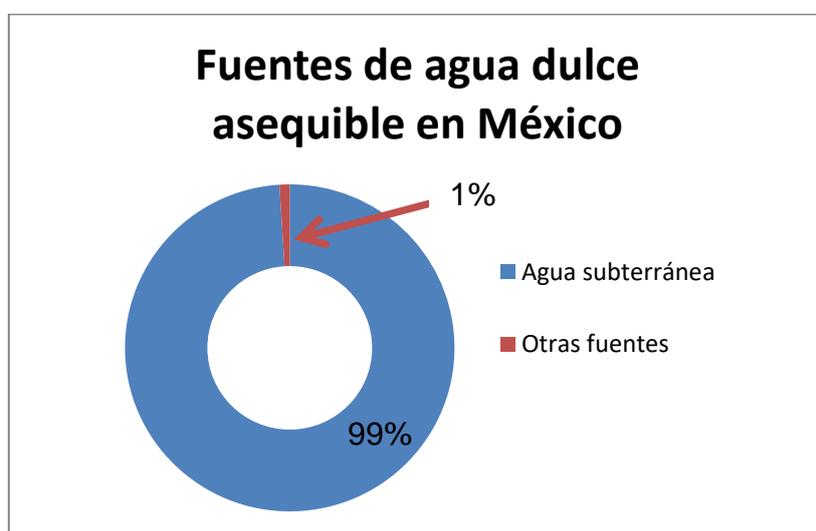


Figura 5 Porcentaje de agua dulce asequible en México (Datos de Domínguez y Carrillo, 2017)

Por otra parte, es importante destacar que la mayor parte de ese líquido está contenido y se mueve en espacios porosos, fracturas y fisuras interconectadas entre los acuíferos y cuando los espacios porosos de una arena o grava se saturan, el agua fluye bajo la acción de la gravedad hacia la zona de descarga, que pueden ser manantiales, ríos u otros cuerpos de agua superficial. (Moore *et al.*, 2002)

Así que, el agua subterránea debe ser considerada como “un bien nacional de uso común cuyos flujos atraviesan límites de propiedad de las cuencas y de las

entidades federativas. Son constituidas por las aguas del subsuelo que incluyen las que están en tránsito hacia el nivel freático y cuyos sistemas de flujos forman parte del ciclo del agua y representan el sustento de los caudales ecológicos, de los cuerpos de agua y los ecosistemas de la superficie.” (Ley General de Aguas, suscrita por ciudadanos, 2020:70)

2.4.4. Acuíferos

Lohman, *et al.* (1988, tomado de Moore et al., 2002), definen al acuífero como una formación geológica, o conjunto de formaciones o parte de una formación que contiene suficiente material permeable saturado como para suministrar cantidades significativas de agua y en la calidad deseada a pozos o manantiales.

Es así que, “el espesor de un acuífero varía desde unos cuantos a decenas o centenas de metros. Puede ubicarse justo debajo de la superficie topográfica o a cientos de metros de profundidad, y puede ocupar unas pocas hectáreas (acres) de extensión, o muchos kilómetros (millas) cuadrados” (Moore et al., 2002: 23)

Continuando en la explicación de las principales características de los acuíferos, según Moore et al., (2002) el área por debajo del cual todos los espacios porosos o huecos están llenos de agua se denomina zona saturada, y el nivel freático señala su límite superior (figura 6).

Por encima del nivel freático está la zona no saturada, donde los poros del material geológico o subsuelo contienen principalmente aire y agua. Por lo tanto, se puede decir que el nivel freático o superficie freática se define como el límite superior de la zona saturada (figura 6).

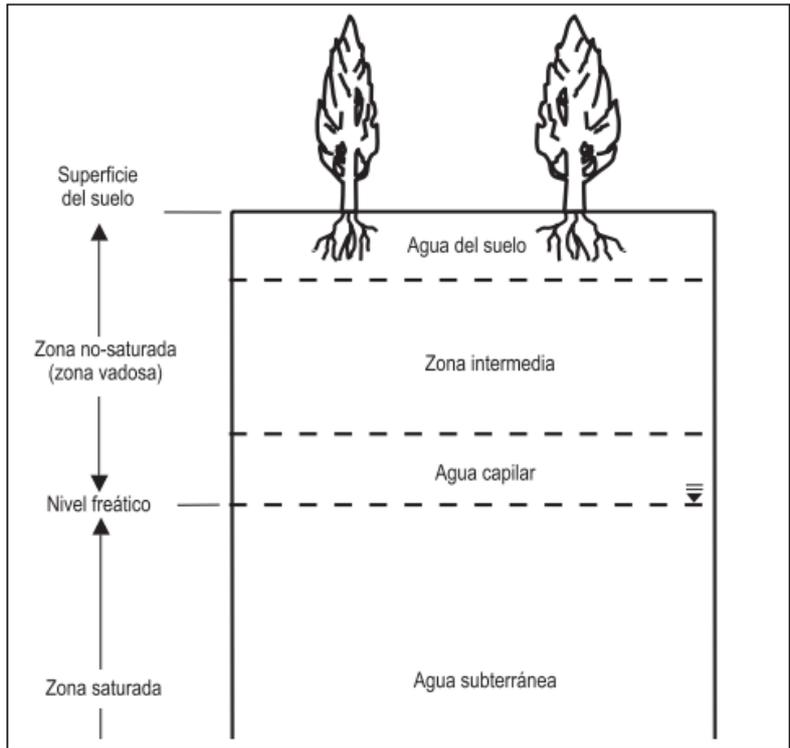


Figura 6 Nivel freático, zona saturada y zona no-saturada, tomado de Moore et al. (2002)

2.4.5. Acuíferos confinados y libres

Un acuífero no confinado tiene a la superficie freática como la parte superior de su límite (figura 7), y está en contacto con la presión atmosférica y su recarga hidráulica se produce fundamentalmente por infiltración a través de la zona no saturada.

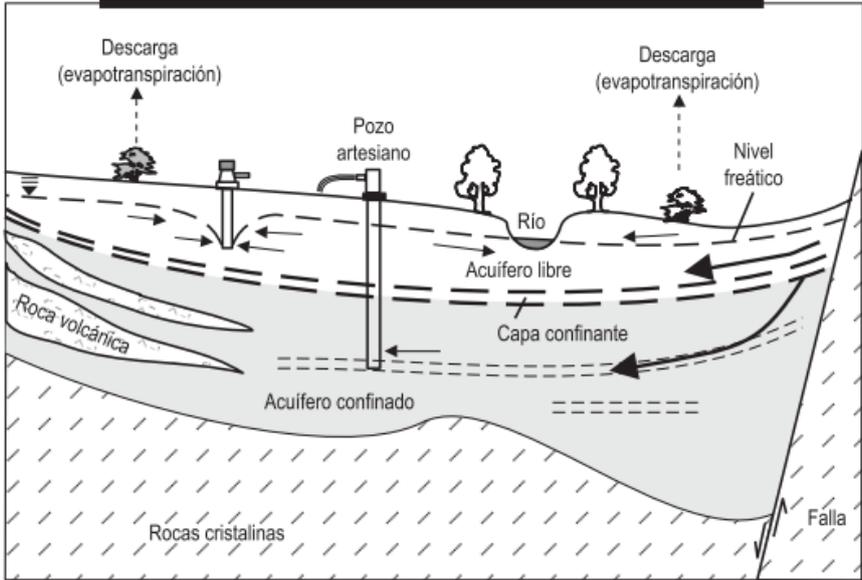


Figura 7 Acuíferos confinados y no confinados, tomado de Moore et al. (2002)

Así que su nivel freático asciende o desciende en respuesta a la infiltración del agua de lluvia, extracción o cambio en el régimen de los ríos y cuando un pozo perforado en un acuífero no confinado es sujeto a extracción, el nivel freático se abate localmente, la fuerza de gravedad ocasiona un flujo de agua hacia el pozo, y una porción del acuífero cerca del pozo se vacía. (Moore *et al.*, 2002)

Por lo tanto, se puede afirmar que el nivel freático no permanece estable, sino que fluctúa constantemente debido a la recarga, las extracciones de agua y los regímenes de los ríos y las oscilaciones del nivel freático pueden servir para evaluar la respuesta del acuífero a la recarga, a las extracciones y a la vulnerabilidad frente a la contaminación.

Moore *et al.* (2002) continúan manifestando que un acuífero confinado o artesiano contiene agua con una presión mayor que la atmosférica, y esta presión está por arriba de una unidad de menor conductividad hidráulica que la del acuífero y se denomina capa confinante al depósito de baja conductividad hidráulica que limita al acuífero confinado en su parte superior. Capa que, debido a su baja conductividad hidráulica, restringe la entrada y la salida de agua.

En ese sentido, de conformidad a los citados autores, la velocidad con que el agua subterránea se desplaza por un material acuífero varía desde sólo una fracción de centímetro al atravesar capas confinantes de baja conductividad hidráulica, hasta metros por día en una roca de alta conductividad hidráulica.

Por lo tanto, en los sistemas de flujo local, la distancia entre los puntos de recarga y descarga es relativamente pequeña y el tiempo de recorrido del agua subterránea a través del sistema puede durar días o años a diferencia de los flujos regionales en donde la distancia entre las zonas de recarga y las de descarga es mucho mayor, y la duración del recorrido puede tardar décadas o siglos.

Otro punto de gran relevancia que es necesario conocer del agua subterránea y que realza su importancia para la sustentabilidad del ecosistema, es que, no obstante que se piensa que el agua subterránea no está ligada al agua superficial, de conformidad a (Carrillo, 2000) comúnmente existe flujo

subterráneo entre cuencas superficiales. Éste se define a través de estudios hidrogeológicos integrales que consideran el marco geológico, el flujo del agua subterránea, la geoquímica del agua, elementos biológicos y otros indicadores indirectos, en los que se puede detectar su interacción y dependencia.

2.4.6. Manantiales

Para este proyecto, resulta importante explicar uno de los fenómenos de descarga del agua subterránea que son los manantiales, esto a fin de que podamos entender las afectaciones que se producen en caso de impermeabilizarse la superficie.

Los manantiales son descargas naturales de agua subterránea en la superficie topográfica. Pueden clasificarse atendiendo a su origen geológico, su caudal (grande o pequeño), temperatura del agua (termal, caliente o fría), características químicas, condición geológica, o a las fuerzas predominantes por las cuales se originan (gravedad o presión artesisiana. Moore *et al* al 2002). “En algunos casos, una falla (fractura geológica a lo largo de la cual se ha producido un desplazamiento de la roca) permite el paso del agua del acuífero confinado a la superficie y produce un manantial” (Moore et al., 2002: 31).

2.4.7. Teoría de sistemas de flujo de agua subterránea

Por su parte, existe la teoría de los flujos de agua subterránea encabezada por J. Tóth en donde se establece el agua subterránea como causa común de una gran variedad de procesos y fenómenos naturales, y que por lo tanto debe de ser considerada un importante agente geológico; en ese sentido se considera que la relación agua- ambiente y, la naturaleza jerárquica y sistematizada de las líneas de corriente, son las dos causas fundamentales responsables del comportamiento del agua subterránea como agente geológico y por lo tanto los flujos de agua subterránea son mecanismos de transporte y distribución de los efectos producidos por dicha interacción. (Tóth, 2000)

En complemento a lo anterior, el referido autor considera que los parámetros de un régimen de agua subterránea, están controlados por tres grandes componentes: la topografía, la geología y el clima; donde los factores climáticos determinan la magnitud y distribución espacial del agua suministrada a una

región, la topografía determina la cantidad de energía y su distribución zonal que dispone el agua para su movimiento en una cuenca; por su parte el referente geológico proporciona las zonas en que el agua puede circular, controlando las magnitudes y el esquema de flujo, específicamente la posición de la roca basamento de donde se tiene el volumen y la distribución del agua almacenada, adicionalmente determina la hidroquímica del agua. (Tóth, 2000)

Así que tomando en cuenta su teoría, se puede definir las distintas partes de los flujos subterráneos como:

- Zonas de recarga: áreas que reúnen una serie de factores que propician la infiltración de agua hasta alcanzar el agua subterránea, el flujo es vertical descendente y el nivel freático es profundo.
- Zonas de tránsito: parte intermedia donde se produce la circulación del agua desde la zona de recarga hasta la zona de descarga.
- Zonas de descarga: zonas naturales con movimiento vertical ascendente del agua, emergiendo del subsuelo contribuyendo junto con el agua de escorrentía (exceso de lluvia) a la formación de fuentes superficiales de agua (manantiales, lagos, ríos, lagunas costeras).

Para lo que resulta de suma importancia la jerarquización del sistema, que consiste en definir flujos de tipo local, intermedio y regional:

Sistemas de flujo local: flujos en donde las zonas de recarga y de descarga están situadas en colinas y depresiones adyacentes, es decir, en el mismo valle. Las distancias que recorre el flujo son relativamente cortas, en áreas de pocos kilómetros cuadrados, por lo que representa un sistema dinámico de corta duración, sensible a la precipitación y de poca cuantía. En general su calidad físico química es de salinidad baja, con alto contenido de oxígeno disuelto, bajo pH, temperatura cercana a la del ambiente y puede variar con las estaciones del año (figura 8).

Sistemas de flujo intermedio: sistema que incluye dentro de su extensión la presencia de varios flujos locales es decir el agua de recarga puede descargarse en otro valle que se encuentre a un nivel topográfico menor (figura 8).

Diferencias con el sistema local:

- El recorrido del agua subterránea en el sistema es de mayor dimensión;
- El flujo lateral se lleva a cabo a mayor profundidad y distancia;
- El movimiento vertical ascendente del agua es de mayor velocidad;
- El agua en la zona de descarga presenta una mayor temperatura, menor contenido de oxígeno disuelto, mayor contenido de sólidos totales disueltos, pH más alcalino y más concentración de sales disueltas.

Sistemas de flujo regional: es aquel que circula a mayor profundidad, iniciando en los terrenos de mayor altitud, y finalizando en las zonas más bajas donde se descarga, se pueden encontrar varios sistemas de flujo local sobre éste y al menos uno de flujo intermedio (figura 8). El agua adquiere mayor temperatura debido a su mayor recorrido y profundidad de circulación, la concentración de sales disueltas es mayor, presenta menor contenido de oxígeno disuelto y su pH tiende a ser más alcalino. (Peñuela, 2007)

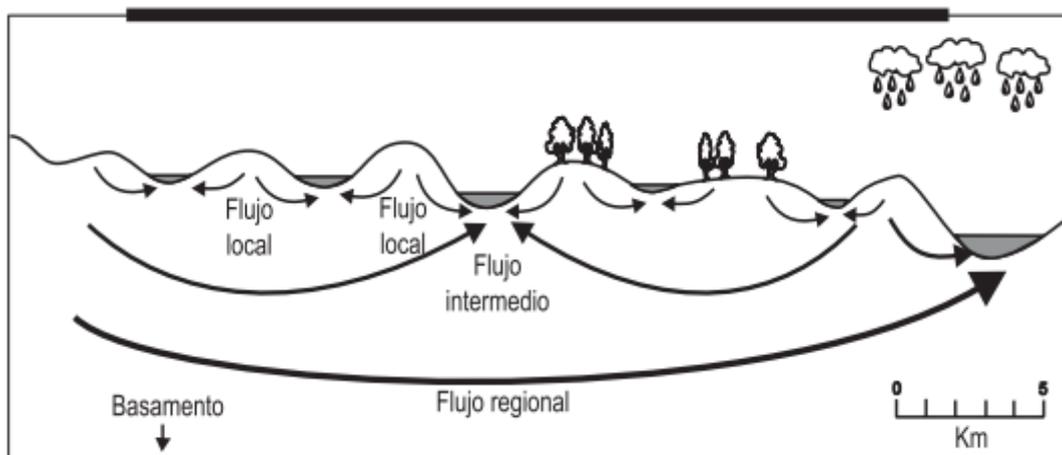


Figura 8 Flujos de agua subterránea, tomado de Moore et al. (2002).

Es necesario aclarar que estos flujos en lo natural, mantienen un recorrido de forma separada y puede darse alternancia de regiones de carga y descarga, superposición vertical de distintos regímenes de flujo, presencia de puntos de estancamiento y sistemas de flujo de diferente jerarquía que comienzan en una misma región.

La figura 8 ilustra los diferentes flujos descritos previamente (local, intermedio y regional) y sus zonas de recarga y descarga.

Una vez dada una breve explicación sobre el comportamiento del agua subterránea, es necesario conocer las diversas formas de explotación y lo que se requiere tomar en cuenta a fin de lograr un aprovechamiento sustentable.

2.4.8. Explotación

De conformidad con Ordoñez (2011) se debe de conocer:

- Profundidades: se deben conocer las profundidades del techo y piso del acuífero, y el espesor de los estratos confinantes.
- Tipo de acuífero: situación (presencia de estratos confinantes, material que lo constituye, granulometría, estabilidad de las distintas formaciones, etc.).
- Calidad de agua: del acuífero a explotar y de otros acuíferos supra o subyacentes que eventualmente deban aislarse.
- Rendimiento estimado del pozo en función de las características hidrogeológicas mencionadas.
- Estimar el descenso o depresión que sufrirá la perforación a partir del caudal requerido, debiendo evitarse preferentemente que el cono de depresión alcance a la unidad de filtrado o rejilla, para evitar que parte de la misma, al quedar descubierta, deje de actuar como superficie de aporte de agua a la captación.
- Nivel piezométrico estático que permitirá estimar, el nivel dinámico, para definir la bomba y los diámetros de los entubados.

Asimismo, de conformidad con Moore *et al.* (2002) los pozos profundos raramente se secan. Más bien, lo que ocurre con más frecuencia es que el nivel freático descienda por debajo de la bomba, que no está colocada a suficiente profundidad. Así que los pozos que se secan son normalmente inferiores a los 15 metros (50 pies) de profundidad, y son afectados por periodos largos de sequía o descensos estacionales del nivel freático.

Sin embargo, los manantiales, humedales y pozos poco profundos pueden secarse debido a programas de drenado del terreno y a las extracciones del agua subterránea demostrando la fragilidad del ecosistema y la importancia de un cuidado mucho más puntual que el que se realiza a la fecha.

Así que, “cuando el volumen de extracción en todo un acuífero libre es mayor que el aporte lateral total (no la recarga) que se da en éste, los niveles de agua descienden y causan un incremento en la profundidad de bombeo y una reducción progresiva del espesor saturado del acuífero. Esto redundará en un aumento en el costo de extracción, la posible producción de agua de calidad inferior, una disminución de la producción y eficiencia del pozo, y que se agote el almacenamiento del agua subterránea. La extracción sin medida ha ocasionado el secado completo de humedales, lagos y manantiales.” (Moore *et al.*, 2002: 55)

Por lo tanto, no obstante que como se expuso existen diversos factores a tomarse en cuenta para la planeación de la extracción de agua subterránea, se considera que llevar a cabo un adecuado y sustentable aprovechamiento de dicha fuente de agua es de gran beneficio pues, según Ordoñez (2011), las principales ventajas de las captaciones de agua subterránea por pozos, pueden resumirse en que:

- Exige pequeñas inversiones iniciales en comparación con las de plantas de filtros para tratamiento de aguas superficiales (gran importancia cuando los capitales son escasos).
- Los problemas de abastecimiento en grandes ciudades pueden ir solucionándose paulatinamente junto con el crecimiento del consumo sin necesidad de abordar grandes soluciones para un futuro a largo plazo.
- Las captaciones pueden ubicarse muy próximas al consumo con lo que se economiza en aducciones.
- Por lo general no necesita tratamiento especial. Basta con una pequeña cloración antes de entregar al consumo.
- Permite solucionar problemas de abastecimiento en forma muy rápida dado el corto tiempo que en general se requiere para la construcción de este tipo de obras.

- En muchas zonas es el único recurso disponible.

Es por lo que no solo resulta beneficioso para obtener agua para las necesidades de las urbes, sino que la industria y siembra deben considerar su importancia y sumarse a los esfuerzos de su cuidado y protección; Así que el referido autor Ordoñez (2011) asevera que, la obtención sustentable y planeada de agua subterránea, permite las industrias y a los agricultores disponer de una fuente propia que la libera de depender, para la seguridad y suficiencia del abastecimiento, de otra fuente mucho más sujeta a variaciones con la red de agua potable.

Aunado a lo anterior, permite obtener agua de calidad para procesos industriales, ubicar la captación dentro del recinto de la misma industria, solucionar problemas locales de regadío sin tener que esperar para acogerse a las grandes soluciones propiciadas por el estado, las captaciones pueden ubicarse muy próximas al consumo sin que se requieran por lo tanto grandes obras tanto de aducción como de distribución interna y permiten disponer del agua justo en el momento que se requiera.

Finalmente, constituye una posibilidad para los agricultores de aumentar individualmente sus recursos de agua ya que los recursos fáciles y económicamente utilizables en forma particular, están en su mayoría agotados.

2.5 Cómo se hace una Iniciativa de ley

En este apartado se describe como debe de plantearse la creación o modificación de una norma, lo que resulta esencial como guía para la propuesta que se elabora en el apartado correspondiente del presente trabajo y que pretende lograr un cambio significativo en la forma en la que se protege el agua subterránea en el AMG.

De conformidad a Bayardo Pérez Arce, A. (2016), estos son los pasos para elaborar una propuesta de iniciativa de ley:

Los aspectos que debe cubrir una propuesta de iniciativa de ley están interrelacionados entre sí, sin embargo, se explican por separado por cuestiones de claridad.

1. Definir el problema (diagnóstico).
2. Exponer y explicar las alternativas de solución, y elegir una.
3. Revisar si la propuesta no duplica o entra en contradicción con otras leyes.
4. Definir los mecanismos para hacer cumplir la ley propuesta.
5. Identificar los grupos objetivo y los grupos de beneficiarios.
6. Determinar la probabilidad de que las personas cumplan o evadan el cumplimiento de la ley propuesta, y las consecuencias de ello.
7. Determinar los mecanismos para evaluar los resultados obtenidos.
8. Analizar la relación costo-efectividad de la propuesta.
9. Calcular el presupuesto necesario para implementar la ley.
10. Redactar la propuesta.

Diseño que resulta de gran importancia para conocer la estructura, los objetivos y la metodología que se seguirá para elaborar la propuesta de modificación de la normatividad existente en aras de lograr mayor protección al agua subterránea.

3. Diseño metodológico

3.1 Supuesto de trabajo

Este proyecto parte del supuesto de que, si se propone una regulación jurídica que obligue a proteger las zonas de recarga y descarga de agua subterránea, así como para realizar los estudios necesarios para conocer el comportamiento y el flujo subterráneo, previo a la realización de obras de infraestructura o acciones urbanísticas, instalación de industrias, entre otras, puede contribuirse a la regeneración de acuíferos, recuperación y cuidado del ecosistema, disminuir los riesgos de inundaciones en el AMG y garantizar la disponibilidad de agua subterránea para generaciones futuras.

3.2 Preguntas generadoras

La pregunta principal que este trabajo formula es:

¿Qué normas jurídicas se requiere promulgar, modificar o derogar a fin de mejorar la protección y la gestión integral y sustentable del agua subterránea en el AMG?

Adicionalmente se plantean las siguientes interrogantes:

Descriptivas:

¿Qué sucede si no se lleva a cabo una gestión sustentable de agua subterránea?

¿Qué conocimiento tienen las autoridades del funcionamiento del agua subterránea en el AMG?

¿Qué normas existen para la protección del agua subterránea en el AMG?

Explicativas:

¿Por qué no se crean más zonas de protección de agua subterránea?

¿Por qué no se llevan a cabo estudios del agua subterránea de conformidad a la teoría de sistema de flujos?

¿Por qué no se estudia la cuenca en su conjunto?

Implicativas:

¿Qué se requiere para realizar estudios de sistemas de flujo de agua subterránea?

¿Quiénes son los diversos actores que se deben contemplar para lograr una gestión sustentable del agua subterránea?

¿Cómo se elabora y qué estructura requiere una norma técnica?

3.3 Objetivos

El objetivo general de este trabajo es proponer las normas jurídicas que deben promulgarse, modificarse o derogarse para mejorar la gestión sustentable y protección del agua subterránea en el Área Metropolitana de Guadalajara.

También se tienen los siguientes objetivos particulares:

- Comunicar las consecuencias en el ambiente ante la posible afectación de las fuentes de agua subterránea.
- Localizar las zonas de recarga y descarga oficiales u obtenidas por estudios.
- Comunicar las diferentes técnicas y requerimientos para realizar estudios de sistemas de flujo de agua subterránea.
- Describir cómo se gestiona el agua subterránea, con base en datos que tiene las autoridades, en el AMG.
- Observar los obstáculos e impedimentos para que la autoridad pueda monitorear auditar los pozos y las concesiones.
- Analizar los obstáculos e impedimentos para que la autoridad pueda estudiar la cuenca en su conjunto.
- Analizar las normas vigentes y marco jurídico que pretende proteger las fuentes de agua subterránea.
- Observar, la estructura y requerimientos para formar y promulgar una norma técnica.
- Diseñar las normas que se busque se aprueben por los legisladores.
- Describir los diversos actores que requiere convencer y regular a fin de que exista una adecuada protección y gestión del agua subterránea.

3.4 Elección metodológica

Los datos que se requieren son los siguientes:

De orden ambiental: se requerirá conocer cómo funcionan los sistemas de flujo de agua subterránea, ello con el propósito de entender por dónde circula, sus zonas de recarga y descarga, así como los volúmenes, las diferentes temperaturas y composición química del líquido con el fin de tomar las mejoras decisiones para su extracción sustentable y posible infiltración o recarga

artificial; así como las diferentes técnicas que existen para conocer y/o estudiar los sistemas de agua subterránea, implicaciones u obstáculos.

Jurídico: se requiere conocer la legislación actual, tanto las leyes, reglamentos, como normas oficiales mexicanas, con el propósito de hacer un diagnóstico de las lagunas o elementos que dichos cuerpos legales no contemplan a fin de entender lo que se requiere para mejorar la protección del agua subterránea y lograr una gestión sustentable para su aprovechamiento.

Asimismo, se requiere conocer las formas o estructuras que debe de contener una norma y una iniciativa de ley a fin de que sea presentada ante los legisladores y aprobada en su oportunidad.

En consideración a lo que se pretende lograr con el presente proyecto y la necesidad de comprender, explicar y mejorar la normatividad que dé pie a una mejor protección del agua subterránea en el AMG y la cantidad de variables que se manejan, se requiere adoptar un modelo de trabajo científico híbrido o mixto que combine el enfoque realista-positivista (o paradigma Descriptivo) apropiado para conocer y registrar aspectos de la realidad y dimensionar aspectos objetivos y concretos de la forma en que se protege al agua subterránea; consistiendo en una investigación de las diversas normas vigentes, así como su aplicación o falta de esta, para poder determinar qué cuerpo jurídico será necesario modificar para lograr el objetivo, así como los diversos programas o estrategias que las autoridades competentes en turno pretenden implementar, apoyada además de la perspectiva hermenéutica-constructivista (o paradigma Explicativo) adecuada que consiste en diversas entrevistas a actores clave que tienen a su cargo tanto la gestión del agua subterránea, como la posibilidad o responsabilidad de su protección, posibilitando la comprensión, razones o implicaciones por las que se está dejando sin protección a esta fuente, o bien cuáles son los obstáculos a los que se enfrenta la autoridad para lograrlo. Finalmente se requerirá acudir a la crítica-transformativa (o paradigma implicativo) toda vez que se requiere proponer una solución o norma adecuada e imperativa a partir de los hallazgos

encontrados y así mejorar tangiblemente la protección del agua subterránea con vista en su sostenibilidad hacia el futuro.

En ese orden de ideas en la figura 9 se establecen las diferentes etapas de la investigación, junto con la principal herramienta usada para el desarrollo del presente trabajo.



Figura 9 Marco metodológico.

3.5 Selección de técnicas y diseño de instrumentos

A continuación, se señalan las técnicas obtenidas a través de las entrevistas realizadas a diferentes actores relacionados con el agua, para: i) obtener los datos necesarios para reglamentar el agua subterránea en el AMG y ii) realmente lograrla.

Entrevistas:

Perfil buscado:

a) Servidor Público: se requiere, concertar entrevistas con dos tipos de funcionarios.



1.- funcionarios, que tengan a su cargo el manejo del agua en el Área Metropolitana de Guadalajara, así como que estén encargados o cuya responsabilidad sea la gestión sustentable de dicha fuente. Estos actores deberán de estar en posición de tomar decisiones y ser quienes conozcan el manejo y la política actual, que puedan responder sobre las diferentes estrategias y planes a futuro para garantizar su conservación y disponibilidad.

2.- funcionarios, que estén encargados de la protección de los elementos naturales y el ordenamiento territorial y que tengan capacidad de decisión, así como que estén enterados de los planes y estrategias a futuro para preservar los diversos recursos naturales que se localizan en el AMG, estos actores deberán de conocer los distintos mecanismos de protección y tener posibilidad de proponer su creación. Respecto a los encargados de la planeación del territorio se requiere conocer los planes y estrategias que se tienen para el crecimiento de la ciudad y el ordenamiento que se pretende darle.

b) Académicos: se requiere profesionistas cuyo perfil de conocimiento e investigación, les haya otorgado una perspectiva del manejo y protección de los elementos naturales, la legislación existente para protegerlos y un pensamiento crítico sobre las estrategias que debería de estar implementando el gobierno para la protección del agua subterránea de la metrópoli.

Por lo anterior, se requerirá concertar entrevistas con los funcionarios y académicos que se enuncian a continuación:

Funcionarios:

- Encargado de factibilidades del Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA) Gregorio Barrientos Vargas Jorge Perez Rodriguez
- Encargado de la oficina de agua subterránea de la Comisión Nacional del Agua CONAGUA
- Titular del Instituto Metropolitano de Planeación IMEPLAN
- Titular de la Procuraduría de Desarrollo Urbano
- Director de Medio Ambiente Zapopan
- Encargado de hidrología del gobierno municipal de Guadalajara

Fecha en que se practicaron las entrevistas: durante los meses de diciembre de 2019, junio, julio y agosto de 2020.

Académicos:

- Joel Carrillo Rivera, Hidrogeólogo de la UNAM, experto en agua subterránea y promotor de la teoría de flujos del agua subterránea.
- Alessia Kachadourian, ingeniera ambiental, especialista en tema de agua subterránea.
- Marco Antonio Ramírez Murillo Ingeniero Civil con especialidad en hidrogeología.

Lugar: en sus respectivas oficinas o en su caso mediante plataforma virtual

Método: entrevista directa por parte del autor, mediante grabación con equipo celular o grabación de videollamada.

3.6 Cuadro de variables

Situación problema

En el área metropolitana de Guadalajara, no se lleva a cabo una adecuada protección y gestión del agua subterránea, y por lo tanto, se están poniendo en riesgo los derechos de accesibilidad a agua de calidad, a un ambiente sano y derecho a la ciudad.

Supuesto de trabajo

Si se propone una regulación jurídica que obligue a realizar los estudios necesarios para conocer el comportamiento y el flujo del agua subterránea, previo a la realización de obras de infraestructura o acciones urbanísticas, instalación de industrias entre otras, puede contribuirse a la regeneración de acuíferos, recuperación y cuidado del ecosistema y disminuir los riesgos de inundaciones en el AMG.



Preguntas	Objetivos
¿Qué normas jurídicas se requieren promulgar a fin garantizar la protección y la gestión integral y sustentable del agua subterránea el Área Metropolitana de Guadalajara?	Proponer las normas jurídicas que deben promulgarse para garantizar la gestión sustentable y protección de las fuentes de agua subterránea en el Área Metropolitana de Guadalajara.
¿Qué sucede si no se lleva a cabo una gestión sustentable de agua subterránea?	Conocer las consecuencias en el medio ambiente ante el manejo insustentable de las fuentes de agua subterránea

¿Qué se requiere para realizar estudios de flujo de agua subterránea?	Conocer las diferentes técnicas, requerimientos y costos para realizar estudios de sistemas de flujo de agua subterránea.	¿Por qué no se estudia la cuenca en su conjunto?	Entender los obstáculos e impedimentos para que la autoridad pueda estudiar la cuenca en su conjunto
¿Cómo es la gestión del agua subterránea en el AMG?	Conocer cómo se gestiona el agua subterránea, datos que tiene las autoridades, en el AMG	¿Qué normas existen para la protección del agua subterránea en el AMG?	Conocer las normas vigentes y marco jurídico que pretende proteger las fuentes de agua subterránea.
¿Qué conocimiento tienen las autoridades del funcionamiento del agua subterránea en el AMG?	Conocer los estudios y métodos que usan	¿Cómo se elabora y qué estructura requiere una norma técnica?	Conocer, la estructura y requerimientos para formar y promulgar una norma técnica
¿Por qué no se monitorean los pozos? ¿Por qué no se auditan las concesiones?	Entender los obstáculos e impedimentos para que la autoridad pueda monitorear auditar los pozos y las concesiones	¿Quiénes son los diversos autores que se deben contemplar para lograr una gestión sustentable del agua subterránea?	Conocer los diversos actores que se requiere convencer y regular a fin de que exista una adecuada gestión del agua subterránea.

Figura 10 Cuadro de variables

4. Análisis, desarrollo de la propuesta y resultados

En este apartado se expondrán los resultados obtenidos de la investigación documental, así como del trabajo de campo realizado durante la elaboración del proyecto. Trabajo de campo que como se explicó en el apartado de elección metodológica, consistió en entrevistar diferentes actores que, por su posición o rama de estudio, tienen conocimiento de la gestión y protección del agua subterránea.

4.1 Bibliografía y actores clave

Para este capítulo se requirió revisar la siguiente información documental:

- Ley General de Aguas Suscrita por Ciudadanos (2020), conocida también como Iniciativa Ciudadana de Ley General de Aguas

- Proceso de Recarga-Descarga de Agua Subterránea en Zonas Receptoras de Pago por Servicio Ambiental Hidrológico, Sierras Nevada y las Cruces-México (Peñuela, 2007)
- Decreto del Gobernador del Estado de Jalisco por el que se Establece Como Zona de Recuperación Ambiental “El Bajío”, Con una Superficie de 980.89 Hectáreas, Ubicada en el Municipio de Zapopan, Jalisco
- El agua subterránea como Elemento de Debate en la Historia de México (2007)
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Constitución del Estado de Jalisco
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
- Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y protección al Ambiente
- Ley General de Asentamientos Humanos
- Código Urbano para el Estado de Jalisco
- Ley de Aguas Nacionales
- Ley de Agua para el Estado de Jalisco y sus Municipios
- Página de internet del SIAPA
<https://www.siapa.gob.mx/transparencia/criterios-y-lineamientos-tecnicos-para-factibilidades-en-la-zmg>

Las entrevistas fueron realizadas a los siguientes actores clave:

- Mario Silva- Director del Instituto Metropolitano de Planeación (Imeplan) (marzo 2020)
- Carlos Romero- Titular de la Procuraduría de Desarrollo Urbano de Jalisco (PRODEUR) (junio 2020)
- Luis Águila- Director de Ordenamiento del Territorio del Municipio de Guadalajara (junio 2020)
- Joel Carrillo Rivera, Hidrogeólogo de la UNAM (junio 2020)
- Alessia Kachadourian- Ingeniera ambiental con especialidad en agua subterránea (junio 2020)
- Luis Antonio Cruz- Encargado del Área de Hidrología de la Dirección de Medio Ambiente de Guadalajara (abril 2020)

- Gregorio Barrientos Vargas- Encargado de factibilidades del Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA) (diciembre 2020)
- Marco Antonio Ramírez Murillo Ingeniero Civil con especialidad en hidrogeología. (junio 2021)

4.2 Hallazgos aprovechables

Una vez realizadas las entrevistas y la investigación documental sobre el agua subterránea, su funcionamiento y el riesgo al que está expuesta, se destaca lo siguiente:

En la entrevista llevada a cabo el día 9 de marzo de 2020 al titular de IMEPLAN, Mario Silva, se obtuvo conocimiento de la existencia del decreto de recuperación de la zona conocida como el Bajío, instrumento que se describió en el capítulo de antecedentes, cuya importancia para este documento es relevante ya que mediante un decreto de protección, se busca salvaguardar una zona de vital importancia para la recarga de agua subterránea en el acuífero de Atemajac, que a su vez surte de agua tanto al municipio de Zapopan como al municipio de Guadalajara, recargando a su vez al río Atemajac.

Antecedente que como se explicó someramente en líneas anteriores, resulta de gran interés para este trabajo, al demostrar que, con la voluntad política necesaria, la autoridad tiene la capacidad de realizar estudios de zonas que presentan indicios de potencialidad de recarga y descarga de agua subterránea, que son de suma importancia para el correcto funcionamiento del ecosistema; máxime que de conformidad al artículo primero de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se debe de incluir la perspectiva de derechos humanos en la toma todas las decisiones públicas, buscando garantizar el derecho de acceso al agua potable, en la cantidad y calidad suficientes para dignificar a las personas y permitir su adecuado desarrollo.

En ese sentido, se destaca que para que un decreto de conservación pueda promulgarse, se necesita previamente que se haya llevado a cabo un despliegue de actividad técnica apoyándose de la hidrogeología, teniendo como propósito fundamentar científicamente la necesidad de la creación de una norma o disposición jurídica que probablemente afecte intereses de terceros y que puedan llegar a representar un obstáculo para su creación.

Así que de conformidad al artículo 16 de la constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, toda actuación de la autoridad requiere estar previamente fundada y motivada. La **fundamentación** debe entenderse como la existencia previa de normas que faculten a la autoridad a actuar de conformidad a lo estipulado en ella y la **motivación** se puede definir como la justificación para aplicar la norma que se pretende implementar.

Por lo que tal y como se describió en los antecedentes, la normatividad existente en México y respecto del AMG, sí prevé la posibilidad de la creación de decretos o instrumentos que busquen la protección de los elementos naturales propiedad de la nación; que es el caso que nos ocupa, pues tal y como lo exponen las diferentes normas descritas, tanto el agua superficial como subterránea resultan ser imprescindibles para salvaguardar el ambiente, su biodiversidad y el balance en el ecosistema, aunado a la vital importancia para la sociedad que la requiere para sus supervivencia y desarrollo, además de que como se ha expuesto a lo largo de este documento, el derecho al agua es un derecho humano ampliamente reconocido por nuestras normas y los diversos tratados internacionales en los que México es parte y necesita garantizarse.

Asimismo, resultó de gran fruto la entrevista a Mario Silva, toda vez que se pudo conocer, que en congruencia a lo que estipula el POT-met sobre el agua subterránea, descrito en capítulos anteriores, el IMEPLAN tiene especial interés en conocer y obtener mayor información sobre el agua subterránea que se encuentra en el AMG. Por lo tanto, es su intención que se estudie a fin de que se lleve a cabo un mapeo que muestre la ubicación y la cantidad de agua que se encuentra en el subsuelo.

Sin embargo, como hallazgo interesante se puede determinar que aunque tienen conocimiento de la existencia de la teoría de sistema de flujos subterráneos, realmente no existe un conocimiento profundo y puntual y por lo tanto dicho organismo no cuenta con las herramientas para conocer la mejor técnica o metodología a implementarse, lo que implica que ante la concesión de la elaboración de un estudio, no tienen las herramientas necesarias para evaluar los resultados obtenidos ni la eficacia o idoneidad de la información que dichos estudios arrojen.

En ese orden de ideas, se puede destacar la voluntad que tienen las autoridades metropolitanas de que se lleven a cabo los estudios a fin de conocer mejor el agua subterránea de la ciudad, sin embargo, ante la falta de expertos en el tema y dado que los diferentes organismos y empresas que han consultado, discrepan entre sí, y en algunas ocasiones se desacreditan unos a otros, el IMEPLAN, no ha tomado la decisión de quién o qué escuela o metodología de estudio es la adecuada para realizarlo.

Esta situación descrita puede resultar contraproducente, debido a que una vez realizados los estudios y erogado el presupuesto que proviene del erario público, existe la posibilidad de que los resultados no sean del todos utilizables, o bien no arrojen la información necesaria para que se conozca la forma en que funcionan los flujos subterráneos y la ubicación u origen de algunos flujos regionales que bien podrían superar los límites geográficos de la urbe, dando datos que no resulten suficientes para mejorar el estado y localización del agua subterránea.

En ese sentido, no obstante que se tiene la intención de conocer el estatus de los acuíferos, así como mapear la localización de sus flujos o reservas, se corre el riesgo inminente de que los estudios no sean fructíferos y continúe la necesidad de obtener mayores y mejores datos, lo que representaría un grave atraso dada la dificultad de que se destinen recursos públicos para estos fines; que aunque resultan de primigenia importancia para la seguridad y resiliencia hídrica de la ciudad, no representan una necesidad prioritaria para muchos al existir alternativas, aunque mucho más costosas tanto ambiental como

económicamente, para satisfacer temporalmente la demanda de agua de la población.

Circunstancia que no causaría alarma si las autoridades se enfocaran en cuidar lo ya existente, se asegurarán de proteger las zonas de recarga y descarga de los acuíferos y destinarán mayor presupuesto para arreglar la infraestructura hidráulica dañada que provoca grandes pérdidas de agua en su transporte. Por lo que si las autoridades realmente se ocuparan en estos temas, probablemente no sería necesaria la implementación de infraestructura de alto costo para trasladar agua de lugares lejanos o la necesidad de construir grandes presas, que cabe destacar, no solo ponen en riesgo el agua exponiéndola a mayor cantidad de contaminantes sino que provocan su evaporación y pérdida de disponibilidad del líquido, resultando contraproducente para satisfacer la demanda de la población y que en caso de sequías se volvería un gasto, por demás inútil e ineficiente.

Otro hallazgo de suma importancia, es que se pudo detectar que el 14 de abril de 2020, fue publicada en la gaceta parlamentaria de la Cámara de Diputados, la Ley General de Aguas Suscrita por Ciudadanos, que consiste en una iniciativa ciudadana de una norma, que si bien todavía no ha sido aprobada por el poder legislativo, cuenta con 145,508 firmas que equivalen al 0.16% de la lista nominal de electores, respecto al corte del 07 de febrero de 2020 (Ley General de Aguas Suscrita por Ciudadanos, 2020).

La referida norma propuesta, resulta de gran apoyo para esta investigación, dado que critica la forma en que el agua es gestionada y protegida en nuestro país y, argumenta la improrrogable necesidad de que se lleven a cabo los estudios de agua subterránea pertinentes y con las metodologías apropiadas, que puedan revelar la disponibilidad real del líquido y sus flujos subterráneos, traslados y composición química para que pueda así generarse una planeación integral y sustentable de su aprovechamiento.

Por lo tanto, es un instrumento que resulta de gran interés para este proyecto, al revelar la existencia de un gran número de ciudadanos que están

preocupados y entienden la necesidad de que la forma en que se está gestionando y protegiendo el agua subterránea sea modificada.

A continuación se pretende hacer un análisis y cruces de hallazgos a fin de responder a las siguientes preguntas clave del trabajo:

4.3 Preguntas clave

- **¿Qué sucede si no se lleva a cabo una protección adecuada y gestión sustentable de agua subterránea?**

Para responder esta pregunta y objetivo, se requirió realizar una entrevista con el Dr. Joel Carrillo Rivera, hidrogeólogo de la UNAM. Dicha entrevista se llevó a cabo el día 9 de junio de 2020 a las 15:30 horas, por lo que al momento de solicitarle se pronunciara sobre los posibles daños que se pueden ocasionar al agua subterránea, y en su caso al ecosistema en general al no llevar una adecuada protección de dicha fuente de agua, me refirió el siguiente artículo científico: Domínguez y Carrillo (2007). Para resaltar que la calidad ambiental depende directamente del agua presente y los problemas ambientales que se destacan por no cuidar el agua subterránea son los siguientes:

Impactos ambientales invisibles

Alteración de la recarga: la actividad humana transforma el uso del suelo y en consecuencia puede disminuir el volumen de agua para infiltración y finalmente para la descarga, lo que repercute en la falta de alimentación de agua subterránea a lagos, y los autores ponen como ejemplo que la vegetación y otros componentes bióticas de los ecosistemas en los lagos (Cuitzeo, Chapala), pantanos (costas de Oaxaca), humedales (Xochimilco), ríos (Aguanaval, San Pedro, Lerma) y franja costera (costa norte de Yucatán), se han visto afectadas negativamente por la falta de aporte de agua subterránea.

En ese orden de ideas, se observa que el agua subterránea está intrínsecamente conectada con el agua superficial, por lo tanto, si se altera el uso de suelo disminuyendo las zonas de recarga, los cuerpos de agua

superficial se ven afectados a su vez, no solo reduciendo su cantidad o volumen que en casos severos pueden desaparecer, sino que se afecta la vegetación y otros componentes bióticos del ecosistema en general, provocando afectaciones en grandes extensiones de terreno y no solo en el subsuelo.

Asimismo, existe el Impacto extra-cuenca superficial, que es el flujo de agua subterránea desde una cuenca superficial hasta otra que puede localizarse a gran distancia, donde el impacto se genera al realizar acciones en una cuenca afectando al agua subterránea de otra cuenca, ya que erróneamente se considera que se encuentran hidráulicamente separadas, sin embargo son cuerpos interconectados y dependientes unos de otros.

Por lo tanto, la afectación de una cuenca puede repercutir en otra cuenca al estar conectadas y los efectos dañinos, aunque no se perciban en la misma cuenca, podrían estar afectando ecosistemas de otras regiones, localizadas a varios kilómetros dependiendo del tipo de sistema que se vea afectado.

Aunado a lo anterior, en el referido documento se destaca que la operación ineficiente de pozos, que se produce por una inadecuada perforación, diseño, construcción y régimen de extracción, se manifiesta como un abatimiento adicional e innecesario del nivel del agua subterránea, lo que se traduce en una reducción en la cantidad de agua producida por unidad energética; adicionalmente, se requiere de un gasto financiero innecesario para la reposición prematura de la infraestructura relacionada (pozo, bomba, conducción).

Así que se puede observar que, ante la inadecuada perforación, diseño, construcción y régimen de extracción, se requiere más energía para operar, además de que la infraestructura se daña más rápido, perdiendo eficiencia por una mala planeación.

Otro gran problema que manifiesta el Dr. Joel Carrillo, es el *cambio de la calidad del agua potable*, y es que en numerosas poblaciones de México, el

abastecimiento de agua proviene de una fuente subterránea cuya mineralización natural con exceso de ciertos elementos ha ido en aumento, debido al exceso de extracción y a la falta de conocimiento de el volumen que puede extraerse de forma sustentable; en otros casos se tiene un efecto por contaminación. En ambas situaciones el cambio en la calidad del agua que consume la población está relacionado con la forma cómo se administra la extracción de agua, es decir, tiempo de bombeo, caudal de extracción, y diseño constructivo del pozo. La calidad no deseable origina enfermedades que, en algunos casos, llegan a causar la muerte e impide que millones más gocen de una vida saludable menoscabando los esfuerzos en favor de un desarrollo sustentable.

Por lo que la forma cómo se administra la extracción de agua, es decir, tiempo de bombeo, caudal de extracción y diseño constructivo del pozo, puede afectar a que el agua que se obtenga pertenezca a un flujo subterráneo que contenga minerales que puedan causar graves afectaciones a la salud si son consumidos, por lo tanto, se tiene que poner un énfasis especial en este punto y determinar cuál es la cantidad y tiempo de bombeo que permite que el flujo de agua que se obtenga sea de la misma calidad y no provocar una inducción de un flujo a otro flujo.

Ello, dado que “la composición del agua subterránea está determinada principalmente por su tiempo de residencia en el acuífero (flujo local, intermedio o regional) y por las características de los materiales por donde circula. A mayor tiempo de contacto entre el agua y la roca, más minerales serán disueltos” (Moore et al., 2002: 59).

Por otra parte Domínguez y Carrillo, (2007), concluyen que existen riesgos de contaminación por los residuos sólidos urbanos y demás desechos provenientes de las ciudades y poblaciones; en ese sentido, se corre riesgo de que los sitios de disposición final, en particular los rellenos sanitarios en el caso del AMG, provocan el riesgo de infiltración de lixiviados.

Con base en datos obtenidos de dependencias de gobierno, centros de investigación (UNAM, UASLP, UADY, UAM), y generados por los autores aquí citados en diferentes partes del territorio mexicano, indican que la calidad FQ y bacteriológica del agua subterránea presenta una situación preocupante. “De acuerdo con los parámetros consignados en la norma de agua potable, NOM-0127-SSA-1-1996, representan un riesgo para la salud de las personas en varias regiones de México el Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cloruro (Cl-), Cromo (Cr-), Fluoruro (F-), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Sodio (Na+), Nitrato (NO₃-), Plomo (Pb), Sulfato (SO₄²⁻) y compuestos orgánicos, hidrocarburos aromáticos y solventes, entre otras.” (Domínguez, Carrillo, 2007:22).

Situación que se corrobora con lo expuesto en Ordoñez (2011), donde expone que existen diversos riesgos, uno de ellos es la contaminación del agua subterránea, que se produce cuando una sustancia agregada al agua disminuye su calidad, que es un problema más difícil de corregir que en el agua superficial, ya que la contaminación del agua superficial termina después de que el evento de contaminación acontece, mientras que en el agua subterránea las impurezas pueden permanecer por un tiempo mucho más largo.

Así que se argumenta que, comparado con la forma de eliminar la contaminación del agua superficial, el saneamiento del agua subterránea es extremadamente difícil y costoso, consume mucho tiempo y es a veces imposible de realizar, por lo que concluye que las acciones bien planeadas y preventivas basadas en un conocimiento amplio del funcionamiento del agua subterránea y su relación con el ambiente son mucho más efectivas que su limpieza.

Es entonces, que en caso de no cuidar donde se enclavan los sitios de disposición final de residuos tanto sólidos urbanos, como peligrosos o de manejo especial, se corre el riesgo de contaminar gravemente al agua subterránea y causar grave daño a la salud de la población, ya que la presencia de uno o varios iones en el agua que consume la población en cantidad superior al considerado en la NOM-0127, puede causar trastornos a la salud, como enfermedades neurotóxicas (Mn, As, Cr), lesiones a la piel (As),

deterioro al sistema óseo y dientes (F), hipertensión arterial (Na, cuyo exceso relativo impacta la agricultura) y otros que son de tipo cancerígeno o contaminación microbiana (Cl-, NO₃-) en agua de pozo, que sugieren la presencia de bacterias, situación que resulta preocupante dado que muchos pozos en estas condiciones se incorporan a la red domiciliaria. (Domínguez, Carrillo, 2007)

Por lo anterior, se observa un gran problema en el cuidando el agua subterránea y la contaminación producida por diferentes sustancias químicas, ya sean provocadas por la lixiviación de la basura, o diferentes químicos que se infiltran por la forma en que se siembra y se cosecha. De acuerdo con la normatividad mexicana, la autoridad responsable usualmente sólo considera el contenido de Sólidos Totales Disueltos (STD) y la presencia de coliformes fecales, como principal criterio para establecer lo apto de la calidad del agua para consumo doméstico, cuando la calidad del agua para consumo humano se debe definir con base en la determinación de al menos 60 elementos químicos y un amplio espectro microbacteriológico (Domínguez, Carrillo, 2007); así que afirman que en la administración del agua se ha incorporado el mito de que el agua es potable si está clorada, sin considerar su contenido en iones y compuestos presentes.

Impactos ambientales visibles:

Domínguez y Carrillo (2007), se pronuncian sobre la existencia de varios efectos visibles provocados por no cuidar el agua subterránea y sus flujos desde sus zonas de recarga hasta sus respectivas de descargas.

En ese sentido se destacan los siguientes:

Inundación: desde la perspectiva del agua subterránea, esto es producto de la importación de agua en exceso a un territorio dado el desequilibrio hídrico natural que causa daño a ecosistemas existentes al cubrir con agua partes topográficamente bajas (en casos ciudadanos puede incluir obras civiles como estacionamientos subterráneos, sótanos).

Incremento de la erosión: no es inusual que a cambios en la recarga se le adicione la extracción inadecuada de agua subterránea o ambas, o sólo la última, lo que produce un abatimiento excesivo del nivel del agua subterránea que resulta en la remoción de la cubierta vegetal, esto en especial sucede con la vegetación freatófita. Por lo tanto, la eliminación de cubierta vegetal repercute en un incremento a la erosión por lluvia y viento.

Otro aspecto importante según el Dr. Joel Carillo, es la *consolidación (aparente) del suelo*, que es la respuesta ante la pérdida de agua de una formación geológica, que reduce su carga hidráulica y a su vez aumenta la presión entre los granos, esto último se manifiesta como hundimiento del suelo y fracturas asociadas.

Por lo tanto, existen riesgos de *hundimiento del suelo* que a su vez pueden provocar grandes daños en la infraestructura de las ciudades o bien a las vías de comunicación, situación que es irreversible.

Otro gran problema que mencionan Domínguez y Carrillo (2007), es la *desaparición de vegetación nativa* por la disminución del nivel del agua que está ligada con la reducción de nutrientes que suben a la planta por sus raíces; por lo que un abatimiento excesivo y permanente del nivel freático local resulta en un deterioro en la salud de la vegetación que puede terminar por desaparecer.

Un problema grave dado que la pérdida de cubierta forestal estimada en México, es del 1% anual debido a esta causa, y el AMG no es la excepción; así que dichos autores aseguran que cuando existen descargas de sistemas de flujo local o cambios en el régimen de agua subterránea, que pueden ser provocados por las obras civiles y la extracción insustentable, puede reducir el flujo de agua a las zonas de descarga y modificar las componentes bióticas de los ecosistemas locales como son; *eliminación de lagos, secado de manantiales y desaparición de humedales*.

Por lo tanto, resulta claro que, en caso de que la forma actual de extracción de agua subterránea continúe, sin que se conozca mediante estudios científicos el volumen de agua que puede extraerse y la calidad del agua que se obtendrá, no solo se pone en riesgo la salud del ecosistema, la conservación de la biodiversidad y por lo tanto el derecho a vivir en un ambiente sano, sino que se arriesga directamente la salud de la población, provocando serios daños en la salud de quienes consumen el agua aportada por las redes domésticas de agua, mermando la integridad física de los pobladores, aunado a las posibles afectaciones en su patrimonio al provocarse compactación del suelo, y por lo tanto riesgos de hundimientos y fallas.

Situación que debe de ser atendida por las autoridades e informar sobre los riesgos a la población, para que, al conocer la magnitud del problema, se tomen medidas específicas y concisas que permitan que se conserve el ambiente y se eviten enfermedades graves y riesgos a la población salvaguardando su calidad de vida

- **¿Dónde se localizan las zonas de recarga y descarga de agua subterránea en el AMG?**

De conformidad a Macías (2015), las microcuencas con valores de muy alta recarga son; Bajío, Bugambilias, Chulavista, CUCBA, El Palomar, Los Molinos, San Agustín Tepopote y Tesistán; y como descarga se tiene a Huaxtla y la Barranca, zonas que cada día son mayormente urbanizadas. No obstante, el estudio se considera incompleto debido a que no incorpora análisis hidrogeoquímicos del agua.

Por su parte, la ingeniera ambiental, Alessia Kachadourian entrevistada el 16 de junio de 2020, destaca que Guadalajara es una zona de descarga regional, esto significa que obtiene flujos de agua subterránea desde lugares que rebasan los límites administrativos del AMG; probablemente vienen desde el Nevado de Colima e incluso hay posibilidades que desde Toluca, y en menor medida del bosque la Primavera, dichos flujos mayormente van a parar a la

barranca de Huentitán y pasan por la zona de Plaza Patria, motivo por el que se inunda constantemente.

Destacándose que no pudo otorgar mayor información manifestando que está trabajando en un mapa general del territorio mexicano de zonas de recarga y descarga hecho por la UNAM, que incluirá información particular del AMG, es decir, de donde se recargan sus acuíferos y sus flujos, lo que permitirá conocer las zonas que deberán ser protegidas a fin de que el acuífero continúe con el balance necesario para que no ocurran los daños ambientales referidos en párrafos anteriores.

En ese orden de ideas, se puede concluir que no se han llevado a cabo los estudios que permitan localizar las zonas de recarga y descarga de agua subterránea a nivel de flujos locales e intermedios, lo que demuestra la imperante necesidad de reformar las normas a fin de que se elaboren.

- **¿Qué se requiere para realizar estudios de flujo de agua subterránea?**

De conformidad a Liliانا Peñuela (2007), la mayoría de los estudios de agua subterránea se limitan al uso del balance hídrico, que se considera válido como técnica de cuantificación siempre y cuando se cuente con una red densa de estaciones localizadas en sitios estratégicos, se realicen cálculos bajo supervisión y se tenga un mayor conocimiento físico del área (vegetación, clima, latitud, viento y demás parámetros que puedan afectar las variables de la ecuación), sin embargo debe de existir una base de datos histórica confiable y conocer los límites físicos de la cuenca hidrológica (laterales y profundidad; es decir, incluir los límites físicos en el subsuelo y no solo considerar cuencas hidrográficas), para incorporar todas las posibles entradas y salidas de agua al sistema.

Por lo tanto, Peñuela (2007) propone para la realización de estudios hidrológicos, la aplicación de la teoría de sistemas de flujo de agua subterránea de Tóth (2000), incorporando la observación del suelo, vegetación, relieve y

otros parámetros ambientales, junto con el análisis hidrogeoquímico de las muestras de agua tomadas en campo; esto permite establecer en menor grado de incertidumbre las zonas relacionadas con recarga de agua al subsuelo y su respectiva zona de descarga.

Peñuela (2007) considera que la definición de las zonas de recarga y descarga es necesaria y relevante para cualquier estudio hidrológico y ambiental, ya que cualquier afectación durante el proceso de recarga, tránsito o descarga de agua genera un impacto en el ambiente y por supuesto en la calidad y/o cantidad del agua superficial y subterránea, teniendo en cuenta que la descarga es una manifestación en superficie de la recarga.

Se afirma que aunque se pone más énfasis en las zonas de recarga por estar mayormente expuestas a la contaminación, en todo estudio completo se debe de tomar en cuenta también las zonas de descarga, pues estas pueden representar disminución de volumen de agua, afirmación que se ve secundada por el Dr. Joel Carrillo al manifestar en la entrevista llevada a cabo el día 9 de junio de 2020, que lo más importante para revisar en un estudio hidrológico son las zonas de descarga y que a partir de éstas, revisando la química del agua, se puede conocer de dónde proviene el agua, es decir su recorrido y desde donde se infiltró.

En ese sentido, Peñuela (2007), afirma que la descarga, es un proceso que en muchas ocasiones es el responsable de ciertas condiciones ambientales, como presencia de humedad en alguna región. Por lo tanto, la determinación de zonas de recarga y descarga debe de ser a través de un estudio sistemático donde se consideren todas las posibles variables existentes y no solo por medio de alguna por separado, ya que todas las variables son parte de un sistema relacionadas entre sí, donde el relieve por ejemplo (sin incluir altitud y longitud) atribuye el factor clima, el cual a su vez, junto con la litología del área ayudan a la formación de determinado tipo de suelo, lo que se liga también con el tipo de vegetación que se puede desarrollar en el mismo.

Asimismo, Peñuela (2007), postula que debe de analizarse los cambios en la cubierta y uso del suelo, usando cartografía y otros documentos como el inventario nacional forestal, debiendo observarse el tipo de vegetación o el crecimiento de áreas de cultivo y urbanas, en especial hacia elevaciones más altas que puedan representar zonas de recarga, y otras actividades como la reforestación, la tala del bosque, zonas destinadas a pastoreo, etc., que hacen susceptible al agua subterránea de algún impacto ambiental, ya sea por contaminación o disminución del caudal.

Sin embargo manifiesta que otra opción es actualizar o monitorear el posible efecto del uso del suelo a través de imágenes de satélite recientes, así tenemos que en la tesis expuesta, se consideró como principales resultados una primera aproximación del funcionamiento del agua subterráneas en la región estudiada, definición de posibles zonas de recarga y de descarga y jerarquías de sistemas de flujo, a partir de: 1) la obtención de la elevación topográfica de la precipitación, donde se recargan aquellos manantiales que no se ven afectados por evaporación, 2) profundidad mínima que alcanza el agua en el subsuelo y 3) localización de zonas de descarga de agua subterránea ligada a su respectiva área potencial de recarga.

Finalmente concluye con la hipótesis de que, si se aplica la teoría de los sistemas de flujo subterráneos, y se realizan análisis hidrogeoquímicos con uso de isótopos ambientales, puede obtenerse un mayor conocimiento de la dinámica del agua subterránea.

Por lo tanto, Peñuela (2007), argumenta que la metodología a emplear en estudios ambientales e hidrológicos debe incorporar un análisis regional, que abarque mayor extensión territorial del área específica de análisis, con el fin de visualizar los elementos que interactúan en el sistema, y así obtener un mayor entendimiento de la dinámica de la naturaleza en general; lo que permite incorporar variables de carácter regional que podría arrojar datos más puntuales y detallados, ya que posiblemente no se identificarían con un simple análisis local.

A su vez sostiene que el estudio de elementos ambientales debe ser continuo en espacio y tiempo, teniendo en cuenta los cambios que ocurren a lo largo del tiempo por la misma dinámica de la naturaleza, manifestando que un buen ejemplo a seguir después de obtener los resultados de un estudio de esta naturaleza, es el uso de ciertos isótopos, tales como ^3H , ^{14}C y ^{13}C , que permiten obtener la edad media del agua y calcular a su vez la trayectoria del agua subterránea de acuerdo con la conductividad hidráulica, porosidad y gradiente; asimismo recomienda hacer junto con el muestreo de agua uno de vegetación para identificar la actividad de carbono en la zona de recarga.

- **¿Qué conocimiento tienen las autoridades del funcionamiento del agua subterránea en el AMG?**

Hasta el momento, de conformidad a la información obtenida por parte del Dr. Mario Silva, director del IMEPLAN, a través de la entrevista llevada a cabo el mes de marzo de 2020, se destaca que se conoce de manera superficial la teoría de sistemas de flujos de agua subterránea, sin embargo, no conocen las características de cómo se deben hacer los estudios atendiendo dicha teoría, ni entienden los datos que se deben de obtener.

Asimismo, se destaca que dicho organismo no tiene el personal necesario para llevar a cabo un estudio y en caso de que se realice, situación que se tiene planeada y que se han designado 28 millones de pesos para su realización, su personal no cuenta con la experiencia ni conocimiento para conocer la veracidad de los resultados, ni cuál es la técnica o procedimiento que se debe de seguir.

Por lo tanto, existe el riesgo de que el estudio que se obtenga no reúna las características necesarias para conocer de forma completa el comportamiento y características de los flujos del agua subterránea del AMG, y que solo se obtenga un mapeo del agua, pero no necesariamente sobre los sistemas de flujos subterráneos y su categorización como locales, intermedios o regionales.

Es decir, la información obtenida por el estudio, de no hacerse mediante la teoría de sistema de flujos subterráneos, puede arrojar resultados insuficientes para lograr una planeación adecuada del territorio, que a su vez haría posible la formulación de los instrumentos necesarios para proteger las zonas de recargas, descargas y sus flujos.

- **¿Por qué no se vigila el nivel real de extracción?, ¿Porque no se estudia la cuenca en su conjunto?**

De conformidad a la Ley de Agua Subterránea (Carmona *et al.*, 2017), la Ley General de Aguas Suscrita por Ciudadanos (2020), y la entrevista llevada a cabo con el Dr. Joel Carrillo, las mediciones que se hacen por parte de las autoridades competentes, en los estudios de agua subterránea, son únicamente respecto al balance hídrico, por lo tanto la información que se obtiene es incompleta y en diversos casos no se obtienen datos reales y precisos del estatus del acuífero en su conjunto; situación que abre las posibilidades de un manejo discrecional del agua y que en caso de existir la necesidad de mayor demanda por parte de algún particular, se podrían generar estudios a modo a fin de que se actualicen datos y se concesione un mayor volumen del previamente establecido.

Sostienen que el ejercicio discrecional de la autoridad es permitido por leyes actuales y que la Ley de Aguas Nacionales tiene como objetivo concesionar el agua y no su cuidado ya que su creación fue un requisito del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y no fue creada para proteger o garantizar el derecho al agua.

Criticán que CONAGUA no tiene contrapesos, es decir, nadie la audita y se permite un manejo obscuro de datos y estudios, sin que respondan a sus obligaciones en materia de transparencia pese a que la ley de Aguas Nacionales obliga a la autoridad a otorgar concesiones salvo casos cuidadosamente delimitados y obliga a CONAGUA a inspeccionar y vigilar solo si hay recursos y a fiscalizar y sancionar sin consecuencias de que no lo haga.

En ese sentido, el ejercicio discrecional permite destinar todo el presupuesto a mega obras concesionadas a unos pocos y cuya principal crítica es que son de poca utilidad y representan un gasto elevado que podría ser destinado a soluciones mucho más efectivas, como la reparación de las redes de agua.

Se manifiesta que cada vez se destinan menos recursos para inspectores, y que actualmente solo están en nómina del gobierno 85 individuos para cubrir o inspeccionar más de 537 mil concesiones, por lo tanto, resulta obvio que es un personal limitado, o que no es suficiente para auditar y realizar labores adecuadas de vigilancia, exponiendo que la CONAGUA utiliza criterios no hidrológicos para sus mediciones como marcar límites estatales o meramente administrativos para delimitar acuíferos, y no los límites geológicos reales.

En conclusión se puede argumentar que la actual Ley de Aguas Nacionales no tiene una finalidad proteccionista ni hidrológica, sino que fue un requerimiento para la suscripción del TLCAN, por lo tanto de continuarse con dicha legislación, se corre el riesgo de que el sistema hídrico nacional se vea cada vez más afectado, y que tanto el agua subterránea como los cuerpos de agua superficial sean seriamente afectados, dada la sustracción insustentable del líquido y la falta de supervisión de las concesiones y las fuentes de contaminantes, destacándose de que se acusa la práctica de otorgar nuevas concesiones injustificadamente cuando una corporación necesita más agua, valiéndose de estudios a la medida.

- **¿Por qué no existen estudios de agua subterránea conforme a la teoría de sistemas de flujos de agua subterránea?**

En el mismo sentido de las preguntas anteriores, se entiende que si se estudia el agua subterránea de conformidad a como se propone en el presente trabajo, podría atender directamente a los intereses de las corporaciones y que el gobierno tendría que empezar a rendir cuentas claras de su administración, por lo tanto a manera de indicio, se observa que existen intereses encontrados que buscan mantener el estatus de las fuentes de agua en el desconocimiento y así mantener su control y administración discrecional.

Así que, de conformidad a la Ley General de Aguas, suscrita por ciudadanos (2020), cuando una gran corporación requiere de más agua, se publica un nuevo estudio y se le concede el agua solicitada.

- **¿Qué normas existen para la protección del agua subterránea en el AMG?**

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Constitución Política del Estado de Jalisco
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
- Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
- Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano
- Código Urbano para el Estado de Jalisco
- Ley de Aguas Nacionales
- Ley de Agua para el Estado de Jalisco y sus Municipios
- Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano del AMG
- Decreto por el que se establece como zona de recuperación ambiental “El Bajío

A través de la revisión y análisis de la normatividad, se realizó una categorización de 5 diferentes temas, encuadrándose la información que se desprende de cada norma en cada categoría (Figura 11).

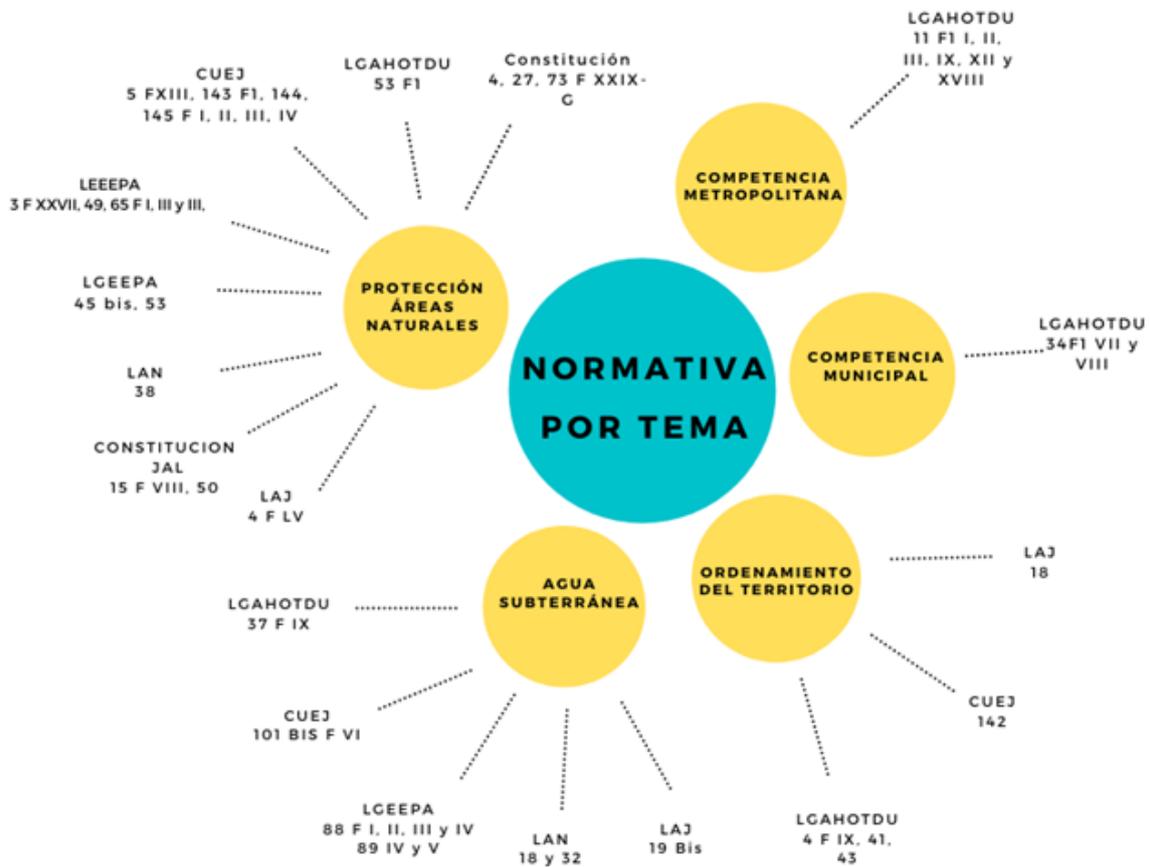


Figura 11 Normas consultadas por tema

Abreviatura de normas	
Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano	LCAHOTDU
Código Urbano para el Estado de Jalisco	CUEJ
Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	LGEEPA
Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el Estado de Jalisco	LEEPA
Ley de Agua para el Estado de Jalisco y sus Municipios	LAJ
Ley de Aguas Nacionales	LAN
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	CONSTITUCIÓN
Constitución del Estado Soberano de Jalisco	CONSTITUCIÓN JAL

De la observación y análisis de la normatividad en comento, se puede determinar que la **Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano** (2016), establece que son de interés metropolitano la gestión integral del agua y los recursos hidráulicos, entre ellos la recuperación de cuencas hidrográficas y la preservación y restauración del equilibrio ecológico, estableciendo la necesidad de que en los programas y

planes de ordenamiento territorial se formulen disposiciones para protección ecológica de áreas no urbanizables, que solo puedan ser utilizadas para su vocación, y zonas de patrimonio natural solo para dichas actividades.

A pesar que los planes y programas de ordenamiento territorial con que cuenta la metrópoli, establecen zonas de protección al agua subterránea, destaca que las pocas zonas que se protegen no tienen al parecer un fundamento científico para su señalamiento, no se sabe a ciencia cierta si dichas zonas de protección son realmente zonas con potencial de recarga ya que no se encuentran los estudios que identifican tales zonas; y por su parte, en los planes parciales del municipio de Guadalajara, en las pocas zonas de protección a los acuíferos que se contemplan, se estipula la posibilidad de que la CONAGUA otorgue permiso para su urbanización, siendo contradictorio que se abra la posibilidad de que se edifique sobre estas zonas.

El **Código Urbano para el Estado de Jalisco**, por su parte, determina que los planes de desarrollo deben de considerar áreas de conservación que sean condicionantes del equilibrio ecológico y que las áreas de preservación ecológica solo deben ser usadas para esos fines, estipulando que los programas de ordenamiento territorial y desarrollo urbano de áreas metropolitanas tienen por objeto desarrollar políticas para la gestión integral del agua y los recursos hidráulicos, entre ellos la recuperación de cuencas hidrográficas; no obstante lo anterior, en dichos instrumentos no se establecen zonas de protección reales.

Si se analiza la **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente**, se aprecia que corresponde al Estado y a la sociedad, la protección de los ecosistemas acuáticos y del equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, refiriendo que el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos debe realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico, y tomando en cuenta la capacidad de recarga de los acuíferos, la preservación y el aprovechamiento sustentable del agua y de los ecosistemas acuáticos,

responsabilizando a los usuarios, así como a quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.

En ese sentido, se puede observar que las normas conminan al gobierno y la misma sociedad a que protejan los ecosistemas acuáticos, cuidando su capacidad de carga y preservación, pero en la realidad no se aprecian acciones determinantes al respecto, por lo que pareciera ser que queda en letra muerta o al auspicio de la buena voluntad de las personas cuidarlas.

Así que, no obstante que la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano estipula que la planeación debe evitar que el crecimiento urbano ocurra sobre suelos agropecuarios de alta calidad, áreas naturales protegidas o bosques, y que las entidades federativas y los municipios deben promover la elaboración de programas parciales y polígonos de actuación que permitan llevar a cabo acciones específicas para el crecimiento, mejoramiento y conservación, podemos ver que de conformidad al POTmet (IMEPLAN, 2016), las políticas de crecimiento y expansión de la ciudad continúan sin contemplar la protección de zonas de recarga de agua subterránea y sus flujos, a pesar de que la Constitución del Estado de Jalisco, faculta al gobernador para ejercer atribuciones en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y ordenamiento territorial de los asentamientos humanos, y no solo eso, lo obliga a velar por la utilización sustentable de todos los recursos naturales.

En esa tónica, a pesar de que en el AMG existen diversas zonas que representan activos ambientales, éstas no están plenamente identificadas, o definidas como zonas de recarga, ni quiénes son sus beneficiados; y ante el posible cambio de uso de suelo por este desconocimiento, puede repercutir en grandes problemas para la ciudad si se dañan o impermeabilizan. La mayoría de estudios ambientales e hidrológicos que incluyen el análisis del agua subterránea, se limitan a una cuantificación de volúmenes en los acuíferos, según la clasificación de la CONAGUA; a pesar que en los últimos años se está realizando un esfuerzo por definir zonas de recarga con sensores remotos, aún falta la aplicación de otras técnicas para lograr identificar tales zonas con mayor precisión, por ejemplo, usando parámetros hidráulicos y análisis

hidrogeoquímicos. Así que las zonas de recarga no están siendo protegidas adecuadamente, simplemente porque no se conoce con exactitud dónde se encuentran y hacia dónde fluyen; entonces la obligación de su resguardo se queda en una mera figura jurídica, que no se manifiesta en una acción real.

En otro orden de ideas, la misma Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, conmina a dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, sin embargo, aunque son disposiciones generales que deberían regir a las normas que la regulan, dicho ordenamiento que es el rector de la actuación de todas las autoridades en sus diversos ámbitos de competencia, es ignorada o dejada a un lado.

Asimismo, a pesar de que la **Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el Estado de Jalisco** tiene como principio rector aplicar criterios ambientales en la protección de suelo y agua, en las declaratorias de usos, destinos, reservas y provisiones, estableciendo la figura de áreas de protección hidrológica y criterios para la conservación y el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos, pareciera que de igual forma es ignorada en los instrumentos de ordenamiento del territorio existentes, quedando en una mera buena intención.

No obstante la corresponsabilidad que tienen los gobiernos, tanto estatal como municipal, de proteger y conservar los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, destacándose puntualmente que se debe vigilar la capacidad de recarga de los acuíferos, pareciera que dicha corresponsabilidad queda en mero papel y que los intereses inmobiliarios rigen sobre los intereses de la ciudadanía y su derecho a un ambiente sano y al derecho al tener agua de calidad en la cantidad suficiente para poder desarrollarse a plenitud.

En ese sentido, para que mediante los diversos instrumentos de ordenamiento y planeación territorial se pueda llevar a cabo una protección eficiente del agua subterránea, es preciso que se realicen los estudios que resulten necesarios, que tengan como propósito conocer el funcionamiento de los sistemas de flujos subterráneos, así como su proceso de infiltración, trayectoria y descarga.

Problemática que es atendida por la misma Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el Estado de Jalisco, en donde se destaca la necesidad de que se realicen estudios técnicos para que se establezcan zonas reglamentadas, zonas de veda o declarar la reserva de aguas, lo que es secundado por la ley de Aguas Nacionales al establecer como obligación de la CONAGUA realizar, por sí o con el apoyo de terceros cuando resulte conveniente, los estudios y evaluaciones suficientes para promover el mejor aprovechamiento de las fuentes de agua del subsuelo.

Igualmente, la **Ley de Agua de Jalisco** estipula que se debe de realizar periódica, sistemática y prioritariamente los estudios y evaluaciones necesarias para ampliar y profundizar el conocimiento acerca de la ocurrencia del agua en el ciclo hidrológico, con el propósito de mejorar la información y los análisis sobre los recursos hídricos, su comportamiento, sus fuentes diversas superficiales y del subsuelo, su potencial y limitaciones, así como las formas para su mejor gestión. Estableciendo que la programación hídrica estatal será constituida a partir de la información local o regional de las zonas naturales, cuencas o subcuencas, así como acuíferos, tomando en cuenta las propuestas de las organizaciones locales de usuarios del agua y el Consejo Estatal del Agua.

Es entonces que surge el cuestionamiento de por qué no se han llevado a cabo dichos estudios, porque es hasta el año 2020 en donde supuestamente el IMEPLAN logró que le autorizaran (aunque limitado) un presupuesto para estudios de agua subterránea, cuando es un bien de la nación y de seguridad nacional; aunado a que las mismas normas anteriormente referidas estipulan que deben realicen dichos estudios a fin de que el agua sea protegida y utilizada de forma sustentable.

Entonces es concluyente que las normas son claras, por una parte facultan a la autoridad para decretar áreas de protección resaltando la importancia de las cuencas hidrográficas y el agua del subsuelo, manifestando que deben de existir estudios para que a partir de ellos se lleve a cabo una protección mediante la figura jurídica correspondiente y a que se promueva una planeación y ordenamiento del territorio a partir de los resultados de dichos

estudios, pero por otra parte no se realizan los estudios, se siguen formulando programas y planes de ordenamiento territorial en donde el agua subterránea se incluye de manera ligera, se sigue tolerando o autorizando la expansión urbana y los edificios que intervienen el subsuelo y sistemas de flujo subterráneos.

- **¿Qué estudios de agua subterránea sobre predios particulares se llevan a cabo en el AMG?**

De conformidad a las entrevistas llevadas a cabo con el personal del municipio de Guadalajara, así como personal del SIAPA, se desprende que cuando una construcción lleva sótanos, en el caso de SIAPA, y cuando una edificación puede llegar a rebasar el nivel freático del área en específico, en el caso de Guadalajara, se solicitan estudios para que la acción urbanística sea aprobada.

Así, algunos municipios del AMG, principalmente Guadalajara, a fin de no invadir competencias, previo a la dictaminación y otorgamiento de licencia de construcción, solicitan (cuando determinan un posible riesgo al proyecto propuesto, por ejemplo ir más allá del nivel freático, o por su cercanía con éste) a los desarrolladores la elaboración de un estudio geohidrológico que a su vez es remitido a la CONAGUA para su validación.

Estudios solicitados por CONAGUA

La CONAGUA, a fin de evaluar los estudios geo hidrológicos solicita que contengan los siguientes elementos:

Resumen de sus objetivos, resultados, riesgos hidrogeológicos y/o estructurales identificados, y sus conclusiones.

- 1.- Fisiografía de la zona
- 2.- Morfología de la Zona
- 3.- Geología de la zona
- 4.- Hidrogeología de la Zona
- 5.- Hidrogeología de la microcuenca del proyecto
- 6.- Hidrología de la zona

Hidrología Local

-Información de niveles freáticos

-Modelo de flujo subterráneo

8.- Aspectos Hidráulicos

-Cálculo de gasto o caudales de infiltración hacia la excavación

-Cálculo de presiones hidrostáticas sobre paredes y fondo de excavación

9.- Descripción de los cálculos y de las metodologías hidrológicas empleadas

10.-Descripción de los equipos hidrogeológicos empleados

11.- Descripción de las Técnicas que se utilizarán para desviar el agua subterránea, a fin de que continúe su flujo sin ser afectado, ni afectando a predios o edificaciones colindantes

12.- Descripción de las técnicas de impermeabilización de las obras subterráneas (sótanos, cárcamos, etc.), que se emplearán para evitar que se infiltre el agua del subsuelo.

13.- Adjuntar estudio de mecánica de suelos realizado para el proyecto.

Conclusiones y recomendaciones.

Estudios solicitados por SIAPA

Por su parte, el SIAPA cuando requiere otorgar la factibilidad de un proyecto con sótanos, solicita el siguiente estudio a fin de pronunciarse:

APENDICE C. CONTENIDO DEL INFORME DE ESTUDIOS GEOHIDROLÓGICOS.

RESUMEN EJECUTIVO.

1 GENERALIDADES

1.1 Antecedentes.

1.2 Objetivos.

1.3 Localización y descripción del área de estudio.

2 MÉTODO DE TRABAJO.

2.1	Actividades de campo.
2.2	Actividades de gabinete.
3	CLIMATOLOGÍA.
4	GEOLOGÍA.
4.1	Marco Geológico regional.
4.2	Estratigrafía y Tectónica.
4.3	Hidrogeomorfología.
4.4	Hidrogeología.
4.5	Modelo hidrogeológica conceptual.
5	GEOFÍSICA.
5.1	Fundamentos físicos.
5.2	Interpretación.
5.3	Características y descripción de perfiles geofísicos.
5.4	Reinterpretación, integración y correlación de estudios geofísicos previos.
6	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.
7	HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.
7.1	Censo de aprovechamientos.
7.2	Piezometría.
7.3	Pruebas de bombeo.
8	HIDROGEOQUIMICA.
9	BALANCE DE AGUA SUBTERRÁNEA.
10	RECOMENDACIONES PARA EXPLOTACIÓN FUTURA.
11	IMPACTO AMBIENTAL.
12	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
13	PLANOS, GRÁFICAS, TABLAS, FIGURAS.
	BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Dentro de la página oficial del SIAPA (www.siapa.gob.mx) se encuentran los criterios y lineamientos técnicos para factibilidades en el AMG, destacándose para la parte de geohidrología lo siguiente:

La realización de un estudio Geohidrológico tiene los objetivos siguientes:

- a) Determinar las estructuras geológicas principales que controlan el almacenamiento y flujo del agua subterránea, así como las zonas de recarga y descarga desde el punto de vista regional.
- b) Conocer la superficie piezométrica del acuífero.
- c) Determinar la recarga y descarga del acuífero.
- d) Definir las condiciones de explotación en que se encuentra dicho acuífero.
- e) Definir el volumen aprovechable de agua subterránea, sin inducir efectos perjudiciales al acuífero.
- f) Recomendar áreas favorables para la explotación de agua subterránea
- g) Determinar la calidad del agua subterránea desde el punto de vista bacteriológica, correlacionando lo físico-químico, con la geología de la zona.
- i) Evaluar riesgos potenciales de contaminación del acuífero y su impacto ambiental

8.7. OBSERVACIONES PIEZOMÉTRICAS.

Una vez concluido el censo, o conforme este se realice, se deben seleccionar los pozos que, por su ubicación y características constructivas, sean adecuados para la observación periódica de los niveles piezométricos del (los) acuífero(s).

Como parte del programa de trabajo, los recorridos de observación de niveles deben incluir uno al final de la época de estiaje y otro al final de la época de lluvias.

Los resultados obtenidos se deben consignar en tablas. Cuando existan datos históricos de niveles en los pozos, se debe elaborar una base de datos y trazar los hidrogramas respectivos.

8.11.3. ANÁLISIS ISOTÓPICOS.

El deuterio, tritio, oxígeno 18 y carbono 14 son los isótopos que se usan en estudios geohidrológicos para determinar el tiempo y altura de la descarga, para estimar el tiempo de permanencia del agua en el acuífero y para sugerir el modelo conceptual de funcionamiento del acuífero.

Las muestras se deben tomar, de preferencia, en pozos que se conozca su diseño de terminación, con el fin de tener la certeza de que el agua pertenece al acuífero en estudio.

8.12.7. CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA.

8.12.7.1. Hidrogeoquímica.

Los resultados de los análisis químicos se deben ordenar, procesar e interpretar. El ordenamiento incluye la elaboración de una tabla que incluya el resumen de resultados. El procesamiento consiste en la elaboración de mapas con las configuraciones de curvas de isovalores, tales como:

- a.- Contenidos iónicos
- b.- Relaciones iónicas
- c.- S.T.D.
- d.- R.A.S.

Y gráficas y diagramas (Schoeller y Piper). El análisis y la interpretación de este material gráfico, tiene por objeto inferir la probable influencia de las formaciones geológicas en la calidad del agua, zonas de recarga potencial, direcciones predominantes del flujo subterráneo y variación de la calidad del agua, con la profundidad y con respecto al tiempo.

En zonas con agua superficial, se debe estudiar la interrelación agua superficial - agua subterránea, mediante la comparación de sus características químicas.

En caso de que el agua subterránea contenga iones ó elementos inconvenientes (Referencia 8, 8.18), como:

- a.- Nitratos
- b.- Sulfatos
- c.- Metales pesados (Pb, Cr, Cd, Hg, Fe)
- d.- Flúor

e.- Boro

f.- Arsénico

Se deben comentar los problemas que estos elementos pueden ocasionar en usos municipales.

8.12.8. PIEZOMETRÍA.

Para el procesamiento e interpretación de los datos piezométricos se debe utilizar un plano donde se indiquen los límites del acuífero estudiado.

Se debe presentar una relación con los números de pozos nivelados y sus respectivas elevaciones de brocal, e indicar en un mapa, a escala 1:50,000, ó a menor escala según el área a estudiar; la ubicación de estos pozos y la de aquellos que se utilicen para medir periódicamente los niveles piezométricos del acuífero.

En el texto se debe mencionar la información piezométrica disponible:

a.- Tiempo cubierto por las observaciones

b.- Número y frecuencia de las observaciones

c.- Número de pozos observados

Cuando se disponga de lecturas piezométricas en varias fechas, se deben graficar los hidrogramas de los pozos.

8.12.8.1. Red de Flujo subterráneo.

Se debe presentar un mapa con la configuración de los niveles estáticos, correspondientes a una fecha seleccionada y con base en él, incluir una descripción de la red de flujo subterráneo, mencionando:

a.- Direcciones predominantes del flujo

b.- Zonas de recarga y descarga

c.- Gradientes hidráulicos

d.- Comportamiento probable de las fronteras

e.- Influencia de ríos, lagunas y canales

8.12.8.2. Evolución piezométrica.

Según el tiempo cubierto por la medición de niveles piezométricos efectuados con anterioridad, se deben seleccionar intervalos de tiempo

para elaborar mapas con curvas de igual evolución del nivel estático, de un período amplio y de un año. Para el trazo e interpretación de estas curvas, se deben tomar en cuenta todos los factores que influyen en la evolución tales como distribución y magnitud del bombeo, características hidráulicas del acuífero, zonas de recarga, descarga y fronteras.

8.12.8.3.- Profundidad del nivel estático

Se debe ilustrar la profundidad al nivel estático del acuífero, mediante un mapa de curvas de igual profundidad, e indicar intervalos de profundidades, distribución espacial en el área, influencia de la topografía y zonas probables de descarga por evapotranspiración.

En razón de lo anterior, se destaca que aunque sí se solicitan estudios por parte de las autoridades cuando en los predios de particulares se pretende la construcción de sótanos profundos que rebasen el nivel freático, estos estudios no resultan suficientes para conocer el estatus del agua subterránea, debido a que no se enfocan en detectar los diversos flujos, ni su química y física lo que los hace ineficaces para proteger realmente el agua subterránea, al desconocerse su comportamiento y conexión con sus zonas de recarga y descarga.

Por lo tanto, no pone en riesgo el ecosistema al no prever las consecuencias de las alteraciones en el subsuelo lo que puede provocar distintos problemas en la ciudad como lo son hundimientos, inundaciones, y sobre todo pérdida de sustentabilidad y resiliencia en la metrópoli.

A continuación, se muestra un ejemplo, en donde se exhibe el extracto de un estudio geohidrológico que se presentó ante la CONAGUA respecto de la construcción de un edificio habitacional y comercial, a fin de que evaluara la viabilidad de la construcción de sótanos que rebasaban el nivel freático, a pesar que en la guía de elaboración se solicita describir el flujo subterráneo en el capítulo de hidrología local, en el estudio presentado únicamente se contempla lo siguiente:

5.7 HIDROLOGÍA LOCAL

De las unidades litológicas que constituyen acuíferos, se destacan los depósitos residuales que rellenan el valle y las tobas de la unidad Jalisco, los que por su alta permeabilidad, extensión y espesor, forman el acuífero más importante de la región. La lluvia es la recarga principal del acuífero Atemajac, el agua que proviene de ella se integra rápidamente al acuífero. La recarga secundaria aparece en las vertientes de las partes altas conformadas por el Domo de Primavera, sierras de las Latillas, El Madroño, El Trabesaño y Arco volcánico sur de Guadalajara. En los valles de Tesistán y Atemajac, el agua subterránea circula con un sentido general de poniente a oriente, desde las zonas topográficamente altas, hacia el cauce del río Santiago. Las descargas principales se dan por bombeo de la gran cantidad de pozos de diferentes usos y por manantiales en la el escarpe de la margen izquierda del Río Santiago Las fronteras impermeables de la zona las constituyen el cordón montañoso "El Madroño" localizado al sur de la Laguna de Cajititlán, el Cerro del Cuatro al sur de la ciudad de Guadalajara.

En ese sentido, se puede observar que a pesar de que el estudio que se solicita requiere la descripción del flujo subterráneo, es un requisito que se queda meramente en el papel, dado que en el extracto que se muestra, no se aprecia que se explique o detalle los flujos subterráneos que existen en la zona en la que se practicó; cabe destacar que el proyecto ya fue autorizado, junto con varios estudios de proyectos diferentes que fueron elaborados en esa misma tónica y que a su vez pretenden la construcción de sus sótanos dentro del acuífero. Por lo tanto, es indispensable que no sólo se contemple la integración de dicho elemento a los estudios, sino que las autoridades responsables de verificar o validarlos, realmente pongan énfasis en ello y en caso de existir un riesgo, tanto en el funcionamiento de los sistemas de flujo de agua subterránea como en su calidad, se niegue la construcción de sótanos en la zona.

Por otra parte, si se comparan las guías de estudios solicitados por la CONAGUA y el SIAPA, podemos llegar a la conclusión de que si bien en el estudio solicitado por el ente intermunicipal, sí contempla la medición de algunos elementos químicos y temperatura del agua, dicho estudios se llevan a cabo a fin de otorgar de agua potable al desarrollo y no con el fin de conocer el estatus del agua subterránea, aunado a que en caso de que la CONAGUA, como única autoridad competente en materia de agua subterránea, autorice la construcción de sótanos mediante estudios que no contempla las

características indicadas, las autoridades municipales no podrían negarse a otorgar los permisos de construcción.

- **¿Cómo se elabora y qué estructura requiere una norma técnica?**

Dicha pregunta se contesta en el apartado 2.4 del presente documento, llegándose a la conclusión de que no solo se requiere proponer la nueva norma sino que se debe de hacer un análisis previo de los alcances que se pretenden, limitantes y sobre todo la justificación científica de su necesidad.

- **¿Qué normas podrían ser promulgadas y cuáles no?**

Esta es una pregunta que se pretende contestar a través de la opinión que tengan los expertos sobre la materia, una vez que de conformidad a la metodología estipulada, se les envié la propuesta para su análisis, revisión y validación y que en una etapa posterior se presente para su valoración al órgano legislativo competente.

- **¿Quiénes son los diversos actores que se deben contemplar para que se apruebe una norma que proteja el agua subterránea?**

En la Tabla 1 se desarrolla un cuadro resumen de los diferentes actores que pudiesen verse afectados o beneficiados por el cambio en las normas y sus intereses en común o en contra de los distintos grupos que se contemplan.

Tabla 1 Esquema de actores y sus intereses

Esquema de actores			
	Intereses inmediatos	Intereses comunes	Intereses encontrados
Desarrolladores	Su interés es seguir construyendo y urbanizando	Iniciativa privada Gobierno licencias Ciudadanos Abogados	Ambiente Ecologistas Vecinos Contiguos
Iniciativa privada	Demandan más locales de giros comerciales para ofrecer sus servicios	Desarrolladores Ciudadanos Gobierno licencias Abogados	Ambiente Ecologistas Vecinos Contiguos
Gobierno licencias	Requieren de pago de licencias, como ingresos para la consecución de objetivos	Desarrolladores Ciudadanos Iniciativa privada	Abogados Ecologistas Vecinos contiguos
Gobierno Medio Ambiente	Buscan la conservación del ambiente, al mismo tiempo que el desarrollo	Ciudadanos Ecologistas Asociaciones de colonos	Abogados Desarrolladores Iniciativa privada

Esquema de actores			
	Intereses inmediatos	Intereses comunes	Intereses encontrados
Gobierno ordenamiento del territorio	Busca darle orden al territorio	Todos	Neutral
Ciudadanos	Requieren de vivienda barata y un ambiente sano	Desarrolladores iniciativa privada Ecologistas Ordenamiento del Territorio Medio ambiente	Neutral
Ecologistas	Buscan conservar el ambiente	Medio ambiente Ciudadanos Ordenamiento del Territorio Asociaciones de Vecinos Vecinos contiguos Abogados	Desarrolladores Iniciativa privada licencias Abogados
Asociaciones de colonos	Buscan que ya no llegue más gente a su colonia y seguridad	Medio ambiente Iniciativa privada Ciudadanos Ordenamiento del Territorio Asociaciones de Vecinos Vecinos contiguos Abogados	Desarrolladores Iniciativa privada licencias Abogados
Vecinos contiguos	Buscan que no se dañen sus casas ni se modifique su entorno	Medio ambiente Ciudadanos Ordenamiento del Territorio Asociaciones de Vecinos Abogados	Desarrolladores Iniciativa privada licencias Abogados
Abogados y jueces	Buscan litigios en pro y en contra de los desarrolladores	Desarrolladores Iniciativa privada Ecologistas Asociaciones de vecinos	Neutral
Procuraduría de Desarrollo Urbano	Buscan el cumplimiento de la normativa ambiental en los desarrollos inmobiliarios y ordenamiento del territorio	Todos	Neutral

Por lo tanto, se dilucidan posibles aliados para el proyecto a la ciudadanía en general, los vecinos contiguos de los desarrollos inmobiliarios, las dependencias de gobierno encargadas de proteger el ambiente, los ecologistas y la Procuraduría de desarrollo Urbano (PRODEUR).

Como posibles detractores del proyecto, se encuentran los desarrolladores inmobiliarios, la iniciativa privada y los dueños de fincas o terrenos baldíos que pretendan edificar.

Como neutrales están las dependencias que ordenan el territorio y los abogados y jueces que tendrán que participar en el proceso y defenderán cada quien su causa y juzgaran conforme a su leal saber y entender.

Por lo tanto, se requiere formular una estrategia para que se convenza a la ciudadanía en general de la importancia de las modificaciones en la ciudad, contemplando el subsuelo, a fin de que se presione a los legisladores a votar a favor el proyecto y a las autoridades a aplicarlo.

- **De conformidad a los instrumentos de ordenamiento territorial y decretos ¿qué áreas están clasificadas como protección de agua subterránea?**

Al momento actual de la investigación, solo se observan siete decretos de protección de áreas naturales en el AMG (Tabla 2), y sólo uno de ellos, que es el decreto de protección del área conocida como El Bajío (2018), realmente tuvo como motivo de promulgación la protección de la zona de recarga de acuíferos que se ubica en las faldas del bosque La Primavera.

Tabla 2 Decretos de Protección de Áreas Naturales en el AMG

Nombre del Área Natural Protegida	Categoría	Fecha de publicación de la Declaratoria en el Periódico Oficial del Estado de Jalisco.	Municipios	Superficie (Has)
1. Formación natural de interés estatal Barrancas de los ríos Santiago y verde.	Estatal. Formación natural de interés estatal.	20/12/2016 Fe de erratas. 14/01/2017	Acatic, Cuquío, El salto, <u>Guadalajara</u> , Ixtlahuacán del Río, Juanacatlán, Tepatitlán de Morelos, Tonalá y Zapotlanejo	21-383-08
2. Área Municipal de Protección Hidrológica Bosque Los Colomos.	Municipal. Área municipal de Protección Hidrológica.	26/06/2007	Guadalajara	90-72-00
3. Área Estatal de Protección Hidrológica Bosque ColomosLa Campana.	Estatal. Área estatal de protección hidrológica.	21/06/2018	Guadalajara y Zapopan.	20-79

Nombre del Área Natural Protegida	Categoría	Fecha de publicación de la Declaratoria en el Periódico Oficial del Estado de Jalisco.	Municipios	Superficie (Has)
4. Zona de Preservación Ecológica de Centro de Población Parque González Gallo	Municipal. Zona de preservación Ecológica de Centro de Población.	4/11/2017	Guadalajara	17-29
5. Zona de Preservación Ecológica del centro de población Parque Agua Azul.	Municipal. Zona de preservación ecológica del centro de población	25/09/18	Guadalajara	15.971057
6. Zona de Recuperación Ambiental Predio “El Chuchucate o Chochocate.”	Municipal. Zona de recuperación ambiental	17-05-2016.	Guadalajara	3.140406
7. Zona de Recuperación Ambiental “El Bajío”	Estatal Zona de recuperación ambiental	03-09-2019	Zapopan	980.89

De conformidad a los planes de ordenamiento territorial metropolitanos, la protección a los acuíferos es casi inexistente al solo observarse una pequeña área al occidente del municipio de Zapopan que está contemplada como de relevancia para el agua subterránea (figura 12); y de los Planes Parciales de Desarrollo Urbano de Guadalajara, se observan algunos polígonos de protección a acuíferos en la zona noroeste de la ciudad (figuras 13 y 14), sin embargo, como se expuso es en el capítulo de resultados, no existe una base técnica para la señalización de esos polígonos al no haber estudios que lo avalen, además de que la CONAGUA puede emitir una opinión respecto a la posibilidad de su urbanización, lo que los vuelve ineficientes para proteger el agua subterránea.

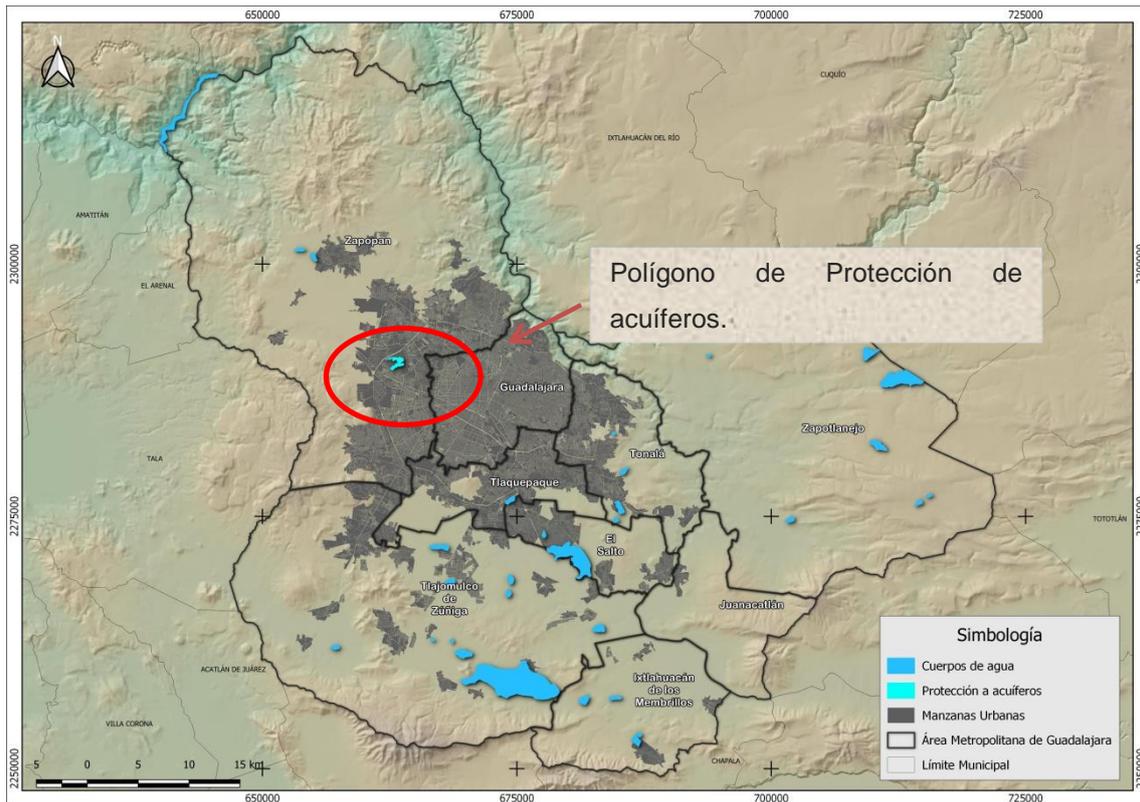


Figura 12 polígono de protección de acuíferos (IMEPLAN, 2016)

Elaboración propia. Información obtenida de <https://sigmetro.imeplan.mx/mapa> en julio de 2020

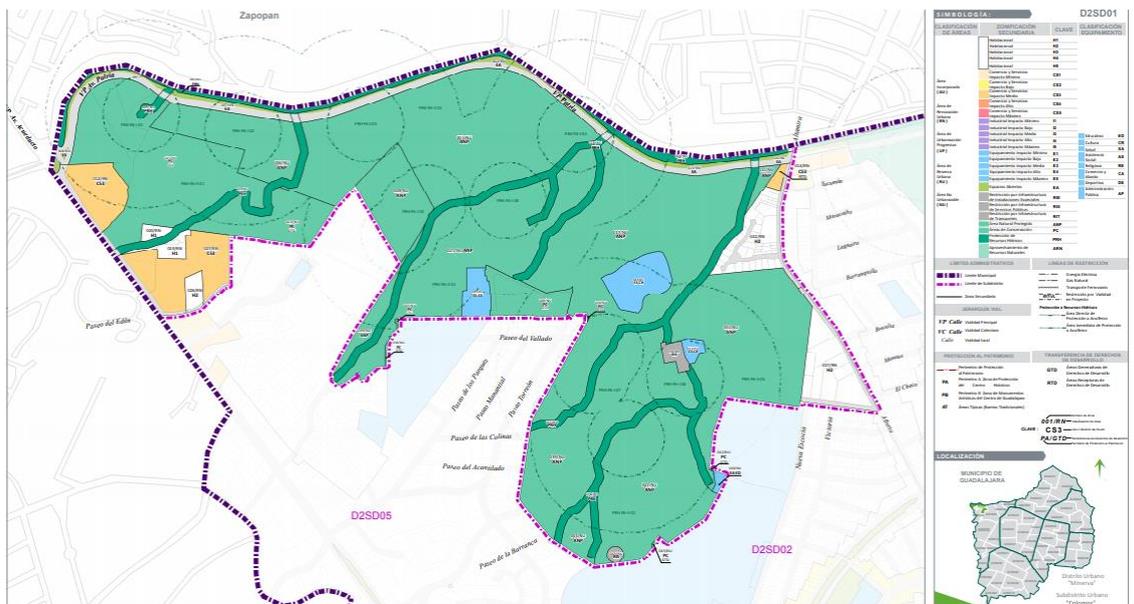


Figura 13 Áreas de protección a cuerpos de agua y protección a acuíferos (Plan Parcial de Desarrollo Urbano de Guadalajara Distrito 2 Minerva, Subdistrito 1 Colomos, 2017).



Figura 14 Polígonos de protección de acuíferos en Guadalajara, zona Colomos (Plan Parcial de Desarrollo Urbano de Guadalajara Distrito 2 Minerva, Subdistrito 3 Country, 2017)

4.4 Discusión de resultados

Una vez revisada la legislación aplicable en materias de protección ambiental y de ordenamiento territorial, junto con el análisis de las entrevistas a los expertos y funcionarios que se señalan en el apartado de la metodología, se descubrió que a pesar de que existen las normas y disposiciones jurídicas necesarias para que se lleve a cabo una protección adecuada del agua subterránea en el AMG, estas normas en su mayoría no son aplicadas por las autoridades competentes en la planeación territorial y no existen los decretos suficientes que demuestren que el agua subterránea es una prioridad en la agenda administrativa, no obstante su importancia para el ecosistema y que dicha fuente junto con los demás cuerpos de agua son el máximo bien de la nación, por lo que su cuidado debe de ser considerado como prioridad de seguridad nacional.

Para argumentar esta sección, se hizo una revisión bibliográfica de los siguientes artículos, que refieren a diversos estudios que se hicieron en ciudades de México, que demuestran la importancia de conocer el subsuelo a fin de evitar cualquier alteración negativa al ambiente:

- Importance of the vertical component of groundwater flow: a hydrogeochemical approach in the valley of San Luis Potosi, Mexico de J.J. Carrillo-Rivera, A. Cardona b, D. Moss 1'c
- Impacts of urbanization on groundwater hydrodynamics and hydrochemistry of the Toluca Valley aquifer (Mexico) de M. A. Martín del Campo & M. V. Esteller y J. L. Expósito & R. Hirata
- Tracing Groundwater Flow Systems with Hydrogeochemistry in Contrasting Geological Environments de J. Joel Carrillo-Rivera & Irén Varsányi y Lajos Ó. Kovács & Antonio Cardona.

Una vez escrutado dichos artículos, se aprecia que los estudios realizados, sí detectaron la presencia de flujos regionales, por lo que una vez llevado a cabo los estudios físicos y químicos del agua subterránea, se determinó la evidencia de afectación de agua subterránea, sin embargo se detectó que una de las causas mayoritarias para la modificación de los niveles freáticos es la explotación excesiva para el uso doméstico e industrial, lo que no solo ha abatido el nivel freático, sino que en muchos casos ha provocado que los diferentes flujos cambien de dirección hacia donde se está extrayendo la mayoría del agua, sin contemplar los daños a la salud humana y ambiente.

No obstante lo anterior, ha sido complicado encontrar estudios científicos que se pronuncien sobre la afectación de los flujos subterráneos con la construcción de sótanos profundos, sin embargo de las entrevistas realizadas y del trabajo de campo, se puede detectar que existen varios edificios en la ciudad que presentan infiltración en sus sótanos, como lo son el estacionamiento del Mercado Corona, la línea uno del tren ligero a la altura de Maestros y Federalismo, Plaza Patria, el mercado Mexicaltzingo, entre otros que no se mencionarán sus ubicaciones dado que las fuentes consultadas solicitaron no publicarlas.

No obstante lo anterior, a pesar de que no existan estudios determinantes sobre este fenómeno o problemática, de los resultados observados, se percibe que no solo se está exponiendo al acuífero a contaminación, dada la multiplicidad de sustancias como lo son el aceite o el anticongelante que los

automóviles derraman y que entran en contacto con el agua subterránea, sino que se demuestra que existe un riesgo latente de que los flujos subterráneos se desvíen dado que el agua que transita por la zona en donde se construyen los sótanos, forzosamente se verá interrumpida y deberá de buscar una diversa ruta, a fin de continuar su camino, cambiando su curso, generando posibilidades de modificación geológicas que pueden representar un riesgo para las construcciones e infraestructura que se localicen en donde el nuevo flujo se dirija.

Por su parte, los estudios destacados anteriormente, que se llevaron a cabo, por ejemplo en San Luis Potosí y Toluca, destacan problemas de extracción excesiva, cambio de usos de suelo, fracturas que pueden alterar dichos flujos y producir contaminación o cambios geológicos, sin embargo no se pronuncian sobre los riesgos de las construcciones subterráneas, y tristemente no ha sido posible encontrar bibliografía al respecto, manifestándose una imperiosa necesidad de dotar de importancia a este tema dada la prioridad que reviste cuidar el agua subterránea a fin de mantener un ecosistema saludable que permita mantener una calidad de vida indispensable para el desarrollo y bienestar de la ciudad y la comunidad.

Por lo tanto, se insiste en los grandes riesgos a los que se expone el ecosistema de no atender este tema dada la posibilidad de bloqueo o interrupción de flujos; por lo que después de hacerse un análisis de la normatividad aplicable para la urbanización en el AMG, se destaca que el Código Urbano para el Estado de Jalisco, únicamente sanciona o se pronuncia respecto a la prohibición de construir el total de la superficie de los predios enclavados en el estado, es decir su coeficiente de ocupación del suelo (COS) a fin de que se respete la imagen visual de la ciudad el asoleamiento, sin que las construcciones subterráneas entren en la ecuación.

Artículo 5. Para los efectos de este Código, se entiende por:

XXI. Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS): Factor que, multiplicado por el área total de un lote o predio, determina la

máxima superficie de desplante edificable del mismo; excluyendo de su cuantificación, las áreas ocupadas por sótanos;

XXII. Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS): Factor que, multiplicado por el área total de un lote o predio, determina la máxima superficie construida que puede tener una edificación, en un lote determinado; excluyendo de su cuantificación las áreas ocupadas por sótanos;

Artículo 150. La reglamentación expedida por los ayuntamientos, que defina la clasificación y normas técnicas de los usos y destinos del suelo, se harán de conformidad con:

c) El Coeficiente de Ocupación del Suelo;

d) El Coeficiente de Utilización del Suelo;

En ese sentido, podemos observar que el mismo código es muy específico al estipular que tanto el CUS y el COS no deben ser cuantificados respecto a las áreas ocupadas por los sótanos para sus coeficientes o potenciales de edificación, dejando en una extrema vulnerabilidad a los flujos de agua subterránea que transitan por el subsuelo de los predios a edificarse.

Ello en total contravención al artículo 143, del referido código que refiere:

Los planes de desarrollo urbano que regulen y ordenen centros de población, considerarán áreas destinadas a la conservación, de acuerdo a lo siguiente:

IV. Las áreas cuyo subsuelo presente riesgos geológicos, sea inestable o se localicen en partes bajas con problemas de drenaje y riesgos de inundación.

Es decir, dicho instrumento normativo es omiso en regular la construcción de la cota 0 hacia abajo o subsuelo, al únicamente contemplar la prohibición de edificar la totalidad de superficie del predio, sin embargo, respecto al subsuelo no existe tal prohibición, lo que tiene un impacto profundo en la sustentabilidad y resiliencia de la ciudad.

Por lo anterior, si se les da la posibilidad a los desarrolladores de edificar mediante construcciones subterráneas la totalidad de la superficie de su terreno, se está perdiendo automáticamente las posibles zonas de infiltración natural que puedan tener los acuíferos de la zona, que a su vez se traduce en una menor recarga de los acuíferos y por lo tanto afecta la recuperación del ecosistema y la disminución del agua que se puede obtener de dicha fuente.

Asimismo, al quitar zonas de posible infiltración, impide que por una parte el agua de lluvia logre llegar a flujos intermedio o regionales, o bien que se infiltre de forma somera o en flujos locales que le permitan brotar o descargarse en un área distinta de donde ocurre el fenómeno meteorológico; situación que puede provocar inundaciones en zonas topográficas más abajo, dado que toda el agua que ya no puede permear al subsuelo, ahora correrá libremente por las calles o áreas impermeabilizadas, provocando situaciones riesgosas para los pobladores o provocando grandes daños y posibles pérdidas materiales de gran cuantía, aunado a la saturación de los sistemas de desagüe y alcantarillado, además del absurdo desperdicio de agua que podría utilizarse para múltiples fines que acabará mezclándose con el agua negra.

Como segundo punto, se considera que con el modelo de negocio actual en que se busca la maximización de las utilidades de los desarrolladores inmobiliarios, se ha buscado de forma reiterativa construir sótanos profundos que muchas veces pretenden sobrepasar el nivel freático o bien construirse a una cercanía prácticamente de inmediatez con el acuífero.

Lo anterior resulta en un gran riesgo ecológico toda vez que como se ha expuesto a lo largo de este trabajo, dichas construcciones pueden obstaculizar o bien desviar los flujos subterráneos de agua que pasan por debajo de los predios a desarrollar, lo que podría primeramente interrumpir flujos que quizá llevan cientos o miles de años circulando por esa zona o bien al provocar su desvío existiría el riesgo de que el agua que circula por ellos resurja o descargue en un área diferente provocando hundimientos o inundaciones donde antes no ocurría.

5. Conclusiones y/o Recomendaciones

Una vez concluida la investigación, se puede destacar que el objetivo de conocer las normas y leyes que requieren modificarse para proteger el agua subterránea, se cumplió al detectarse que a pesar de que existen normas que buscan su protección, no son suficientes y sus alcances quedan en mero papel al no cumplirse ni por ciudadanos ni autoridades y no existe quien vigile su cumplimiento; asimismo, una vez analizadas las normas vigentes, junto con las entrevistas realizadas y la teoría consultada, se pudo diseñar una propuesta de normas, que de promulgarse y aplicarse mejorarían sustancialmente la gestión sustentable y protección del agua subterránea en el Área Metropolitana de Guadalajara.

Aunado a lo anterior, en el presente proyecto se cumplieron diversos objetivos secundarios, como constatar las consecuencias en el ambiente ante la posible afectación de las fuentes de agua subterránea, proponerse la mejor técnica para realizar estudios de sistemas de flujo de agua subterránea, se logró comprender cómo se gestiona el agua subterránea en el AMG, así como los obstáculos e impedimentos para que la autoridad pueda monitorear y auditar los pozos y las concesiones existentes.

En ese orden de ideas se puede destacar, que es inconcuso que a fin de que las autoridades administrativas garanticen el derecho humano al agua potable, en la cantidad y calidad necesaria establecida en las diferentes resoluciones internacionales, requieren de proteger las fuentes de agua, mayormente la subterránea; sin embargo, de los resultados obtenidos en este trabajo, se desprende que en el AMG, dichas fuentes se encuentran en total estado de indefensión al no percatarse en los instrumentos de ordenamiento territorial ni en los decretos de protección de áreas o reservas naturales. Por lo tanto, es necesario que realmente se ponga énfasis en la protección de acuíferos, y en especial el agua subterránea, salvo el decreto por el que se establece como zona de recuperación ambiental “El Bajío”, Con una Superficie de 980.89 Hectáreas, ubicada en el Municipio de Zapopan, Jalisco (2018) y un área en el

occidente del municipio de Zapopan. Asimismo se desprende que no existen estudios oficiales actualizados sobre los acuíferos, que incluyan el funcionamiento de los flujos de agua en el subsuelo, en los que se establezcan con mayor precisión las zonas de recarga, de descarga y sus flujos asociados, ni se monitorea su estatus.

Respecto al análisis de las normas que rigen tanto al ordenamiento territorial o a la protección al ambiente, se concluye que contienen las figuras jurídicas necesarias para que se lleve a cabo una protección efectiva del agua subterránea, sin embargo, al momento en que se estudian los instrumentos de planeación territorial del AMG, así como los diversos decretos de protección ambiental, se puede concluir que tienen nula o casi nula aplicación, asimismo se desprende la inexistencia de consecuencias o sanciones ante el incumplimiento, o la pasividad de la autoridad de que se lleve a cabo la protección real de un elemento de crucial importancia para la supervivencia y el desarrollo de la ciudad.

Por lo tanto, en el presente proyecto se concluye que se requiere modificar las normas existentes y crear nuevas figuras jurídicas que permitan llevar a cabo una protección real del agua subterránea y no solo en papel, aunado a que la presente investigación demuestra la necesidad urgente de que se establezcan sanciones y procedimientos para que las normas existentes sean aplicadas de forma estricta y eficiente.

Tema diferente es la gestión general de agua subterránea, toda vez que no se encontraron evidencias de que por parte de las autoridades mexicanas exista un conocimiento real del funcionamiento de los sistemas flujos del agua subterránea, ni sobre la extracción sustentable y mucho menos su calidad química, la cual no se monitorea constantemente ni se revisan o auditan concesiones, por lo tanto, a fin de que se haga una verdadera gestión sustentable de esta fuente, se requiere verdadera claridad por parte de las autoridades en sus procesos de cálculo de disponibilidad, metodología, otorgamiento de concesiones, y sobre todo, una vigilancia adecuada y monitoreo continuo.

En ese orden de ideas, se considera necesario que primeramente, se establezca la obligatoriedad de que se genere una partida presupuestal específica, de manejo público y transparente, para que sea destinada a la realización de los estudios que se requieran para conocer tanto el funcionamiento de los sistemas de flujos subterráneos en el AMG, lo que implica un estudio de carácter regional que permita detectar y delimitar las diferentes zonas de recarga y descarga, así como las trayectorias de flujo del agua subterránea, es decir, identificar los flujos específicos desde su zona de recarga a su descarga asociada, pudiendo seguir ejemplos como la Sustainable Groundwater Management Act (2016), de California, Estados Unidos de América, en la que se legisló la obligatoriedad de realizar la investigación y planeación de conformidad a la protección ambiental de los acuíferos. Obligatoriedad que de conformidad a Villoro Toranzo (2007) debe de ser exigible por el bien común.

Así que los estudios que se proponen, ya deberían de estarse llevando a cabo, toda vez que el artículo 19 bis de la Ley de Aguas Nacionales (1992), contempla la necesidad de realizarlos junto con las evaluaciones necesarias para ampliar y profundizar el conocimiento acerca de la ocurrencia del agua en el ciclo hidrológico, que tienen el propósito de mejorar la información y los análisis sobre los recursos hídricos, su comportamiento, sus fuentes diversas superficiales y del subsuelo, su potencial y limitaciones, así como las formas para su mejor gestión.

No obstante lo anterior, como se estableció en capítulos previos, los estudios de disponibilidad de la CONAGUA, que aparecen con fecha de diciembre 2020 para los acuíferos de Atemajac y Toluquilla, se basan en estudios antiguos y datos de 1990 para el caso de Atemajac y del 2003 para Toluquilla, es decir son estudios de más de 15 años, por lo que seguramente la situación ha cambiado teniendo en cuenta el avance de la urbanización, el crecimiento poblacional, la contaminación, entre otros múltiples factores.

Una vez elaborados los diversos estudios que permitan conocer con mayor precisión el funcionamiento de los flujos subterráneos del AMG, implementando

la teoría del sistema de flujos de agua subterránea de Tóth (2000), así como las cantidades asequibles para su extracción sustentable ligado con su calidad, es necesario que se dote de coercitividad a las normas ya existentes para casos de incumplimiento, y por lo tanto que se establezcan sanciones¹ tanto administrativas como penales, a aquellos individuos que urbanicen, alteren o construyan en áreas de vital importancia, como lo son las zonas de recarga y descarga, así como a servidores públicos que en su gestión no planeen y ordenen el territorio asegurando i) polígonos de protección necesarios para no afectar el agua subterránea y ii) la elaboración de la reglamentación adecuada para que las acciones urbanísticas establecidas en su territorio, no interfieran con los flujos subterráneos.

Por otra parte, con apoyo en la iniciativa Ley General de Aguas, suscrita por ciudadanos (2020), así como la Ley del Agua Subterránea (Carmona *et al.*, 2000), las áreas de importancia Hídrico-Ambiental deben ser consideradas como zonas vitales para el funcionamiento de las cuencas hidrológicas (entendiéndose como áreas que incorporen los límites físicos del subsuelo, es decir, que contemplen acuíferos y flujos de agua subterránea en su totalidad) que deben de ser delimitadas en los Planes Rectores; asimismo, se busca aplicar restricciones a la autorización o realización de proyectos o actividades dañinas, además de apoyar la realización de proyectos de protección, restauración y preservación.

En diverso orden de ideas, se destaca de la presente investigación, que el modelo actual de negocios de las construcciones o edificaciones habitacionales y mixtas, contemplan la construcción de sótanos profundos con el objeto de satisfacer la demanda de estacionamientos de las torres que explotan el máximo de sus coeficientes de construcción.

Por lo anterior, el modelo actual y lo que se presenta en los municipios del AMG, sobre todo en Guadalajara y Zapopan, consiste en grandes torres con

¹ Sanción entendida como dar firmeza o aprobación a una ley, estableciendo castigos para sus infractores y premios para sus más fieles cumplidores. (Villoro, 2007)

sótanos profundos que en ocasiones rebasan los 20 metros de profundidad y que en la gran mayoría de los casos, se edifican superando el nivel freático de la zona; situación que está siendo avalada por la CONAGUA, que lejos de pronunciarse sobre la protección del agua subterránea, parece que únicamente le interesa que no se infiltre en las construcciones subterráneas y sea aprovechado sin la respectiva concesión.

Los análisis o validaciones de estudios hechos por la CONAGUA están permitiendo la posibilidad de construir dentro del acuífero, situación que es sumamente preocupante al no estarse contemplando los sistemas de flujos subterráneos, sino que de conformidad a los elementos en los que basan su autorización, únicamente se enfocan en la impermeabilización de la construcción a fin de que no exista filtración a la construcción o aprovechamiento del agua subterránea sin concesión.

En esa tónica, aunque el agua subterránea es de competencia federal, prácticas de esa índole afectarían no solo el acuífero, sino como se ha expuesto, se genera un latente riesgo de desvío de flujos, y por lo tanto de posibles inundaciones donde antes no había, o bien hundimientos o cambios hidrogeológicos que representan gran riesgo para la población y dinámica propia del ambiente; por lo tanto, es un tema que si concierne a las autoridades locales.

Por ello, un gran ejemplo de las obligaciones de los gobiernos locales, de conformidad a la iniciativa de ley, Ley General de Aguas, suscrita por ciudadanos, (2020), es:

- Comprender, restaurar y proteger la calidad del agua subterránea y el buen funcionamiento de sus sistemas de flujo;
- Condicionar los usos del suelo y las actividades permitidas para proteger las zonas de recarga, tránsito y descarga, y para garantizar la calidad y el buen funcionamiento de los sistemas de flujo de agua subterránea;

- Prohibir obras, actividades o acciones de particulares que pudieran poner en riesgo la calidad o el funcionamiento de los sistemas de flujos subterráneos;
- Proteger los acuíferos de cualquier forma de contaminación;

Así que nos encontramos ante una situación de gran complejidad que debe ser abordada urgentemente, en el AMG, no se lleva a cabo una adecuada protección y gestión del agua subterránea, y por lo tanto, se están poniendo en riesgo los derechos de accesibilidad a agua de calidad, a un ambiente sano y derecho a la ciudad contemplados en nuestra carta magna, así como las distintas declaraciones y tratados de los que forma parte los Estados Unidos Mexicanos.

Por lo que se requieren acciones concretas enfocadas en la gestión integral y sustentable de todas las fuentes de agua que surten a la metrópoli, que primeramente permitan que se conserve su acceso hacia el futuro, posibilitando la supervivencia de la ciudad y segundo que se enfoque en el combate o la mitigación del cambio climático, dado que en caso de que nuestras fuentes de agua sufran una pérdida de volumen irreparable, todo el ecosistema cambiaría y sería imposible seguir habitando la ciudad sin llevar a cabo obras de infraestructura de elevadísimos precios, poca eficiencia y que representan alteraciones a ecosistemas distantes.

Por último, se concluye que la presente investigación se enfocó en las zonas de recarga, descarga y sus flujos, quedando pendiente temas de gran relevancia como los son: la gestión del agua en la metrópoli, en las zonas de tránsito, la falta de pagos por derechos de agua, la pérdida del líquido en las redes de distribución, los riesgos de contaminación a los que se ve expuesta el agua subterránea por las prácticas y usos de la industria, agricultura y la extracción excesiva en aras de suplir las necesidades de la población, entre otras, que pretenden acotarse en un próximo proyecto.

Asimismo, una vez concluido el presente trabajo, queda pendiente hacer un análisis sistémico de la situación del agua del país y sobre todo, dada su relevancia manifestada en el presente instrumento, del agua subterránea.

Por lo tanto, se requiere revisar tanto los principios constitucionales, el contenido de los tratados internacionales en que México es parte, las leyes federales, estatales, reglamentos, bandos de policía municipal entre otras regulaciones, a fin de posibilitar el camino para que se lleve a cabo una verdadera reforma estructural del manejo del agua en el país, que permita una gestión integral de dichas fuentes y sobre todo una protección efectiva de este elemento natural a fin de garantizar su acceso para las futuras generaciones.

En ese sentido, se concluye que se necesitan verdaderas reformas respecto a la propiedad del agua, la propiedad del suelo por donde circula y las responsabilidades y obligaciones que las autoridades deben de asumir, tanto federales como, locales a fin de que se estipule su competencia, alcances y facultades, tanto para gestionar su uso, como para vigilar y en su caso sancionar a aquellos que no cumplan con la normativa y afecten a las fuentes de agua y por lo tanto al ecosistema.

6. Diseño aplicativo de la solución

Una vez presentados los hallazgos y las conclusiones, en este apartado se establecen los temas que una vez analizados se concluye que de llevarse a cabo se mejoraría sustancialmente la protección del agua subterránea en el AMG con el objeto de resolver la situación problema planteada en el presente trabajo.



6.1. Estudios Regionales de agua subterránea

A pesar de que diversas normas, contemplan la necesidad de que se elaboren estudios sobre el agua subterránea y sus flujos, la realidad es que a la fecha existe muy poca información, siendo los únicos datos los aportados por la CONAGUA cuya veracidad y asertividad se duda, dada la metodología que se utiliza para calcular el balance hídrico tal y como se expuso anteriormente.

Por ende, a fin de proteger tanto las zonas de recarga como las de descarga y los flujos que entre ellas transitan, se requiere que existan los estudios puntuales sobre los sistemas de flujo subterráneo.

6.2. Coeficientes de construcción.

Por otra parte, se requiere homologar la prohibición de construir la totalidad del subsuelo del predio, es decir, deberá de existir un coeficiente de ocupación del subsuelo a fin de que la norma abarque las construcciones subterráneas y sea obligatorio reservar tal espacio, considerando la posible infiltración natural y garantizar el adecuado funcionamiento de los flujos subterráneos en el

subsuelo, disminuyendo así los riesgos que provoca la impermeabilización total por determinada obra.

6.3 Regulación de sótanos profundos en las construcciones y estudios locales de agua subterránea.

Tal y como se desarrolló a lo largo de la presente investigación, la construcción de sótanos que por su profundidad intervienen el agua subterránea, pueden causar daños o interrupción en sus flujos que a la vez pueden afectar tanto las edificaciones aledañas, como posible hundimientos e inundaciones en las zonas de descarga que se produzcan debido a los cambios geológicos producidos por la desviación de flujos, además de la posible afectación a ecosistemas ligados a una zona de descarga natural.

Por lo anterior, se deberá de establecer la obligatoriedad de que los desarrolladores realicen estudios hidrogeológicos puntuales de sus predios a fin de que puedan detectarse los diferentes flujos subterráneos de agua existentes en el subsuelo del predio a desarrollar, limitándose la construcción de los sótanos a fin de que no se obstruyan los sistemas de flujo presentes y, en caso de estar localizados en una zona de recarga o descarga de agua subterránea, deberá prohibirse completamente su edificación.

En ese sentido, en caso de que se detecten flujos subterráneos deberá de evitarse la edificación de sótanos que los obstruyan o pongan en riesgo; por lo tanto, como solución se propone la necesidad de modificarse el Código Urbano y los reglamentos municipales que regulan la edificación de los desarrollos inmobiliarios para que tengan la opción de construir un determinado número de niveles de estacionamiento sobre la cota 0 hacia arriba, sin que se cuente para el cálculo de su coeficiente de edificación (siempre y cuando se destinen los frentes y lados de los predios para un uso mixto); esto con el propósito de conectar a las personas con el entorno y mejorar diferentes aspectos de imagen urbana, ciudades a escala humana y la seguridad de los peatones, debiendo forzosamente respetar los ángulos a fin de que los edificios contiguos

cuenten con el asoleamiento necesario y que la calidad de vida no disminuya en la zona.

6.4. Propuesta normativa

6.4.1. Solución propuesta en relación con el coeficiente de construcción

En la Tabla 3 se muestra la propuesta normativa del presente trabajo, la cual consiste en una comparativa de la norma actual y la modificación que se propone.

ESTADO ACTUAL	PROPUESTA DE MODIFICACIÓN
<p>Artículo 5. Para los efectos de este Código, se entiende por:</p> <p>XXI. Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS): Factor que multiplicado por el área total de un lote o predio, determina la máxima superficie de desplante edificable del mismo;</p> <p>XXII. Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS): Factor que multiplicado por el área total de un lote o predio, determina la máxima superficie construida que puede tener una edificación, en un lote determinado; excluyendo de su cuantificación las áreas ocupadas por sótanos;</p>	<p>Artículo 5. Para los efectos de este Código, se entiende por:</p> <p>XXI. Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS): Factor que multiplicado por el área total de un lote o predio, determina la máxima superficie de desplante edificable del mismo;</p> <p>XXII. Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS): Factor que multiplicado por el área total de un lote o predio, determina la máxima superficie construida que puede tener una edificación, en un lote determinado; excluyendo de su cuantificación las áreas ocupadas por sótanos;</p> <p>XXIII. Coeficiente de Ocupación del subsuelo (COSB): Factor que multiplicado por el área total de un lote o predio, determina la máxima superficie de desplante edificable en el subsuelo del mismo, que en ningún caso</p>

ESTADO ACTUAL	PROPUESTA DE MODIFICACIÓN
<p>Artículo 150. La reglamentación expedida por los ayuntamientos, que defina la clasificación y normas técnicas de los usos y destinos del suelo, se harán de conformidad con:</p> <p>c) El Coeficiente de Ocupación del Suelo;</p> <p>d) El Coeficiente de Utilización del Suelo;</p>	<p>podrá ser mayor al COS;</p> <p>Artículo 150. La reglamentación expedida por los ayuntamientos, que defina la clasificación y normas técnicas de los usos y destinos del suelo, se harán de conformidad con:</p> <p>c) El Coeficiente de Ocupación del Suelo;</p> <p>d) El Coeficiente de Utilización del Suelo;</p> <p>e) El Coeficiente de Ocupación del Subsuelo;</p>

Tabla 3 Propuesta modificación de normas

6.4.2. Modificaciones a la legislación

Se plantean una serie de artículos que deberán de ser añadidos a la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Jalisco, así como al Código Urbano para el Estado de Jalisco, tal y como se establece a continuación:

1) Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Jalisco

Primero:

Toda acción urbanística dentro del Estado de Jalisco que pretenda la construcción de sótanos, previo a la obtención de su licencia de construcción, requiere de hacer un estudio hidrogeológico con la intención de detectar posibles flujos subterráneos a fin de no obstruirlos, tal estudio deberá incluir mínimo los siguientes elementos:

Estudio hidrogeológico local propuesto

Todas las construcciones que contemplen sótanos deberán realizar un estudio hidrogeológico, previo a la obtención de su licencia de construcción, con las siguientes características:

1. Descripción general de la zona, en el que se incorpore la ubicación, clima, geomorfología, hidrología, tipos de suelo y vegetación, cambio de uso de suelo.

2. Referente Geológico: breve explicación de la configuración geológica y estructural en el marco regional y local; se deberán incluir columnas estratigráficas, así como secciones geológicas en las que se aprecien los límites físicos de los acuíferos (tanto laterales como verticales).

3. Referente Hidrogeológico:

3.1. Regional: Descripción de las unidades hidrogeológicas que conforman el o los acuíferos de la región, incluyendo propiedades hidráulicas de las diferentes unidades, información sobre los niveles estáticos e hidrogeoquímica del agua. Toda esta información deberá ser obtenida del estudio hidrogeológico regional propuesto en el artículo tercero de la propuesta.

3.2. Local: Para este apartado se deberán instalar piezómetros en el terreno sujeto a construir, su número y diseño dependerá de la configuración geológica y del análisis hidrogeológico previo, no obstante deberán tener lecturas mínimo para un periodo de secas y otro de lluvias. Los piezómetros suministrarán información sobre la profundidad del nivel freático, sin embargo, para determinar la dirección real del flujo es necesario medir, como mínimo, la temperatura del agua en los piezómetros instalados, considerando que la dirección se obtiene a partir del gradiente hidráulico y no simplemente con la elevación del nivel estático, como en la mayoría de las ocasiones se obtiene.

Las posibles variaciones en las temperaturas de agua registradas en los piezómetros serán un indicador de probable presencia de diferentes flujos subterráneos, para lo cual se requerirá de mayor investigación por parte de la entidad de gobierno con carácter intermunicipal creada para el estudio, monitoreo y protección del agua subterránea.

Por último, se recomienda dejar un piezómetro para monitoreo de los niveles y temperatura del agua, por parte igualmente de la entidad creada para tal fin, con el objeto de recopilar datos, los cuales, como se ha mencionado en el documento, son de gran relevancia para el estudio del agua subterránea.

Segundo:

Una vez llevado a cabo el estudio descrito en el artículo anterior, en caso de localizar flujos subterráneos, se deberán de adecuar sus sótanos a fin de no obstruir el agua subterránea y evitar así impactos negativos, ya sea al ambiente, infraestructura urbana, su contaminación, entre otros.

Tercero:

A la entrada en vigor de estas propuestas, El gobierno estatal tiene la obligación de dentro de los siguientes 100 días naturales, llevar a cabo un estudio de agua subterránea a nivel regional que será la base para el análisis hidrogeológico del territorio, que permitirá identificar con mayor precisión las zonas de recarga y descarga para su protección y el cual deberá de contener mínimo las siguientes características.

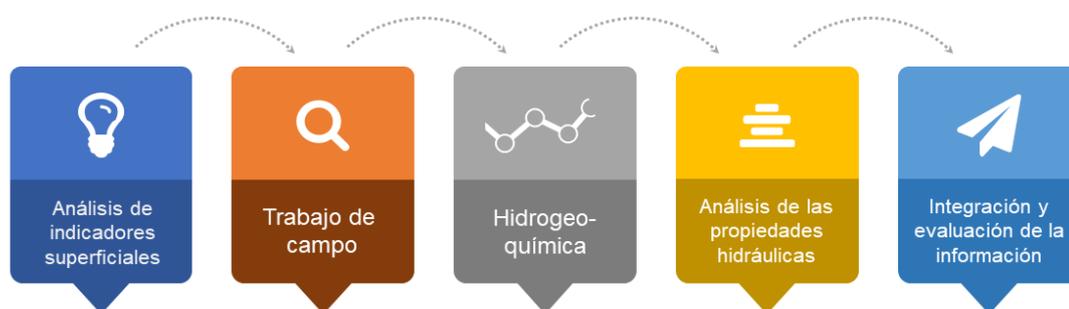
Estudio Regional Propuesto:

Lineamientos del estudio hidrogeológico regional

El objetivo de este estudio es identificar la dinámica del agua subterránea, posibles zonas de recarga y descarga, a través de la interpretación de diversas relaciones naturales entre elementos físicos, que sirven como

indicadores superficiales, tales como geomorfología, suelo, agua, vegetación y el clima que existe en el ambiente desde una perspectiva hidrológica al aplicar la teoría de los sistemas de flujo gravitacionales de agua subterránea (Tóth, 2000); asimismo se incorporan variables químicas, físicas e hidráulicas de las rocas y el agua para la descripción de su movimiento, determinar las trayectorias de flujo y jerarquía de los sistemas de flujo que se presentan en determinada región.

A continuación, se realiza una breve descripción sobre las variables y técnicas a implementar para obtener un estudio regional que permita obtener el funcionamiento del agua en el subsuelo.



1. Análisis de indicadores superficiales

El uso de indicadores superficiales permite obtener una primera aproximación de la dinámica del agua subterránea, en especial para determinar zonas de descarga de flujos regionales y posibles zonas de recarga, sin asociación de flujos. Esta técnica se basa en la cartografía existente en cada región y se puede considerar como una fase inicial en el análisis del agua subterránea, que posteriormente deberá ser complementada con información hidroquímica, geológica e hidráulica, teniendo en cuenta la relación sistémica que tienen los elementos en la naturaleza. Cabe resaltar que este análisis es bastante útil para aquellos casos donde existe nula o poca información hidrogeológica y/o como análisis preliminar.

Seguidamente se señalan las principales características, de cada indicador superficial, que deben ser revisadas para determinar su asociación con recarga, tránsito o descarga. Más información puede encontrarse en diferentes estudios (SEMARNAT, INE, UNAM, 2009; Peñuela-Arévalo, 2007; Peñuela-Arévalo y Carrillo-Rivera, 2013; Kachadourian *et. al.*, 2020).

•Tipo de suelo

A partir del análisis de diversos parámetros del suelo se podrán reconocer algunos que favorecerán la infiltración del agua u otros que indican la salida de agua a superficie, las características que se deberán revisar son:

Clasificación taxonómica, pH analítico, salinidad, alcalinidad, materia orgánica, saturación de base, presencia de arena limosa, morfología, textura, estructura, color, consistencia. Con especial énfasis en la presencia o ausencia de aspectos hidromórficos, redoximórficos, como los colores, puntos, concreciones de Fe y Mn, y profundidad del nivel freático.

•Vegetación

Se deberá de analizar los tipos de vegetación o de especies dominantes que pertenecen a los ecosistemas que están directamente relacionados con el agua subterránea, globalmente reconocidos como ecosistemas dependientes del agua subterránea.

De acuerdo con Tóth (2000) la vegetación que se encuentra en zonas de descarga de flujos regionales debe ser tolerante a alta concentración de sal (vegetación halófila) y a sobrevivir en regiones permanentemente inundadas (vegetación freatofita) debido al nivel freático somero.

Por otro lado, la vegetación asociada a zonas de recarga es de tipo xerófila, adaptada a ambientes secos, presentan raíces largas para tratar de alcanzar el agua del subsuelo.

•Topografía

Los aspectos topográficos controlan la presencia, velocidad y posible movimiento del agua subterránea, el relieve es de gran relevancia para la formación de sistemas de flujo, se deberá evaluar las elevaciones topográficas y los cambios de pendiente principalmente.

•Geología

A través del análisis de las rocas y estructuras geológicas, se pueden identificar áreas de circulación del agua subterránea, por lo que es de gran utilidad para definir áreas con posible infiltración y que permiten la circulación de diversos flujos en el subsuelo. En esta temática deben considerarse las propiedades hidráulicas de las rocas, en especial la conductividad hidráulica, además de la ubicación de fallas y fracturas en la región, las cuales pueden actuar como zonas de recarga o descarga, de acuerdo con la configuración regional.

•Hidrología

Un parámetro indicador de descarga de agua subterránea es la presencia de cuerpos de agua, en especial de tipo perenne, por lo que es necesario identificarlos en la región a estudiar. Asimismo, es relevante ubicar puntos geotermiales y el nivel del agua para asociar de esta manera cada variable con posibles zonas de descarga, principalmente.

•Clima

Este parámetro determina la magnitud y distribución espacial del agua en cada región, su evaluación permitirá determinar áreas potenciales de recarga por precipitaciones en determinada región.

Una vez realizada la evaluación de cada variable por separado, se deben analizar en conjunto, usando GIS para facilitar el manejo de la información, superponiendo las diferentes capas temáticas y así obtener

las potenciales zonas de recarga y descarga para una región en específico.

Teniendo en cuenta el impacto antropogénico, es recomendable la búsqueda de información más antigua posible con el objeto de obtener una mayor aproximación a las condiciones naturales de la región, lo ideal es compararlo con datos más recientes y así visualizar los cambios que ha tenido el territorio e ir vislumbrando posibles impactos al agua subterránea o viceversa.

2. Trabajo de campo

Se requiere la toma de muestras de agua de lluvia y subterránea (pozos y manantiales), para obtener parámetros físicos, químicos e isotópicos del agua, asimismo, en campo se realiza un reconocimiento del área, verificación de los diferentes elementos del terreno (vegetación, litología, suelo, agua) para corroborar posibles relaciones entre diversos componentes del ambiente obtenidos previamente en el análisis de indicadores superficiales.

En los pozos es necesario hacer pruebas de bombeo para determinar las características hidráulicas de las unidades acuíferas, cotejar los niveles dinámicos registrados, calcular conductividades hidráulicas y coeficientes de almacenamiento, principalmente.

Teniendo en cuenta que en muchas ocasiones las muestras que se toman de pozos corresponden con una mezcla de diferentes sistemas de flujo, es recomendable realizar registros verticales de temperatura y conductividad eléctrica en los pozos para así identificar los diferentes flujos presentes en determinado pozo.

A partir de los resultados de laboratorio, las características químicas del agua se manejan para realizar un análisis hidrogeoquímico y determinar la posible interacción del agua con las rocas por las que fluye a lo largo de su trayecto por el subsuelo.

3. Hidrogeoquímica

La molécula del agua es resultado de su interacción con la roca por las que fluye a lo largo del trayecto desde su recarga hasta su descarga y a partir de la calidad química e isotópica del agua, junto con el perfil estratigráfico e hidráulico, se puede definir edad, dirección y velocidad del flujo, así como grupos de agua, procesos y reacciones químicas durante su recorrido.

Los principales parámetros físicos y químicos que se tienen en cuenta para un análisis son: temperatura, conductividad eléctrica, pH, Eh, sólidos totales disueltos, sodio, magnesio, potasio, calcio, litio, fluoruro, cloruro, bicarbonatos, nitratos, sulfatos, sílice; así como metales y metaloides, como el caso del arsénico, estroncio, plomo, etc. Asimismo, para determinar posibles zonas de recarga se utilizan los isótopos ambientales (especialmente $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$ y Tritio), tanto de agua subterránea como de lluvia) que funcionan como trazadores del origen del agua subterránea y se emplean para determinar procesos de recarga (su elevación), reacciones químicas, evaporación, tasa de reacción, entre otros.

Adicionalmente, con la química del agua es posible obtener su profundidad de recorrido a partir del uso de geotermómetros, así que con la hidroquímica e isotopía se puede obtener con mayor aproximación la ubicación de la zona de recarga para determinada descarga, aspecto valioso para una protección real del agua subterránea.

4. Análisis de las propiedades hidráulicas

A través de la interpretación de los parámetros hidráulicos obtenidos de los pozos es posible identificar, con menor incertidumbre, el nivel del agua, dirección de flujo con base en los gradientes hidráulicos, determinar posibles distancias de recorrido del agua subterránea, entre otros.

5. Integración y evaluación de la información recopilada y generada

A fin de entender los resultados obtenidos, es importante usar un sistema de información geográfica (SIG) para facilitar el manejo de la información, tanto recopilada como generada en el estudio, y así realizar el análisis interdisciplinario para finalmente comprender el funcionamiento del sistema en general.

Diversas secciones hidrogeológicas deben ser incluidas para analizar la configuración de la región, identificar zonas potenciales de recarga, descarga, trayectoria de flujos y entender la calidad del agua que se presenta según la litología presente en la región.

Cabe resaltar, que al analizar la información deberá haber congruencia entre las relaciones de los diversos elementos presentes teniendo en cuenta el funcionamiento sistémico del ambiente.

Y por último, se recomienda iniciar un programa de monitoreo continuo del agua, en el que se incluya la subterránea, considerando la relevancia que tiene para el AMG, ciudad que se encuentra constantemente en búsqueda de cuerpos de agua para satisfacer las necesidades de la población.

Cuarto:

En caso de no cumplir con la obligación estipulada en el artículo anterior, será sujeto de responsabilidad pudiendo ser inhabilitado del cargo.

Quinto:

Una vez realizado los estudios establecidos en los artículos anteriores, los instrumentos de planeación territorial de cada municipio deberán de ser actualizados a fin de regular el uso de suelo y que no se dañe o afecten los sistemas de flujo de agua subterránea.

Sexto:

Se prohíbe la edificación y o alteración de las superficies que se detecten en los estudios de agua subterránea como zonas de recarga y descarga, debiendo declararse como áreas naturales protegidas.

Todo servidor público que autorice construcciones en dichas zonas, estará sujeto a la responsabilidad penal y administrativa aplicable en las leyes de la materia.

Todo propietario o poseedor de los predios que incumpla con este artículo, estará sujeto a la responsabilidad civil y penal establecida en las leyes y reglamentos aplicables.

Séptimo:

Una vez analizado los aspectos físicos y químicos de los sistemas de flujo subterráneos, se deberá de establecer un mapa de zonas óptimas para infiltración artificial, en donde se pueda construir infraestructura a fin de recargar el acuífero, cumpliendo con las técnicas recomendadas para hacerlo de forma adecuada.

Octavo:

Se deberá de crear un organismo independiente que esté a cargo del análisis de los diversos estudios regionales y locales que se estipulan en esta norma, debiendo de generar un banco de datos a fin de conocer el estatus del agua subterránea en el AMG. Información que deberá de ser actualizada cada año, publicada y de libre acceso.

Dicho organismo a su vez estará encargado de monitorear el estatus del agua subterránea cuando menos una vez en época de lluvia y otra en época de estiaje.

De este modo se pretende garantizar la protección de zonas de recarga y descarga de agua subterránea, así como el buen funcionamiento de los posibles flujos subterráneos presentes bajo el AMG y que podrían ser afectados por la construcción de sótanos. En la figura 15 se muestra el proceso actual para obtener una licencia de construcción en el AMG.

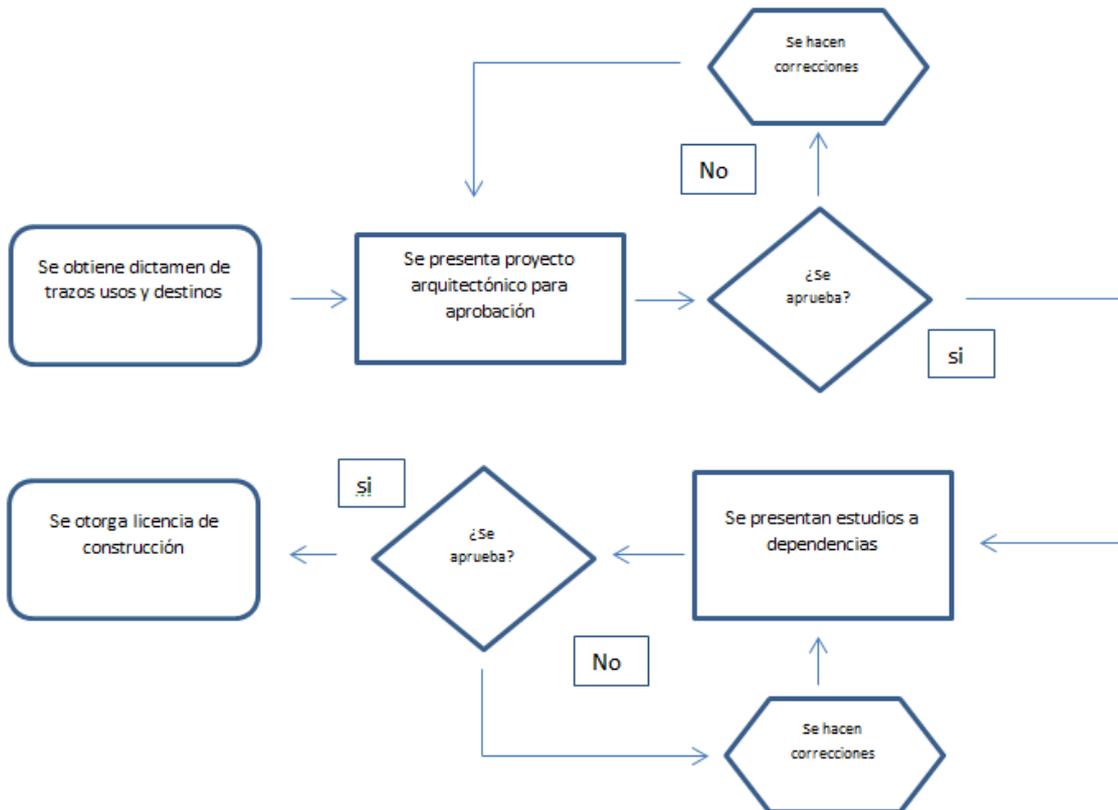


Figura 15 Ruta actual licencia de construcción en Guadalajara

Con los cambios propuestos en el presente documento, el proceso de obtención de la licencia dependería primeramente de si el predio a edificar se encuentra en una zona de recarga o descarga, y en caso de ser negativo se procedería a realizar el estudio local a fin de detectar posibles flujos subterráneos en el área y así evitar afectaciones tanto para las obras como para el ambiente. Estudio que deberá ser evaluado por el organismo creado, a fin de que apruebe el proyecto arquitectónico junto con las dependencias municipales competentes en el ramo (Figura 16).

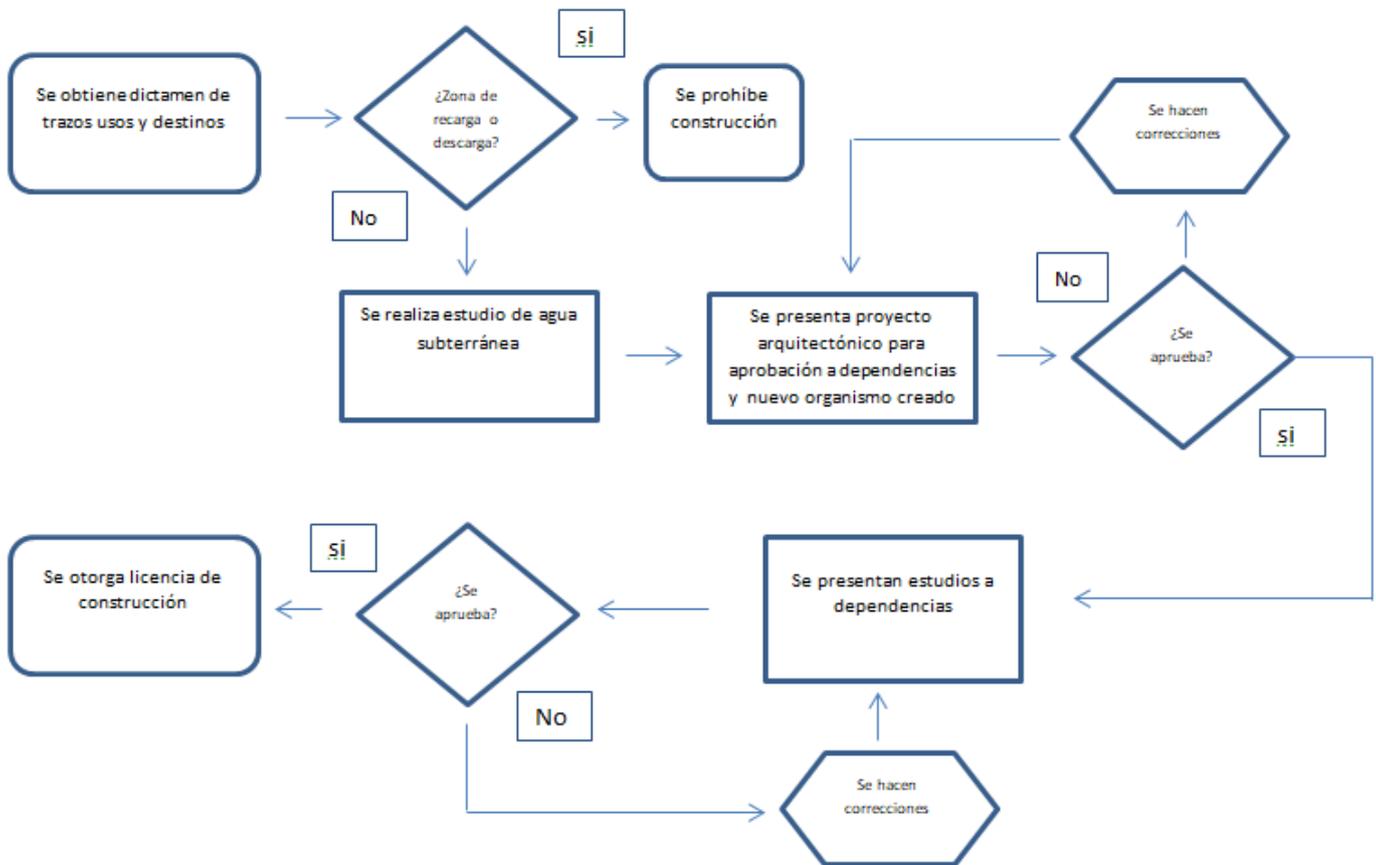


Figura 16 Ruta propuesta licencia de construcción en el AMG

2) Código Urbano para el Estado de Jalisco:

Únicamente, cuando los primeros dos pisos de las acciones urbanísticas sean destinados a estacionamiento, no se considerarán para el cálculo del coeficiente de utilización del suelo, siempre y cuando respeten la altura que no podrá rebasar el plano límite que se proyecta con un ángulo de cincuenta y seis grados sexagesimales (56°), medidos con respecto al plano de la cota de origen que inicia en el límite opuesto de la sección transversal de la vialidad y siempre que cuenten con área de uso mixto hacia el exterior, a fin de conectar el edificio con la calle.

Fin de la propuesta...

7. Bibliografía y fuentes consultadas

- Bayardo Pérez Arce, A. (2016). *Pasos para elaborar una propuesta de iniciativa de ley*. Observatorio Legislativo ITESO.
- Boff, L. (2013). *La sostenibilidad. Qué es y qué no es*. Sal Terrae.
- Carmona Lara, C., Carrillo Rivera, J. J., Hatch Kuri, G., Huizar Álvarez, R., & Ortega Guerrero, M. A. (2017). *Ley del Agua Subterránea: una propuesta*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía. <https://doi.org/10.14350/sc.04>
- Carrillo Rivera, J. J. (2000). *Application of The Groundwater Balance Equation to Indicate Interbasin and Vertical Flow in Two Semi-Arid Drainage Basins*, Hydrogeology Journal, vol. 8, núm. 5, octubre de 2000, pp. 503–520.
- Código Urbano para el Estado de Jalisco. (2008). Periódico Oficial El Estado de Jalisco
- Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, CMMAD (1987). *Nuestro futuro común*. Obtenido de http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-AmbienteDesarrollo.pdf
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA (2018a). Determinación de la Disponibilidad de Agua Subterránea en el Acuífero Atemajac, Estado de Jalisco. Diario Oficial de la Federación. Obtenido de https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/jalisco/DR_1401.pdf
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA (2018b). Determinación de la Disponibilidad de Agua Subterránea en el Acuífero Toluquilla, Estado de Jalisco. Diario Oficial de la Federación. Obtenido de https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/jalisco/DR_1402.pdf

- Consejo Económico y Social (2002). Cuestiones sustantivas que se plantean en la aplicación del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Observación general N° 15. El derecho al agua (artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales. 40232, 19.
- Constitución de la República del Ecuador (2008). Registro Oficial.
- Constitucion Política del Estado de Jalisco (1917). Periodico oficial El Estado de Jalisco.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (1857). Diario Oficial de la Federación.
- Cohen, Miriam Alfie. (2005). *Democracia y Desafío Medioambiental en México: Riesgos, Retos y Opciones en la Nueva ERA de la Globalización*. Pomares. México.
- Corte Constitucional de Colombia, Sexta Sala de Revisión. (2016). Sentencia T-622/16.
- Poder Ejecutivo del Estado de Jalisco (2019). *Decreto del Gobernador del Estado de Jalisco por el que se Establece Como Zona de Recuperación Ambiental “El Bajío”, Con una Superficie de 980.89 Hectáreas, Ubicada en el Municipio de Zapopan, Jalisco*. Periódico Oficial El Estado de Jalisco.
- Domínguez, J y Carrillo Rivera, J. J. (2007). *El agua subterránea como elemento de debate en la historia de México. En Libro: México en tres momentos: 1810-1910-2010. Hacia la conmemoración del bicentenario de la Independencia y el centenario de la Revolución Mexicana. Retos y Perspectivas*. Publicación, Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM. Tomo II p177-199
- Flores Elizondo, Rodrigo. (2013). *Los Afluentes y los Ríos. La construcción social del Medio Ambiente en la Cuenca Lerma Chapala*. ITESO. México
- Instituto Metropolitano de Planeación del Área Metropolitana de Guadalajara, IMEPLAN (2016). *Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano*

(POTmet) del AMG, recuperado 17 de septiembre de 2019 de http://imeplan.mx/sites/default/files/IMEPLAN/POTmet_IIIFB-BajaRes.pdf

Kachadourian-Marras, A.; Alconada-Magliano, M.M.; Carrillo-Rivera, J.J.; Mendoza, E.; Herrerías-Azcue, F.; Silva, R. (2020) *Characterization of Surface Evidence of Groundwater Flow Systems in Continental Mexico*. *Water*, 12, 2459. <https://doi.org/10.3390/w12092459>

Kelsen, Hans (1993). *La Teoría pura del Derecho*. Gernika. México.

Ley de Aguas Nacionales (1992). Diario Oficial de la Federación.

Ley de Agua para el Estado de Jalisco y sus Municipios (2007) Periodico oficial El Estado de Jalisco.

Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. (1989). Periódico Oficial el Estado de Jalisco.

Ley General de Aguas Suscrita por Ciudadanos. (2020). Gaceta Parlamentaria

Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. (2016). Diario Oficial de la Federación.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. (1988). Diario Oficial de la Federación.

Ley Número 071. (2010). Sala de Sesiones de la Asamblea Legislativa Plurinacional. Bolivia.

Ley Número 300. (2012). Sala de Sesiones de la Asamblea Legislativa Plurinacional. Bolivia.

Macías, Fabián. (2015). *Estrategias de protección de aguas subterráneas para el abastecimiento de la zona metropolitana de Guadalajara*, Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco. México.

Moore, J., Zaporozec, A., & Mercer, J. (2002). *Una introducción al agua subterránea* (Primera; Centro de Investigación y Generación de Alternativas, ed.).

ONU. (2010). *Resolución aprobada por la Asamblea General el 28 de julio de*

2010. 64/292. *El derecho humano al agua y el saneamiento*. 660, 9–11.

Ordoñez, J. (2011). *Cartilla Técnica: Aguas Subterráneas - Acuíferos*. Sociedad Geografica de Lima, 2–44.

Oficialía Mayor del Gobierno del Estado de Jalisco. (2013) *Plan Estatal de Desarrollo Jalisco 2013- 2030*. Dirección de Publicaciones de la Oficialía Mayor del Gobierno del Estado de Jalisco. 2013.

Peñuela, L. (2007). *Proceso de Recarga-Descarga de Agua Subterranea en Zonas Receptoras de Pago por Servicio Ambiental Hidrológico, Sierras Nevada y las Cruces-México*. Universidad Nacional Autónoma de Mexico, México, D.F.

Peñuela-Arévalo, L.A y Carrillo-Rivera, J.J. (2013) *Definición de zonas de recarga y descarga de agua subterránea partir de indicadores superficiales: Centro-sur de la Mesa Central, México*. Investigaciones Geográficas, (81). <https://doi.org/10.14350/rig.30518>

Price, M. (2003). *Agua Subterránea*. The University of Reading UK and British Geological Survey. Editorial Limusa, Mexico, DF.

Te Awa Tupua (Whanganui River Claims Settlement) Act 2017. Public Act 2017 No 7. Nueva Zelanda.

Tóth, J. (2000). *Las aguas subterráneas Como Agente Geológico: Causas, Procesos y Manifestaciones*. Boletín Geológico y Minero, 111 (4) pp. 9-26.

Sustainable Groundwater Management Act (2016) California Estados Unidos de America.

Villoro, M. (2007). *Introducción al Estudio del Derecho*, Porrúa, México.

UNESCO. (2015). *Water for a sustainable World Report*. Recuperado de <http://www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-en>



**Medio
Ambiente**
Gestión Integral
de la Ciudad



A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio de la presente hago constatar mi participación en el trabajo realizado por el licenciado Pablo Edén Wynter Blanco, el cual lleva por título **Propuesta de Mejora Normativa para la Protección del Agua Subterránea en el Área Metropolitana de Guadalajara, Jalisco**; aspirante a obtener el grado de Maestro en Ciudad y Espacio Público Sustentable por parte del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente.

Si bien este trabajo realizado por el aspirante lo considero innovador, me permitió proponerle, en base a la experiencia de mis últimos veinte años en el manejo, estudio y administración de tales aguas nacionales, las que consideré como las necesidades prioritarias de dicha área metropolitana con respecto al agua; dada su conformación territorial y urbana. Además de proponerle las mejoras en el diseño y contenido de la propuesta de solución a la problemática planteada.

Por lo que considero que de aplicarse su proyecto los resultados serían idóneos, pertinentes e innovadores para la ciudad. Facilitaría la toma de decisiones a nivel gubernamental, influiría de forma importante y clara en la construcción de una urbe más resiliente y sustentable; favoreciendo en la mejora y conservación de los ecosistemas locales y regionales, y con ello la calidad de vida de sus habitantes al propiciar el sano desarrollo de la sociedad.

Atentamente:

Mtro. Luis Antonio Cruz Hernández
Jefe del Departamento de Hidrología
Dirección de Medio Ambiente de Guadalajara
luisantonio.cruzhernandez@hotmail.com



Oficio No.DS/918 /2021

Guadalajara, Jal.23 de julio de 2021

**A quien corresponda
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
PRESENTE**

Por medio de la presente me permito constatar mi participación en el trabajo de obtención de grado de maestría que lleva por título "Propuesta de mejora normativa para la protección del agua subterránea en el Área Metropolitana de Guadalajara, Jalisco."

El proyecto fue elaborado por el licenciado Pablo Eden Wynter Blanco, aspirante a obtener el grado de Maestro en Ciudad y Espacio Público Sustentable por parte del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente. En mi participación pude proponer y manifestar las necesidades que tiene la ciudad, respecto al agua y su conformación territorial y urbana, así como proponer mejoras en el diseño y contenido de la propuesta de solución a la problemática planteada.

En ese orden de ideas, se destaca que de aplicarse el proyecto, la solución propuesta resultaría pertinente, innovadora y, de aplicarse en la ciudad, no solo facilitaría la toma de decisiones a nivel gubernamental, sino que influiría de forma importante y clara en la construcción de una urbe más resiliente y sustentable, favoreciendo en la mejora y conservación del ecosistema, tanto local como regional, así como en la calidad de vida de sus habitantes y el sano desarrollo de la sociedad.

Saludos Cordiales.

Atentamente
DESPACHO

Mtro. Carlos Romero Sánchez

Titular de la Procuraduría de Desarrollo Urbano
prodeur@jalisco.gob.mx



Guadalajara, Jalisco, a 29 de julio de 2021

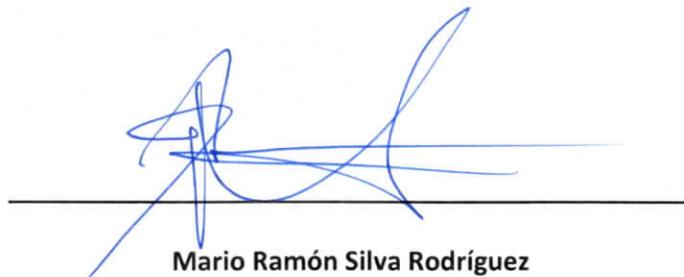
A quien corresponda,

Por medio de la presente me permito constatar mi participación en el trabajo de obtención de grado de maestría que lleva por título *“Propuesta de mejora normativa para la protección del agua subterránea en el Área Metropolitana de Guadalajara, Jalisco”*.

El proyecto fue elaborado por el licenciado Pablo Eden Wynter Blanco, aspirante a obtener el grado de Maestro en Ciudad y Espacio Público Sustentable por parte del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente. En mi participación pude proponer y manifestar las necesidades que tiene la ciudad, respecto al agua y su conformación territorial y urbana, así como señalar mejoras en el diseño y contenido de la propuesta de solución a la problemática planteada.

En ese orden de ideas, se destaca que, de aplicarse el proyecto, la solución propuesta resultaría pertinente, innovadora y, de aplicarse en la ciudad, no solo facilitaría la toma de decisiones a nivel gubernamental, sino que influiría de forma importante y clara en la construcción de una urbe más resiliente y sustentable, favoreciendo en la mejora y conservación del ecosistema, tanto local como regional, así como en la calidad de vida de sus habitantes y el sano desarrollo de la sociedad.

Atentamente.



Mario Ramón Silva Rodríguez
Director General
Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara
(mario.silva@imeplan.mx)