

# PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS CONTINENTALES\*

MERCEDES CAMPOS DÍAZ BARRIGA

Licenciada en Derecho por la Universidad Iberoamericana, diplomada en Derecho Ambiental Internacional por la Corte Internacional de Conciliación y Arbitraje Ambiental y la Universidad Autónoma Metropolitana de México. Actualmente ejerce la profesión en un despacho de abogados privado.

## I. Planteamiento del tema y definición de conceptos

La relación del hombre con la naturaleza se ha llevado a cabo considerando a los recursos naturales como inagotables, que permanecerán eternamente. Más aún con el desarrollo de la tecnología pensada únicamente en los beneficios que ésta nos proporcionaría, se nos han olvidado sus efectos negativos sobre la naturaleza. Nos hemos creído dueños de ésta sin darnos cuenta de los daños que estamos causando en los diferentes recursos y de la importancia de todos y cada uno de ellos para nuestra supervivencia.

El agua es el elemento más importante de nuestro planeta, que como lo señala Martín Mateo<sup>1</sup> ha permitido la aparición, y sobre todo el mantenimiento de la vida.

El agua además de componer la mayor parte de los organismos vivos<sup>2</sup>, se utiliza en casi todas las actividades humanas, siendo así, vital para la agricultura, los procesos industriales, la generación de energía eléctrica, la asimilación de desechos, la recreación, la navegación, etcétera<sup>3</sup>.

La doctrina ha hecho hincapié en que, aun cuando en principio, el agua es un recurso renovable, puede llegar a estar tan contaminada por las actividades humanas que acabe siendo inútil para muchos propósitos e incluso nociva. La contaminación del agua es un problema tanto a nivel local, como regional e incluso mundial, y va ligada a la contaminación del aire y al modo en que usamos el recurso de la tierra<sup>4</sup>.

Al respecto, Loperena Rota<sup>5</sup> observa que el agua ha sido tratada por el hombre, hasta la aparición de la moderna

conciencia ambiental, como un elemento fundamental en la conservación de la salubridad pública (desección de zonas pantanosas, lavaderos); en el desarrollo económico (regadíos, fuente de energía); y en el recreo o esparcimiento (fuentes, baños). Sin embargo, esta situación ha cambiado en forma radical como consecuencia de la actuación tan agresiva que ha habido durante décadas, sobre este recurso. "La industrialización, por un lado, la densidad del hábitat y el uso creciente del agua que el progreso civilizador impone, por otro, convierten hoy el abastecimiento de agua en problema permanente"<sup>6</sup>.

Se entiende por "aguas continentales", el agua dulce que está sobre nuestro planeta y que constituye una pequeña parte de la gran cantidad de agua de la que está constituido todo el planeta. Los ríos, lagos<sup>7</sup>, arroyos, manantiales y los acuíferos

\* Este texto y el siguiente, son los capítulos XI y XII del libro *La responsabilidad civil por daños al medio ambiente. El caso del agua en México*, cuyos derechos de autor detenta el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la Universidad Nacional Autónoma de México. El Instituto de Investigaciones Jurídicas y la Lic. Mercedes Campos Díaz Barriga han otorgado a la Comisión de Derechos Humanos del Estado de México el permiso correspondiente para reproducirlo en este número del órgano informativo. *La responsabilidad civil por daños al medio ambiente. El caso del agua en México*. Campos Díaz Barriga, Mercedes, IJ-UNAM, Serie Doctrina Jurídica No. 25, 1ª ed., 2000.

<sup>1</sup> Cfr. Martín Mateo, Ramón, *Tratado de derecho ambiental*, Madrid, Trivium, 1992, p. 1.

<sup>2</sup> Los seres humanos estamos constituidos entre un 70 y 85% de agua y en la medida en que envejecemos la vamos perdiendo. Cfr. Enkerlin Hoeflich, Ernesto C. y Mier y Reyes, Rosa del Carmen, "Suelo y agua" en *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible...* México, International Thomson Editores, 1997, p. 246.

<sup>3</sup> Sobre este tema véase Vogel Martínez, Enrique y Rivas Rodríguez, Erick, "Contaminación del agua", *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible...*, p. 401.

<sup>4</sup> Ballesteros, Jesús y Pérez Adán, José, *Sociedad y medio ambiente*, Madrid, Trotta, 1997.

<sup>5</sup> Loperena Rota, Demetrio, *El derecho al medio ambiente adecuado*, Madrid, Civitas, 1996, p. 105.

<sup>6</sup> Martín Mateo, Ramón, *Tratado...*, p. 3.

<sup>7</sup> En el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, la fracción XIV del artículo 2 nos define lago o laguna como: "El vaso de propiedad federal de formación natural que es alimentado por corriente superficial o aguas subterráneas o pluviales, independientemente que dé o no origen a otra corriente, así como el vaso de formación artificial que se origina por la construcción de una presa".

subterráneos<sup>8</sup> es lo que se considera como agua dulce y de los cuales depende toda la vida vegetal, animal y humana<sup>9</sup>. Se ha observado que el agua dulce que puede ser aprovechada en la naturaleza resulta muy poca para toda la humanidad<sup>10</sup>.

Existe una gran preocupación por el deterioro de este recurso que además de que cada vez se vuelve más escaso por el uso indiscriminado del mismo, ha sido receptor de grandes descargas de vertidos que se canalizan a los acuíferos subterráneos y que traen como consecuencia grandes daños a la salud humana y a la flora y fauna. "No basta con constatar que haya agua suficiente, es preciso que ésta sea idónea para los usos a que va destinada. Aquí aparece el gran problema del deterioro de las aguas como consecuencia de vertidos excesivos e insensatos"<sup>11</sup>.

De esta forma, expone Loperena Rota<sup>12</sup>, la industrialización se ha desarrollado tomando este recurso

con desprecio absoluto, derivando ríos, estableciendo pantanos y, sobre todo, realizando vertidos. Esto tiene las siguientes consecuencias:

1. La inutilización posterior del caudal, para cualquier finalidad.
2. La incorporación al ciclo biológico de sustancias que antes no estaban y de cuyos efectos todavía no se tienen datos definitivos.
3. La desaparición de la capacidad autodepurativa de los ríos, cuando se trata de compuestos que no pueden asimilarse.
4. La grave afectación a la flora y a la fauna piscícola.

La doctrina<sup>13</sup>, ha señalado como problemas genéricos de la protección del agua los siguientes:

- 1) La cantidad de agua que a su vez tiene que ver con:

a) El mantenimiento de las condiciones naturales que permitan que se lleve a cabo el proceso de renovación de las mismas, el cual consiste en el ciclo de evaporación, precipitación, depósito y flujo del agua<sup>14</sup>, y

b) El uso racional del recurso ya que hay una sobreexplotación de los acuíferos debido a las grandes concentraciones de población que provocan una demanda mayor de agua, y por el despilfarro en su uso.

2) La calidad del agua necesita ser controlada ya que las aguas residuales requieren tratamientos especiales para evitar la contaminación de las aguas receptoras de las mismas y reducir lo más posible las enfermedades de los seres humanos y la muerte de especies completas de flora y fauna.

Dentro del derecho de aguas, el tema de su calidad significa impedir su contaminación, con el fin de que el agua mantenga un

<sup>8</sup> Un acuífero es una "roca porosa o suelo saturado de agua", *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible...*, p. 657. La Ley de Aguas Nacionales la define en su artículo 3-II. "Acuífero: cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento". En nuestro país la contaminación de aguas subterráneas se debe principalmente a los desechos humanos. Éstos filtran a través del suelo hasta los acuíferos y los contaminan, causando graves problemas de salud en la población. En la península de Yucatán esto es muy común, debido a las características de sus suelos permeables, en donde no existen sistemas de alcantarillado debido a que el suelo es roca caliza y por lo tanto hace muy costoso que se instale la tubería. Otra de las fuentes de contaminación de los mantos acuíferos son los desechos sólidos que por las lluvias se genera su disolución y se filtran hasta los mantos acuíferos. Sobre este punto véase Vizcaino Murray, Francisco, *La contaminación en México*, 3ª reimp., México, FCE, 1992, pp. 98-100.

<sup>9</sup> Cfr. Alcaín Martínez, Esperanza, *op. cit.*, pp. 205-221 También véase Vizcaino Murray, Francisco, *op. cit.*, p. 77.

A pesar de que aproximadamente el 71% de la superficie de nuestro planeta está cubierto por mares y océanos, la cantidad de agua que puede utilizarse para usos industriales, agrícolas y domésticos es muy limitada porque el agua dulce realmente disponible es únicamente el 0.003%.

Sobre este punto véase Enkerlin Hoeflich, Ernesto C. y Mier y Reyes, Rosa del Carmen, *op. cit.*, p. 247.

<sup>10</sup> Véase Vizcaino Murray, Francisco, *op. cit.*, p. 77.

<sup>11</sup> Martín Mateo, Ramón, *Tratado...*, p. 5.

<sup>12</sup> Loperena Rota, Demetrio, *op. cit.*, p. 105.

<sup>13</sup> Brañes, Raúl, *op. cit.*, pp. 318 y 319. En este mismo sentido, Martín-Retortillo, Sebastián, *Derecho de aguas*, Madrid, Civitas, 1997, pp. 27-56, y Alcaín Martínez, Esperanza, *op. cit.*, p. 188.

<sup>14</sup> El ciclo del agua es el proceso que sigue el agua, desde que cae en forma de lluvia, hasta que regresa a la atmósfera. A una gota en forma de lluvia le pueden suceder distintas cosas al caer. 1) puede evaporarse en el trayecto; 2) infiltrarse en el suelo, lo cual significa que si se infiltra hasta una profundidad superficial, las plantas o los microorganismos del suelo pueden absorberla y si en cambio, se infiltra de manera más profunda, recarga los mantos freáticos y/o los acuíferos; 3) escurrir formando arroyos o ríos y llegar a lagos y mares. La importancia de esto es que en la formación de nubes se necesita la presencia de núcleos de condensación, partículas (generalmente granos de polvo muy pequeños) y si la atmósfera está contaminada, ocurren reacciones químicas que pueden causar lluvia ácida posteriormente. Véase, C. Enkerlin Hoeflich, Ernesto y Mier y Reyes, Rosa del Carmen, *op. cit.*, p. 248. En el mismo sentido, véase Wagner, Travis, *Contaminación, causas y efectos*, México, Gernika, 1996, pp. 34 y 35.

determinado nivel. Por lo que la calidad de los recursos es un valor objetivo que es independiente de las causas y de las circunstancias concretas que puedan dar lugar a su deterioro.

La calidad del agua significa que el agua debe mantener sus aptitudes necesarias para satisfacer las distintas necesidades tales como el consumo humano y de los animales, el riego, el uso industrial, el uso recreativo, etcétera. Los requisitos y parámetros de la calidad del agua varían según el uso al que vaya a destinarse. Hay autores<sup>15</sup> que consideran que la calidad del agua no depende únicamente de la cantidad de desechos que penetran en la misma sino que también depende de las medidas que se tomen para descontaminar el agua. Sin embargo no estamos de acuerdo por que si bien las medidas para la descontaminación son importantes, hay daños irreversibles que aunque se tomen todas las medidas de descontaminación, no logran restaurar el recurso afectado.

Demetrio Loperena Rota<sup>16</sup> señala que la gestión integral del agua está basada en que ésta sea percibida como una parte del

ecosistema, un recurso natural y un bien económico, cuya cantidad y cualidad determina la naturaleza de su utilización. Para ello, las aguas deben protegerse tomando en cuenta el funcionamiento de los ciclos hidráulicos de carácter permanente y tratando de conciliar las necesidades humanas con los recursos hidráulicos disponibles. Será prioritario en este sentido el uso del agua para satisfacer las necesidades humanas básicas y el mantenimiento de los ecosistemas.

Mazari Hiriart<sup>17</sup> señala que el agua subterránea<sup>18</sup> es uno de los recursos naturales más importantes, ya que representa a nivel mundial una gran proporción del agua que se utiliza. Se ha considerado de manera errónea que los acuíferos se encuentran protegidos de manera natural de las diversas fuentes de contaminación, sin embargo, se ha encontrado la presencia de muchos contaminantes tanto de origen industrial como municipal y agrícola. Las fuentes principales de contaminación de los sistemas de agua subterránea se han clasificado como "fuentes puntuales", que son las fábricas, refinерías, tintorerías, gasolineras, aeropuertos, tiraderos de basura, tanques enterrados; y las "fuentes

no puntuales" entre las cuales se encuentran, la aplicación de plaguicidas, los canales de drenaje, los sistemas de tuberías para el transporte de hidrocarburos, etcétera. Generalmente los contaminantes se encuentran en estado líquido e interactúan con las partículas del suelo. Los compuestos volátiles migran en forma de vapor, lo cual es también grave. Hay desechos en estado sólido, que se descomponen e infiltran el agua de lluvia, produciendo lixiviados<sup>19</sup>. En México, específicamente en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), casi tres cuartas partes del área dependen del acuífero para el abastecimiento del agua potable, por lo que la protección de la calidad del agua subterránea es sumamente importante. Los desechos originados por la actividad doméstica, industrial y comercial contienen diversos gérmenes patógenos y contaminantes tóxicos que pueden representar un gran peligro. Se ha señalado que la posibilidad de que esos contaminantes se filtren al agua subterránea depende de muchos factores, entre ellos, la composición de los suelos, el nivel freático<sup>20</sup>, la tasa de recarga y otros factores ambientales que influyen en la movilidad

<sup>15</sup> Cfr. Tolba, Mostafa K., *Salvemos el planeta: problemas y esperanzas*, Chapman & Hall, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, pp. 48-50.

<sup>16</sup> Loperena Rota, Demetrio, *op. cit.*, p. 106.

<sup>17</sup> Seguiremos de cerca a Mazari Hiriart, Marisa, "El potencial de contaminación del agua subterránea", *Gaceta Ecológica*, México, Instituto Nacional de Ecología, nueva época, núm. 36, septiembre de 1995, p. 54.

<sup>18</sup> Las aguas subterráneas son aquellas contenidas en acuíferos constituidos por conjuntos de materiales inertes que tienen espacios los cuales pueden ser saturados, almacenando y transmitiendo el agua al permitir su captación a partir del nivel freático. La mayoría de los acuíferos que son utilizados o que son utilizables forman parte del ciclo de agua, ya que lluvia penetra en el suelo y posteriormente es captada en las porosidades de las rocas desde donde fluye a los manantiales, ríos y finalmente, si no se aprovecha, al mar. La carga de los acuíferos puede producirse también desde las aguas superficiales, y posteriormente descargarse en otros cursos de nivel interior. El flujo del agua funciona por gravedad. Véase Martín Mateo, Ramón, *Tratado...*, pp. 147 y 148.

<sup>19</sup> Lixiviación significa el "movimiento de sustancias químicas, a través de poros, fisuras o fallas del terreno hacia el subsuelo, a partir de depósitos superficiales o subterráneos de residuos". Cfr. *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible...*, p. 663.

<sup>20</sup> Se conoce como nivel o manto freático al "nivel superior de las aguas libres del subsuelo. Su importancia radica en ser un reservorio vital de agua potable, así como en proporcionar firmeza y estabilidad al suelo". *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible*, p. 663.

o degradación de los contaminantes<sup>21</sup>.

En México, uno de los principales problemas es que no hay un tratamiento adecuado de las aguas residuales, y que existe la práctica de utilizar canales no revestidos para el transporte de los desechos sin tratar.

El sistema combinado de drenaje transporta aguas residuales y agua de lluvia a través de una red primaria de 1,212 kilómetros de largo y una red secundaria de 12,326 kilómetros de longitud. En la época de lluvias, las aguas residuales se filtran al subsuelo a través de los túneles profundos ocasionando problemas en sitios que se encuentran en la zona lacustre<sup>22</sup> y en donde la protección de la capa de arcilla ya es insuficiente. Además, existe un riesgo adicional de contaminación del agua subterránea provocado por los canales no revestidos.

Asimismo, existen pozos abandonados que muchas veces se encuentran abiertos y cerca de la superficie y otros no están bien sellados. Muchos están cerca de drenaje no revestidos que contienen aguas residuales domésticas e industriales y por lo tanto, los pozos abandonados pueden representar una ruta

alterna y más directa de contaminación hacia el acuífero.

En la ZMVM se encuentra la zona industrial más importante del país, aproximadamente el 45% de la producción industrial de la nación se encuentra en esta zona. Esto significa que la cantidad de desechos peligrosos que se generan en esta zona es muy alta. De estos desechos, una gran parte son efluentes<sup>23</sup> procesados o tratados que se arrojan al sistema municipal de drenaje y otra parte son desechos sólidos que generalmente son llevados a los basureros municipales o basureros ilegales.

Otra preocupación sobre la calidad del agua es el riesgo de la aplicación de pesticidas en tierras agrícolas. En México no existe información muy precisa sobre el grado de contaminación del agua que ha sido causada por los pesticidas, pero la Organización Panamericana de la Salud ha identificado algunas cuencas de ríos en donde el uso de pesticida pudiera ser un problema, entre las cuales está la cuenca del río Lerma, que abastece parte del agua potable de la ciudad de México. Una prueba de ello es que se han encontrado pesticidas en tejido adiposo humano en muestras tomadas de la población de la ciudad de México, en virtud de que

los pesticidas se filtran al agua subterránea a través de la subsuperficie, contaminando ésta<sup>24</sup>.

## 2. Causas principales de contaminación

Múgica Álvarez define contaminación del agua como "la adición de cualquier sustancia al agua, en cantidad suficiente que cause efectos mensurables en los seres humanos, en los animales, en la vegetación o en los materiales y que se presente en cantidades que sobrepasen los niveles normales en los que se encuentra en la naturaleza, de manera que resulte inapropiada para usos benéficos"<sup>25</sup>.

La contaminación puede ser por causas naturales o por actividades del hombre.

Se considera que el principal tipo de contaminación de las aguas es la causada por la descarga en ríos y lagos de descargas residuales y desechos que no han sido tratados o que han sido inadecuadamente tratados, provenientes principalmente de la industria, en virtud de que además de que éstas descargan aguas que contienen sustancias consideradas como altamente contaminantes, se producen en grandes cantidades. Como subraya Saval Bohórquez<sup>26</sup>, tanto

<sup>21</sup> En la Zona Metropolitana del Valle de México, estos elementos varían en cada una de las tres principales zonas hidrológicas: la zona lacustre, la zona de transición de la región piedemonte y la zona de montaña. La zona de transición tiene características especiales ya que existe una permeabilidad natural, rapidez del crecimiento urbano y un incremento en el número de pozos de abastecimiento por lo que esto contribuye a que haya diversos problemas en el uso del suelo, tales como: 1) asentamientos que no cuentan con recolección de aguas negras; 2) canales de drenaje que no están revestidos y que llevan aguas residuales sin tratar; 3) aguas negras de origen doméstico; 4) basureros mal confinados y 5) un mal manejo del almacenamiento y desecho de materiales peligrosos. En la zona de montaña, aun cuando la urbanización es menor que en las zonas más bajas, los asentamientos humanos irregulares están dispersos en la ladera de las montañas por lo que aumenta la posibilidad de contaminación. Recientemente se creía que las arcillas lacustres que se encuentran en gran parte del área urbana formaban una capa impermeable que evitaba que los contaminantes penetraran subterráneamente. Sin embargo, se han aplicado diversos modelos que muestran que los contaminantes han migrado a mayor distancia en las arcillas por lo que esto confirma la hipótesis de que los contaminantes se mueven a través de las fracturas. Véase Internet, *Calidad del agua y problemas de salud*, Internet .../www/la/Mexico/water/ch5esp.html

<sup>22</sup> *Idem*.

<sup>23</sup> Entendiendo por efluentes, "cualquier flujo de salida de un proceso", *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible...*, p. 660.

<sup>24</sup> Véase Internet, *Calidad del agua y problemas de salud*, Internet .../www/la/Mexico/water/ch5esp.html

<sup>25</sup> Múgica Álvarez, Violeta y Figueroa Lara, Jesús, *Contaminación ambiental, causas y control*, México, Universidad Autónoma Metropolitana, 1996, p. 24.

<sup>26</sup> Saval Bohórquez, Susana, *op. cit.*, p. 231.

la LAN como su reglamento, consideran que el factor más importante de la contaminación del subsuelo y acuíferos, es el vertimiento de aguas residuales.

Martín-Retortillo<sup>27</sup> advierte la importancia de la responsabilidad por los daños debidos al deterioro de la calidad de las aguas como consecuencia de los vertidos, en virtud de que el origen principal que puede dar lugar al deterioro de la calidad de las aguas está en los vertidos<sup>28</sup> directos o indirectos, que se realizan en los cursos de agua, superficiales o subterráneos. La legislación de aguas española define los vertidos como "los que se realicen directa o indirectamente en los cauces, cualesquiera que sea la naturaleza de éstos, así como los que se lleven a cabo en el subsuelo o sobre el terreno, balsas o excavaciones, mediante evacuación, inyección o depósito"<sup>29</sup>.

La LAN define agua residual en su artículo 2: "...II. Aguas residuales: Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarios,

domésticos y en general de cualquier otro uso".

Como lo señala la propia ley, hay distintos tipos de agua residual, según su origen, que puede ser industrial, doméstico, municipal, agrícola o pecuario. Es importante tomar en cuenta que cuando el agua residual se mezcla con agua de lluvia o potable, se considera que es agua residual.

En relación con la contaminación del agua proveniente de la industria, Tolba<sup>30</sup> señala que los desechos industriales pueden contener metales pesados y otras sustancias químicas tóxicas, que no se degradan fácilmente en condiciones naturales ni en las instalaciones convencionales de tratamiento de aguas residuales.

Otro problema de la calidad de agua que se ha mencionado, es el de la creciente eutrofización<sup>31</sup> de los ríos y lagos, debida fundamentalmente a la escorrentía de fertilizantes de tierras agrícolas ya que los desechos pueden ser arrastrados a lagos y corrientes indirectamente, cuando el agua se filtra a través de suelos

contaminados y transporta los contaminantes a lagos o ríos<sup>32</sup>.

Hay distintos criterios<sup>33</sup> para clasificar la contaminación del agua: según el tipo de escurrimiento, se distingue en puntual o localizada; por el contaminante químico, en orgánica e inorgánica; si es físico o biológico y por el impacto al medio ambiente, en tóxico y no tóxico.

a) Contaminación puntual o localizada. Este tipo de contaminación es aquella que se produce de tal forma que se conoce el punto exacto en que el contaminante se introdujo al cuerpo receptor y es generada principalmente por emisiones de industrias, plantas tratadoras de aguas residuales, descargas municipales, etcétera.

b) Contaminación no localizada o de escurrimientos. Esta contaminación se da cuando los contaminantes son emitidos en determinadas zonas y posteriormente son arrastrados con el agua de lluvia o mediante

<sup>27</sup> Véase Martín-Retortillo, Sebastián, *op. cit.*, pp. 339, 361-364.

<sup>28</sup> En este mismo sentido, Alcaín Martínez, Esperanza, quien señala que los vertidos constituyen el principal agente contaminador de las aguas, *op. cit.*, p. 215.

<sup>29</sup> Artículo 92 de la Ley de aguas española.

<sup>30</sup> Tolba, Mostafa K., *op. cit.*, p. 49.

<sup>31</sup> En los lagos se da un aumento de los nutrientes en forma natural, mismo que es provocado por la erosión del viento y de las distancias recorridas por los ríos. Cuando los lagos están en su periodo de formación, presentan un adecuado suministro de agua y nutrientes escasos, en virtud de lo cual, muy pocos organismos desarrollados viven en él. Posteriormente, los lagos se van enriqueciendo de forma natural con los nutrientes inorgánicos, proceso denominado como eutrofización. Las descargas industriales, de desechos humanos y la agricultura aunada a la lluvia y los vientos provocan una acumulación rápida de sustancias inorgánicas, que provocan el aceleramiento del proceso de eutrofización. Vogel Martínez, Enrique y Rivas Rodríguez, Erick, *op. cit.*, p. 405.

"En la contaminación de ríos y lagos hemos de observar el fenómeno de la eutrofización: las corrientes fluviales, debido a su constante movimiento, se recuperan con mayor facilidad de algunas formas de contaminación que las aguas estancadas, especialmente del exceso de calor y de los desechos degradables que requieren oxígeno. No obstante, la regeneración se produce sólo mientras no estén sobrecargadas con contaminantes y su flujo no se vea reducido por la sequía, el embalsamiento o el desvío para usos agrarios, urbanos o industriales". Ballesteros, Jesús y Pérez Adán, José, *op. cit.*, p. 68.

El *Diccionario Rioduero de Ecología*, define "Eutrofización" como el aumento de materias nutritivas, especialmente de compuestos de fósforo y nitrógeno en las aguas, que puede tener su origen en aguas residuales, en materiales residuales que contengan álcalis, en el lavado de sustancias alimenticias y en la erosión del suelo. Con la acumulación de materias alimenticias se eleva la producción de organismos, hasta el punto en que, en casos extremos, ya no puede utilizarse ni degradarse tal cantidad. La consecuencia es la formación de lodo pútrido. *Diccionarios Rioduero*, Madrid, Ediciones Rioduero, 1975.

<sup>32</sup> Cfr. Tolba, Mostafa K., *op. cit.*, p. 49.

<sup>33</sup> Cfr. Vogel Martínez, Enrique y Rivas Rodríguez, Erick, *op. cit.*, pp. 401-411.

erosión del suelo, hacia los cuerpos receptores.

Cuando hay un acuífero debajo de una superficie de suelo que se encuentra contaminada, las lluvias o corrientes de agua transportan los contaminantes hacia las zonas donde prevalece el acuífero. Los contaminantes pueden estar presentes de manera natural, como los depósitos de minerales solubles que muchas veces son atravesados por los mantos acuíferos, de tal forma que dichos minerales son arrastrados y provocan la contaminación de éstos.

Sin embargo, la forma más común de contaminación de mantos acuíferos es a través de la filtración en el suelo de sustancias que provienen de los drenajes sanitarios. También cuando existen confinamientos de residuos que generan lixiviados con alto contenido de sustancias contaminantes, son arrastrados hacia los mantos acuíferos naturalmente o por la lluvia. Este tipo de contaminación se debe muchas veces a una mala construcción de lagunas de evaporación o de aireación, confinamientos de residuos, o por la ineficiencia o deficiencia en los sistemas de alcantarillado, entre otros.

#### A. Tipos de contaminantes

Es importante hacer una distinción entre los diferentes tipos de contaminantes porque la alteración en el agua varía y se van a producir efectos o daños distintos, y por lo tanto de eso depende

cuáles serán los requisitos o parámetros con los que tenga que cumplir una industria determinada, así como las medidas aplicables para restaurar el recurso afectado.

Los contaminantes del agua pueden clasificarse<sup>34</sup> según su estructura, en:

1) *Contaminantes orgánicos*: son aquellos con alto contenido de carbono entre los que se encuentran los hidrocarburos, los compuestos derivados del benceno, las grasas y aceites, los bifenilos policlorados, la materia proveniente de la descomposición de plantas y animales, etcétera. Son compuestos formados principalmente de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.

La materia orgánica es utilizada por los microorganismos para sintetizar nuevos organismos, proceso en el cual los microorganismos utilizan el oxígeno que se encuentra disuelto en el cuerpo de agua. Cuando hay una descarga con alto contenido de materia orgánica, se da un cambio brusco en la concentración de oxígeno disuelto en el agua y al mismo tiempo ocurre un aumento de la DBO<sup>35</sup>. Además, por lo general llevan una cantidad de materia suspendida que impide el paso de la luz solar en el punto de la descarga, impidiendo así la fotosíntesis de las plantas<sup>36</sup>. Las materias orgánicas, apunta Martín Mateo<sup>37</sup>, pueden ser descompuestas microbiológicamente siempre y cuando exista oxígeno disuelto en cantidad suficiente; de lo contrario, la digestión aerobia

se dificulta o resulta imposible por lo que las aguas se estancan en su proceso depurativo o no se regeneran adecuadamente.

Este tipo de contaminación se genera principalmente por los drenajes sanitarios, así como las industrias alimenticias y de celulosa.

Aun cuando los desechos orgánicos son biodegradables, se afirma que no por ello dejan de ser contaminantes y perjudiciales. Los efectos principales de éstos son grandes enfermedades como el cólera, fiebres tifoideas y disentería, entre otras.

Mazari Hiriart<sup>38</sup> advierte que los compuestos químicos orgánicos que se encuentran en agua subterránea, son los compuestos que más riesgo representan para el ambiente y la salud humana. Los que más comúnmente se encuentran en agua subterránea son los disolventes industriales y los hidrocarburos aromáticos. El origen de la contaminación en este caso, es generalmente por fugas, derrames y disposición de líquidos orgánicos en la superficie del agua, etcétera.

2) *Contaminantes inorgánicos*: son contaminantes de sales solubles o insolubles, entre los cuales se encuentran los cloruros, sulfatos, sulfitos, nitratos, nitritos, carbonatos, fluoruros, entre otros.

Se ha hecho una distinción de las materias inorgánicas, en materias inorgánicas en suspensión y materias inorgánicas disueltas. Las primeras, tienden a depositarse

<sup>34</sup> Sobre este punto véase Múgica Álvarez, Violeta y Figueroa Lara, Jesús, *op. cit.*, pp 24-29 y a Martín Mateo, Ramón, *Tratado...*, pp. 12-14.

<sup>35</sup> Son las siglas para referirse a la demanda bioquímica de oxígeno, la cual es la "medida de la cantidad de oxígeno necesario para descomponer los materiales orgánicos de un volumen específico de agua. El aumento en los desechos orgánicos en el agua requiere una alta demanda de oxígeno". *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible...*, p. 660.

<sup>36</sup> Véase Vogel Martínez, Enrique y Rivas Rodríguez, Erick, *op. cit.*, p. 403.

<sup>37</sup> Cfr. Martín Mateo, Ramón, *Tratado...*, p. 12.

<sup>38</sup> Así lo expone Mazari Hiriart, Marisa, *op. cit.*, p. 54.

obstruyendo los cursos y perjudicando la flora y la fauna; las segundas, son sustancias que químicamente tienen los caracteres de ácidos o sales de metales pesados que pueden ser altamente tóxicos destruyendo la vida acuática y perjudicando a todos los organismos que utilizan estas aguas<sup>39</sup>.

Los nutrientes también tienen efectos ecológicos, tal es el caso de los nitratos y los fosfatos cuyo efecto principal es estimular el crecimiento de las plantas acuáticas, como es el caso del lirio acuático, que a su vez tiene influencia en el proceso biológico por el oxígeno utilizado para la descomposición de sus tejidos muertos. Estas plantas se multiplican por la hiperfertilización de las aguas y la gran cantidad de éstas provoca daños al ecosistema, además de ocasionar grandes pérdidas de agua. El efecto principal que tiene esto es el fenómeno de eutrofización o eutrofización de estas masas líquidas en los lagos<sup>40</sup>.

Las principales fuentes de este tipo de contaminación de nutrientes son los detergentes con alto contenido de fósforo, fertilizantes artificiales que se utilizan en la agricultura, combustibles fósiles que provocan un aumento en el contenido de nitrógeno de la lluvia, y la tala inmoderada de árboles que provoca la erosión por los vientos.

En el caso de los detergentes no biodegradables y de los pesticidas, éstos tienen estructuras moleculares

que no son alteradas por los mecanismos de degradación normal, lo cual las hace persistentes en los cursos de las aguas y se transmiten a la cadena alimenticia hasta llegar a los animales que como el hombre están al final de la cadena. Esas estructuras se adicionan a los tejidos del hombre progresivamente.

Los hidrocarburos y las grasas industriales presentan problemas para el tratamiento adecuado de las aguas, perjudican sus usos y alteran los ciclos biológicos.

El agua no únicamente se contamina por la introducción directa de sustancias contaminantes, sino también a través del suelo contaminado. Corno lo expone Saval Bohórquez<sup>41</sup>, el suelo tiene diversas funciones, entre las cuales está la de servir de filtro amortiguador al limpiar el agua de lluvia que recarga los acuíferos. Expuesto esto, si el suelo es el que ha sido contaminado, el agua de lluvia que se filtra a través de éste, sirve como medio para acarrear los contaminantes a los acuíferos.

#### B. Fuentes de contaminación

Las causas de la contaminación del agua han sido clasificadas, según su fuente, en las siguientes<sup>42</sup>:

a) Contaminación por aguas residuales municipales, las cuales provienen de los hogares y edificios públicos, principalmente de baños y cocinas.

Un tercio del total de la contaminación del agua se le atribuye a los hogares, al verter los residuos domésticos a través de las redes de alcantarillado. Los contaminantes que contienen son más fáciles de tratar cualitativamente, sin embargo, cuantitativamente producen un gran volumen de sustancias orgánicas, que una vez separadas significan un problema para su eliminación definitiva<sup>43</sup>. Los principales contaminantes que contienen estas aguas son de desperdicios humanos, los cuales contienen materia orgánica, nutrientes, sólidos suspendidos y sedimentos, así como gérmenes patógenos y "aguas grises", que provienen principalmente de duchas, tarjas y otras fuentes. También contienen sustancias tóxicas que suelen utilizarse en los hogares como lo son los productos de limpieza, detergentes, pintura, pesticidas, que finalmente se eliminan en el sistema de alcantarillado<sup>44</sup>.

b) Contaminación por aguas residuales industriales: esta contaminación varía según el tipo de industria y que pueden ser tanto compuestos orgánicos, como lo es en el caso de la industria del papel y la alimenticia, como compuestos inorgánicos en las industrias de productos químicos, de pinturas, etcétera. Además, mientras algunas industrias producen materia en suspensión en grandes cantidades (azucarera, textil y minera), otras no tanto. También varían los compuestos químicos según el tipo de industria por lo que en algunas habrán cantidad

<sup>39</sup> Véase Martín Mateo, Ramón, *Tratado...*, pp. 12 y 13.

<sup>40</sup> En México, tal es el caso del lago de Chapala, Presa Endó, Valsequillo y del lago de Pátzcuaro. Véase Vizcaíno Murray, Francisco, *op. cit.*, pp. 85 y 96.

<sup>41</sup> Saval Bohórquez, Susana, *op. cit.*, p. 212.

<sup>42</sup> Cfr. Múgica Álvarez, Violeta y Figueroa Lara, Jesús, *op. cit.*, pp. 32-44.

<sup>43</sup> Cfr. Martín Mateo, Ramón, *Tratado...*, pp. 11 y 12.

<sup>44</sup> Véase a Wagner, Travis, *op. cit.*, p. 43.

de grasas, en otros ácidos y bases, hidrocarburos, sales inorgánicas, etcétera.

El mayor porcentaje de contaminación transmitido a los cursos de agua, se le atribuye a las industrias, en virtud de que no sólo aportan un volumen abrumador de sustancias contaminantes, sino que desde el punto de vista cualitativo, determinan la incorporación a las aguas de las sustancias más tóxicas y de los componentes más difíciles de extraer *a posteriori*. La contaminación industrial de las aguas se lleva a cabo principalmente por vertidos de aguas residuales ordinarios, pero también por vertidos ocasionales, por arrastres de material de escombreras y por elevación del nivel térmico a través de procesos de refrigeración<sup>45</sup>.

c) Contaminación por detergentes: los detergentes sirven para limpiar y eliminar la suciedad en las aguas duras ya que permite que el agua y la grasa, que generalmente no se mezclan, queden suspendidas en él. Los detergentes además de que provocan mucha espuma y ocasionan problemas de olor y sabor, permanecen mucho tiempo. Los fosfatos empezaron a emplearse en la fabricación de detergentes, y se considera que son una de las causas principales de la eutrofización de los lagos. También hay detergentes que

contienen sustitutos de fosfatos, sin embargo suelen ser alcalinos y pueden ocasionar otros efectos en la flora y fauna acuáticas, así como en el suelo y los cultivos por la toxicidad de sus componentes.

d) Contaminación por metales: las aguas que provienen de industrias mineras o fundidoras, llevan muchos metales que pueden ser tóxicos como el plomo, zinc, mercurio, plata, níquel, cadmio y arsénico.

e) Contaminación por escurrimientos de ácidos: también proviene de minas, principalmente de cobre, estaño, uranio y carbón. Éste último se expone al agua y al aire y forma ácido sulfúrico que llega a las corrientes superficiales o a las aguas subterráneas por escurrimiento o a través del suelo. Los efectos pueden ser muy dañinos en la vida acuática sobre todo.

f) Contaminación por plaguicidas: los plaguicidas que se derraman en los suelos agrícolas para combatir plagas llegan a ríos, lagos e inclusive a las aguas subterráneas, al escurrir el agua por los suelos afectados. La principal preocupación sobre los plaguicidas que penetran en las aguas subterráneas es su impacto en el agua para beber<sup>46</sup>. Aunque también tienen efectos en los productos agrícolas que son regados con plaguicidas y que

luego se destinan al consumo humano. Por ello es que se considera que la agricultura es responsable también de ciertas modalidades de contaminación por los fertilizantes que utilizan para mejorar sus cultivos.

g) Contaminación por desechos de animales: cuando los desechos animales se acumulan en grandes cantidades llegan a los cuerpos de agua por arrastre o lixiviación y por el hecho de estar constituidos por materia orgánica, fósforo y nitrógeno provocan que haya una demanda alta en oxígeno y ocasiona la muerte de la flora y fauna del lugar, además de provocar enfermedades cuando contienen parásitos.

h) Contaminación por aceite y petróleo: se provoca generalmente por descuidos o por accidentes de derrames y son muy dañinos. El control de este tipo de contaminación es de los más difíciles y peligrosos.

Saval Bohórquez<sup>47</sup> advierte que el impacto ocasionado por la industria petrolera comprende los efectos de cada una de las fases que están involucradas en el proceso y que son las etapas de exploración, explotación, transformación, distribución y comercialización. En este sentido, las actividades que se desarrollan en cada una de estas etapas<sup>48</sup> afectan los recursos naturales,

<sup>45</sup> Sobre este tema véase Martín Mateo, Ramón, *Tratado...*, p. 11.

<sup>46</sup> Internet, *Pesticides in Ground Water*, National Water Quality Assessment Pesticide National Synthesis Project. Internet [http://water.wr.usgs.gov/pnsp/gw/gw\\_10.html](http://water.wr.usgs.gov/pnsp/gw/gw_10.html)

<sup>47</sup> Sayal Bohórquez, Susana, *op. cit.*, p. 214.

<sup>48</sup> Susana Saval Bohórquez señala las actividades de las distintas fases de la industria petrolera que pueden tener algún efecto en el agua: 1) En la etapa de explotación terrestre se dan cambios en la dinámica del flujo de las aguas superficiales como consecuencia de los asentamientos irregulares que se instalan a las orillas de las vías de acceso, en virtud de que se generan aguas negras que también tienen impacto sobre los ecosistemas. Hay una mayor acumulación de desechos industriales y las posibilidades de derrame de crudo son mayores. 2) Para la instalación de tanques de almacenamiento, la industria de refinación necesita contar con grandes espacios ya que separan los productos del petróleo en diferentes fracciones de acuerdo con sus características químicas y usos. Estas actividades de proceso requieren de líneas de distribución para fluidos, vapores y gases y por lo tanto requieren de un alto consumo de agua de enfriamiento y hay vertimiento de aguas residuales que contienen compuestos tóxicos, sin contar con que las posibilidades de que haya fugas, derrames y explosiones, aumentan. 3) Al ser la industria petroquímica una industria de transformación, produce sustancias complejas muy diversas tales como: anhídrido carbónico, amoníaco, metanol, etileno, dicloroetano, polietileno, acetalehído, cloruro de vinilo, benceno, etcétera.

principalmente al agua, aire, suelo y biota<sup>49</sup>.

i) Contaminación térmica: es la descarga de desechos calientes en cuerpos de agua como consecuencia de centrales eléctricas, principalmente las de energía nuclear pero también industrias como las siderúrgicas, las textiles y las azucareras. Este tipo de contaminación provoca un desequilibrio en el ecosistema debido al cambio en la densidad del agua y por lo tanto en su concentración de oxígeno. Se genera una gran demanda de oxígeno y consecuentemente deterioro de la vida animal y vegetal acuífera. Además, se producen cambios de temperatura muy bruscos lo cual también afecta alterando el metabolismo de organismos.

Este tipo de contaminación se genera principalmente por descargas de agua de enfriamiento que utilizan las plantas generadoras de energía eléctrica.

### 3. Efectos ocasionados por la contaminación del agua

Son muchos los efectos producidos por la contaminación de las aguas, sobre todo los relacionados con la salud como consecuencia de la ingestión de aguas contaminadas por alteraciones biológicas de las aguas negras municipales ya que

la presencia de microorganismos provoca muchas enfermedades distintas, tanto epidémicas como endémicas<sup>50</sup>, e inclusive es una de las principales causas de mortalidad y morbilidad en los países en desarrollo. También las aguas residuales pueden ser muy peligrosas ya que contienen muchos contaminantes y al ser descargadas en cuerpos de agua, afectan tanto a la vida acuática de los mismos como el ser humano ya que llegan a éste a través de la cadena alimenticia.

Las aguas residuales que contienen mucha materia orgánica y flotante, al ser vertidas en cuerpos de agua, alteran la vida acuática por los cambios de flujo de las corrientes naturales, lo cual trae como consecuencia una alteración de los ecosistemas y por otro lado, la materia orgánica provoca que el oxígeno disuelto disminuya y esto a su vez, ocasiona la muerte de la flora y fauna acuáticas.

Los principales efectos que se producen por la contaminación del agua son los siguientes:

- 1) Agotamiento de recurso.
- 2) Creciente invasión de aguas salinas en los acuíferos.
- 3) Anegamientos y salinización<sup>51</sup>, acelerando la degradación de la

tierra, como consecuencia del exceso de riego.

4) Enfermedades graves en la salud humana.

5) Eutrofización provocada por el alto contenido de nutrientes en ríos y lagos, lo cual hace que aumenten los problemas y los costos de las instalaciones de tratamiento de agua que suministran agua potable.

6) Acidificación de los lagos de agua dulce que afecta al a vida acuática, viéndose muy afectada la acuicultura y la pesca.

7) Daños a la pesca cuando las aguas residuales municipales contaminadas se vierten directamente en cuerpos de agua ya que las sustancias arrojadas hacen que el oxígeno disuelto disminuya para consumirse en la oxidación química o bioquímica de las mismas.

8) Daños a la salud tanto de las personas como de los animales cuando las aguas residuales industriales que contienen sustancias tóxicas y que son utilizadas para beber o para riego.

Los ácidos por ejemplo, tienen un efecto corrosivo sobre tuberías y partes metálicas y perjudican el cemento. Otras sustancias

---

Dentro de las instalaciones existen muchos riesgos de fugas, derrames y explosiones, así como la descarga de aguas residuales muy contaminadas. Los compuestos que se manejan en el proceso de transformación son más tóxicos que los que se utilizan en la refinación, son considerados generalmente como residuos peligrosos y casi ninguno de ellos puede someterse a algún tratamiento. 4) Tanto la distribución de los productos, que se lleva a cabo a través de ductos y pipas, como el almacenamiento en tanques, constituye un riesgo alto en virtud de que existen posibilidades de fugas y derrames que pueden afectar al suelo y a los cuerpos de agua que se encuentren cercanos al sitio de trabajo. *Ibidem*, pp. 214-216.

<sup>49</sup> Biota significa "la totalidad de las formas vivientes de una determinada región o todos los organismos del planeta Tierra". Véase *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible...*, p. 658.

<sup>50</sup> "En medicina, este término se aplica a la enfermedad que prevalece habitualmente en una comarca. En ecología, una especie endémica es aquella que sólo se localiza en un determinado y delimitado territorio". *Ibidem*, p. 660.

<sup>51</sup> En la mayoría de los casos, la salinización de un suelo se debe a la acumulación en él de las sales contenidas en el agua que se utiliza para el riego del mismo. Sin embargo, también es necesario tomar en cuenta la tolerancia que las plantas que han de cultivarse tienen a la salinidad, así como las condiciones especiales del suelo en que se cultivan. "Agua, suelo y cultivos vienen a constituir así los elementos fundamentales del sistema en el que se produce el complejo fenómeno de la salinidad en la agricultura..." Sobre este tema véase Pérez Pérez, Emilio, *Estudios jurídicos sobre propiedad, aprovechamiento y gestión del agua*, Madrid, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 1993, pp. 115-127.

derivadas del benceno, son potencialmente cancerígenas y las sales de metales pesados impiden el proceso de los microorganismos de depuración además de ser muy tóxicas para los animales y plantas acuáticas.

Tanto en la ZMM como en el resto del país, el principal problema de salud son las enfermedades infecciosas gastrointestinales, principalmente en los niños a quienes les provocan diarrea aguda y en muchos casos, la muerte por deshidratación<sup>52</sup>.

La contaminación del agua por químicos tóxicos tiene efectos muy graves en la salud. Los químicos más preocupantes son los nitratos, los metales tóxicos y otros contaminantes inorgánicos volátiles y semivolátiles, pesticidas agrícolas, herbicidas y radioquímicos. Algunos de estos químicos pueden ocasionar una toxicidad aguda o crónica, otros pueden ser genotóxicos y tener efectos carcinogénicos, mutagénicos o teratogénicos<sup>53</sup>.

#### 4. El tratamiento de aguas contaminadas

Uno de los mecanismos más importantes de control de la contaminación del agua es el del tratamiento de las aguas residuales. La finalidad del

tratamiento de aguas contaminadas va a depender del momento en que éste se lleve a cabo, ya que si se hace previamente a su descarga en los cuerpos receptores, evitará la mayor parte de los daños. Cuando no se le da un tratamiento adecuado a las aguas contaminadas y éstas son descargadas posteriormente a los cuerpos de agua receptores<sup>54</sup>, las consecuencias pueden ser irreversibles. Es decir, "para lograr una buena calidad de agua es necesario mantener un adecuado control de las descargas hacia los cuerpos de agua receptores"<sup>55</sup>. Las técnicas para eliminar total o parcialmente la cantidad de contaminantes varían, según las características químicas y físicas del contaminante que hay que remover o minimizar.

Así, la doctrina<sup>56</sup> expone las distintas modalidades de tratamiento de aguas:

1) Pretratamiento: es una fase previa al tratamiento ya que retira aguas pluviales no contaminadas, arenas, aceites y objetos grandes y pequeños que podrían perturbar el proceso.

Su importancia se debe no sólo a la separación de sólidos sino que protege los equipos de la planta de tratamiento facilitando su funcionamiento.

Las principales operaciones para llevar a cabo este tipo de tratamiento son: el cribado, desarenado, trituración y separación de aceites.

2) Tratamiento primario: es la separación por medios físicos de las materias flotantes o en suspensión, mediante procedimientos específicos como la sedimentación, flotación, coagulación, floculación o neutralización.

Su finalidad principal es remover los sólidos suspendidos y sedimentables que no fueron removidos en el pretratamiento.

3) Tratamiento secundario: se lleva a cabo la depuración de las aguas por medio de un proceso bioquímico, en el que se utilizan bacterias que actúan sobre las partículas orgánicas coloidales o disueltas, absorbiéndolas, digiriéndolas u oxidándolas. Mediante este tratamiento se consigue hasta un 90% de pureza.

Con este tratamiento se logra eliminar materia orgánica, no eliminan metales pesados ni grasas, ni componentes químicos no degradables.

Las técnicas utilizadas pueden ser de tipo aerobio, con presencia de oxígeno, o anaerobio, en ausencia de oxígeno.

<sup>52</sup> Los parásitos protozoarios, como la *giardia* y la *entamoeba histolítica*, son agentes que causan la diarrea. La disentería amibiana, se trasmite bajo forma de quistes, generalmente a través de beber agua contaminada por heces. En el nivel normal de cloro casi no tiene efecto en la amiba enquistada. Hay otras especies patógenas que se cree se adquieren por la nariz al nadar, como lo son *naegleria fowleri* y *acantamoeba*, que pueden provocar desórdenes en el sistema nervioso central e incluso la muerte, especialmente en niños. Asimismo, hay virus entéricos que generalmente se ingieren en el agua no potable, que pueden provocar enfermedades respiratorias, gastrointestinales y del sistema nervioso central, así como la hepatitis infecciosa. Hay otras enfermedades causantes de diarrea como la bacteria del cólera, la *salmonella*, etcétera. La criptosporidiosis es una de las enfermedades más graves ya que puede causar infección en bajas concentraciones y es muy resistente a la desinfección que se utiliza en el agua potable. *Calidad del agua y problemas de salud*, Internet .../www.lanic.utexas.edu/la/México/water/ch5esp.html

<sup>53</sup> *Idem*.

<sup>54</sup> Un cuerpo de agua receptor es "toda masa de agua contenida en un volumen la cual es capaz de recibir alguna corriente externa", *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible...*, p. 659.

<sup>55</sup> Vogel Martínez, Enrique y Rivas Rodríguez, Erick, *op. cit.*, p. 406.

<sup>56</sup> Sobre este punto véase Martín Mateo, Ramón, *Tratado...*, p. 69. Para más ahondamiento, se recomienda véase Múgica Álvarez, Violeta y Figueroa Lara, Jesús, *op. cit.*, pp. 67-109.

4) Tratamiento terciario: se utilizan técnicas especiales muy avanzadas que consiguen hasta un 99% de purificación, sin embargo, ha sido

muy difícil implementar este tipo de tratamiento en virtud de que es altamente costosa la tecnología que se necesita.

Se caracterizan por no utilizar microorganismos durante el proceso de tratamiento, sino únicamente componentes químicos.

## RÉGIMEN JURÍDICO DE LAS AGUAS CONTINENTALES EN MÉXICO

### 1. Constitución Política

Son pocos los artículos de la Constitución Política mexicana que se refieren al tema de aguas. El artículo más importante es el 27 Constitucional que se refiere a la propiedad de las aguas. En el primer párrafo establece que la propiedad de las tierras y aguas que están comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde originariamente a la nación. Adicionalmente, el párrafo quinto de manera específica establece en qué casos se consideran las aguas propiedad de la nación.

... Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales, en la extensión y términos que fije el derecho internacional; las aguas marinas interiores; la de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; la de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; la de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquéllas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; las de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzados por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de

los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores, en la extensión que fije la ley.

Asimismo, el artículo 27 Constitucional establece algunas disposiciones que se refieren a los recursos naturales en general y que son aplicables al agua:

1) El derecho de la nación de transmitir el dominio de las aguas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.

2) El derecho de la nación de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público.

3) El derecho de la nación de regular el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, en beneficio social, con objeto de cuidar su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país, etcétera.

4) Que la nación dictará las medidas necesarias para ordenar las aguas.

5) Que además le corresponde a la nación, el dominio directo de:

- a) todos los recursos naturales de la plataforma continental;
- b) los zócalos submarinos de las islas;
- c) los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyan

depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria;

d) los yacimientos de piedras preciosas, de sal de gema y las salinas formadas directamente por las aguas marinas;

e) los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuando su explotación necesite trabajos subterráneos;

f) los yacimientos minerales u orgánicos de materias susceptibles de ser utilizadas como fertilizantes;

g) los combustibles minerales sólidos;

h) el petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos;

6) Otorga el derecho al dueño de un terreno de apropiarse de las aguas del subsuelo y de alumbrarlas libremente mediante obras artificiales, pero le reserva al Ejecutivo Federal el derecho a reglamentar su extracción y utilización y a establecer zonas vedadas cuando así lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos.

7) Las aguas no incluidas se considerarán como parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran o en los que se encuentren sus depósitos, salvo cuando estén localizadas en dos o más predios, en que el aprovechamiento se considerará de utilidad pública y estará sujeto a lo que las

disposiciones de los Estados establezcan.

El párrafo sexto del artículo 27 Constitucional señala que el dominio de la nación sobre las aguas es inalienable e imprescriptible y establece que el uso o aprovechamiento de los recursos por parte de los particulares será únicamente mediante concesiones que otorgue el Ejecutivo Federal y de acuerdo a las condiciones y a las reglas que dicten las leyes.

Algunos de estos supuestos se refieren a recursos del mar, lo cual no es objeto de estudio en el presente trabajo, sino únicamente lo relativo a las aguas continentales.

Se puede desprender de lo anterior, que el titular de las aguas continentales es por regla general, la nación y por lo tanto le son aplicables las disposiciones que el artículo 27 Constitucional establece en relación con la posibilidad de constituir la propiedad privada por una parte, y de que el Estado pueda imponerle las modalidades que considere necesarias en aras del interés público.

En este sentido, Viesca apunta que la Constitución precisa que

*las aguas nacionales son bienes del dominio público y que como tales son inalienables e imprescriptibles; es decir, que se encuentran fuera del comercio y que para que los*

*particulares puedan acceder a su explotación, uso o aprovechamiento, requieren que la autoridad mediante la figura jurídica de la concesión se los permita, con el correspondiente instrumento jurídico denominado Título de Concesión... En razón de ello, al establecer la propiedad de la nación sobre las aguas del país y al considerarlas bienes del dominio público como elemento fundamental de la regulación y reglamentación de las aguas nacionales, concilia así el interés público con el privado<sup>1</sup>.*

El artículo 73 en su fracción XVII establece la facultad del Congreso para expedir leyes sobre el uso y aprovechamiento de las aguas de jurisdicción federal.

Es importante resaltar que mientras que este artículo se refiere a las aguas de jurisdicción federal, el artículo 27 Constitucional nos dice cuáles son las aguas que son propiedad de la nación. En este sentido no queda duda si debemos entender que quien ejerce jurisdicción sobre las aguas propiedad de la nación es la Federación; es decir, si las aguas de jurisdicción federal son aquellas que enumera el artículo 27 Constitucional.

Consideramos que es esa la interpretación que debe hacerse ya que son las únicas disposiciones que tratan esta materia.

Siguiendo el análisis de Tena Ramírez<sup>2</sup> sobre quién es el titular del dominio originario al que se refiere el primer párrafo del artículo 27 Constitucional, podemos ver que esto coincide. Tena Ramírez

señala que el término "nación" no debe confundirse o reemplazarse con el de "Estado" o "Federación" o "gobierno federal" ya que en su opinión, existe un orden total o nacional que es distinto a los órdenes central y locales por lo que en este sentido, el territorio nacional no pertenece ni a la Federación ni a los estados miembros, sino a la nación que generalmente es representada por el gobierno federal.

Asimismo, señala que mientras que los estados miembros ejercen dentro del territorio de su jurisdicción un *imperium* sobre las personas, la nación en cambio ejerce un *dominium* sobre el territorio. "A menos de fraccionar el *dominium*, eso que la Constitución llama la propiedad originaria de la nación, hemos de convenir en que los Estados-miembros no gozan sino del *imperium* sobre las personas que se encuentran dentro de los límites de su demarcación"<sup>3</sup>.

Queda entonces claro que la facultad del Congreso contenida en la fracción XVII del artículo 73 Constitucional para expedir leyes sobre el uso y el aprovechamiento de las aguas, se refiere a las aguas que señala el artículo 27 Constitucional ya que al ser éstas propiedad de la nación, son de jurisdicción federal<sup>4</sup>.

González Márquez<sup>5</sup> hace un análisis sobre la distribución de

<sup>1</sup> Viesca, Eduardo, "La nueva legislación en materia de aguas", *Nueva legislación de tierras, aguas y bosques*, México, FCE, p. 104.

<sup>2</sup> Cfr. Tena Ramírez, Felipe, *Derecho constitucional mexicano*, México, Porrúa, 1994, pp. 18-21.

<sup>3</sup> *Ibidem*, p. 190.

<sup>4</sup> Así lo ha señalado la doctrina al observar que: "Si bien es cierto que la propiedad de las aguas corresponde originariamente a la nación, cabe señalar que según lo dispone el artículo 27 Constitucional en lo que establecen el artículo 115 de la propia Carta Magna y la Ley de Aguas Nacionales, las entidades federativas pueden legislar en materia de aguas de propiedad privada que abarquen más de un predio y en materia de uso y aprovechamiento de las aguas asignadas por la nación, incluyendo las residuales, desde el punto de su extracción o de su entrega por la Comisión Nacional del Agua hasta su descarga en cuerpos receptores que sean bienes nacionales: agua potable alcantarillado y, preservación y restauración del equilibrio ecológico en dichas aguas". González Márquez, José Juan, *nuevo derecho ambiental mexicano*, México, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, 1997, p. 110.

<sup>5</sup> *Ibidem*, pp. 108-114.

competencias en materia ambiental y sobre este tema llega a la conclusión de que si bien los municipios no pueden legislar ya que lo que la Constitución les concede en el artículo 115 es la facultad de gestión de determinados servicios, entre ellos, el agua potable y alcantarillado, los congresos locales pueden facultar a los municipios para tales efectos, con base en la fracción II del artículo 115 Constitucional.

## 2. Ley de Aguas Nacionales

La LAN fue publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 1 de diciembre de 1992 y sustituyó a la Ley Federal de Aguas con el fin de contar con una nueva legislación en materia de aguas que fuera acorde con la nueva Ley Agraria y las reformas al artículo 27 Constitucional, y que además "indujera al uso eficiente del vital líquido y que propiciara una conservación en su cantidad y calidad, y que, en general, permitiera su mejor administración para el logro de un desarrollo integral sustentable"<sup>6</sup>.

El objeto de la ley, de conformidad con el artículo 1 de la misma, es el de "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".

Esta ley regula las aguas nacionales a que se refiere el

artículo 27 Constitucional. El reglamento de la LAN define en su artículo 2, lo que se deberá entender por aguas continentales: "I. Aguas continentales: Las aguas nacionales, superficiales o del subsuelo en la parte continental del territorio nacional".

El título séptimo de la LAN se denomina *prevención y control de la contaminación de las aguas*. Es importante mencionar que este es un tema completamente nuevo ya que la ley anterior no incluía ninguna disposición al respecto.

El capítulo destinado a la protección de la contaminación del agua se refiere a ésta en cuanto a su calidad, como lo señala el artículo 85 de la misma. Es decir que su fin no es la protección de los recursos acuáticos ya que de esto se ocupa la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Sin embargo, lo hace indirectamente como uno de los instrumentos para lograr su protección ya que la calidad del agua es fundamental para ello.

### A. Autoridades competentes

De acuerdo con la LAN, la autoridad encargada de todo lo relacionado con la preservación, conservación y mejoramiento de la calidad del agua es la Comisión Nacional del Agua, órgano desconcentrado de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

El artículo 87 es de gran importancia en virtud de que establece que la CNA, expedirá declaratorias en las cuales se contendrán parámetros muy importantes que variarán dependiendo de cada industria, que deberán publicarse en el *Diario Oficial de la Federación*.

La CNA será la autoridad que expida a favor de los particulares el permiso para descargar aguas residuales en cuerpos receptores<sup>7</sup> que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo las aguas marinas u otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos.

El artículo 88 le otorga la facultad a los municipios de controlar las descargas de aguas residuales que van a los sistemas de drenaje o alcantarillado en los centros de población<sup>8</sup>.

### B. Permisos de descargas de aguas residuales

1) Los permisos serán expedidos por la CNA, tomando en cuenta la clasificación de los cuerpos de aguas nacionales. Las normas oficiales mexicanas y las condiciones particulares que deba cumplir la descarga (artículo 89 LAN).

2) El artículo 90 contempla la positiva ficta para el otorgamiento de permisos. Establece que si la comisión no contesta la solicitud de permiso en un plazo de 60 días

<sup>6</sup> Viesca, Eduardo, *op. cit.*, p. 104.

<sup>7</sup> El Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, en la fracción VII de su artículo 2 define "cuerpo receptor" como "la corriente o depósito natural de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales en donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas, cuando puedan contaminar el suelo o los acuíferos".

<sup>8</sup> No nos queda claro cuál es el alcance de esta disposición, es decir, en qué consiste la facultad de los municipios ya que la palabra "controlar" no dice suficiente respecto de lo que puede hacer la autoridad.

Según el diccionario Larousse, controlar significa revisar, examinar; tener bajo su dominio; dirigir. "La voz control, de reciente aceptación por el Diccionario de la Academia de la Lengua, procede del francés *-controlé-* y significa inspección, fiscalización, intervención; dominio, mando, preponderancia... control implica, en efecto, predominio de una persona o de un grupo sobre otros, y en consecuencia la subordinación y el acatamiento por parte de otra u otras personas". Siguiendo este orden de ideas, el municipio podría revisar, examinar, fiscalizar, intervenir y tener dominio y mando sobre las descargas residuales que van a los sistemas de drenaje o alcantarillado de los centros de población.

Barrera Graf; Jorge, voz "control", *Diccionario Jurídico Mexicano*, 5a. ed., México, UNAM-Porrúa, 1994, t. 1, p. 729.

hábiles a partir de la admisión de la solicitud, el solicitante podrá realizar las descargas siempre y cuando:

- a) esté debidamente integrado el expediente, y
- b) las descargas las realice en los términos solicitados.

Consideramos que el hecho de que esta disposición establezca como requisito para la negativa ficta que el expediente esté debidamente integrado, es contradictorio ya que si la autoridad no contesta, el solicitante no tiene forma de saber que faltó alguna información; es decir que si el expediente no está integrado la autoridad tiene en todo caso la obligación de informar esto al solicitante o negar el otorgamiento del permiso, debidamente fundado y motivado. Si la autoridad no contesta en el lapso, el particular entenderá que el expediente está completo y que tiene permiso para descargar.

Independientemente de lo anterior, es cuestionable si conviene realmente tener una positiva ficta porque puede suceder que la autoridad no responda en el tiempo señalado a una solicitud de una industria química o cualquier otra, cuyas descargas contengan sustancias dañinas para la salud, que requieran de un tratamiento especial antes de ser descargadas.

Aun cuando el mismo artículo señala que la CNA en cualquier momento podrá expedir el permiso de descarga y el permisionario deberá sujetarse a él, consideramos que no da la suficiente certidumbre jurídica a los solicitantes de permisos por un lado, y a la población en general, por los daños que puedan sufrir.

Surge el cuestionamiento de si podría imputársele alguna

responsabilidad administrativa a la CNA, aun cuando la ley permite este silencio por su parte. Consideramos que sí podría imputársele una responsabilidad administrativa a la CNA en virtud de que su obligación es vigilar que las aguas residuales cumplan ciertas condiciones y vigilar que el agua suministrada para consumo humano tenga cierta calidad así como evitar que las aguas residuales contaminen las aguas superficiales o el subsuelo, entre otras.

3) El último párrafo del artículo 90 establece la obligación a cargo de la CNA de negar el permiso cuando considere que las descargas de aguas residuales afecten o puedan afectar fuentes de abastecimiento de agua potable o a la salud pública, y deberá comunicárselo a la autoridad competente.

Suponemos que la autoridad competente a la que se refiere este artículo es la Secretaría de Salud, pero no lo dice expresamente.

#### C. Sanciones

La LAN prevé sanciones por incumplimiento a las disposiciones de la misma, dentro de las cuales están las siguientes:

1) La suspensión de la actividades que den origen a las descargas de aguas residuales y establece expresamente en qué casos procederá esta suspensión (artículo 92).

2) La revocación del permiso de descarga de aguas residuales, por las causas determinadas en la misma ley (artículo 93).

3) Es importante resaltar que el artículo 92 contempla la responsabilidad civil, penal o

administrativa. Esta disposición a la letra señala:

La suspensión será sin perjuicio de la responsabilidad civil, penal o administrativa en que se hubiera podido incurrir.

Sin perjuicio de lo anterior, cuando exista riesgo de daño o peligro para la población o los ecosistemas, la Comisión a solicitud de la autoridad competente podrá realizar las acciones y obras necesarias para evitarlo, con cargo a quien resulte responsable.

En relación con el segundo párrafo, si bien su finalidad es importante porque tiene un sentido preventivo, no es suficiente ya que en primer lugar es necesario establecer un parámetro para determinar cuándo hay un riesgo o peligro de daño; en segundo lugar, no queda claro quién es la autoridad competente para solicitarle a la CNA que lleve a cabo acciones para evitar el daño; y en tercer lugar, cuando señala "con cargo a quien resulte responsable" se refiere necesariamente al caso en que ya se causó el daño y por lo tanto no se logró evitar.

No obstante lo anterior, consideramos de gran importancia que la LAN tome en cuenta el régimen de la responsabilidad civil como un instrumento para la protección de las aguas.

#### D. Obligaciones a cargo de los particulares

El R.LAN establece en su artículo 134 la obligación a cargo de las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y

mantener el equilibrio de los ecosistemas.

Dentro de las obligaciones que el reglamento impone a cargo de aquellas personas físicas o morales que descarguen aguas residuales a los cuerpos receptores, están las siguientes:

- 1) Contar con el permiso de descarga de aguas residuales, o en su caso, presentar el aviso a que se refiere la ley;
- 2) Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores;
- 3) Informar a la CNA tanto de cualquier cambio en sus procesos que representen modificaciones en las características o en los volúmenes de las aguas residuales, así como de los contaminantes presentes en las aguas residuales que generen por causa del proceso industrial o del servicio que operen;
- 4) Llevar un monitoreo de la calidad de las aguas residuales que descarguen o infiltren en los términos de la ley y de las disposiciones reglamentarias;

Estas obligaciones son las que consideramos más importantes de cuyo incumplimiento pudiera surgir alguna responsabilidad civil.

#### *E. Disposiciones referentes a la responsabilidad*

No obstante que ya mencionamos algunos de los supuestos de la LAN y su reglamento que pueden dar origen a una responsabilidad por su incumplimiento y por los daños que ocasionen, hay otras

disposiciones que de manera expresa se refieren a la responsabilidad así como a su reparación:

1) El artículo 137 del R.LAN establece de manera expresa la responsabilidad de los usuarios del agua y de todos los concesionarios de cumplir con las normas oficiales mexicanas y con las demás condiciones particulares de descarga<sup>9</sup> para la prevención y el control de la contaminación que pueda resultar del manejo y de la aplicación de sustancias que puedan contaminar la calidad de las aguas nacionales y los cuerpos receptores. Aun cuando este artículo se refiere a la responsabilidad por la contaminación que en un momento se pueda ocasionar, no es una disposición muy clara puesto que da a entender que el término de responsabilidad pudiera estar utilizado con el significado de la obligación del cumplimiento de la legislación.

2) El artículo que regula de manera más clara la responsabilidad es el artículo 146 del R.LAN, que se refiere a la responsabilidad solidaria que existe por parte de las personas físicas o morales que contraten o utilicen los servicios de empresas cuya actividad sea el tratamiento de aguas residuales. La responsabilidad solidaria contenida en este artículo es respecto del cumplimiento de la LAN y su reglamento en materia de prevención y control de la contaminación, por lo que se desprende que en caso de que se produzcan daños como consecuencia de dicho incumplimiento y contaminación,

serán solidariamente responsables en ese sentido.

Sin embargo, no es tan clara esta interpretación en virtud de que en un momento dado se podría argumentar que dicha responsabilidad es únicamente en lo que al incumplimiento de las disposiciones se refiere y por lo tanto, sería respecto de las sanciones administrativas que la legislación prevé.

3) Por su parte, el artículo 149 se refiere a la obligación de llevar a cabo las labores de remoción y limpieza del contaminante de los cuerpos receptores que sean afectados por una descarga que haya sido efectuada en forma fortuita, a cargo de quien haya sido responsable de la misma. El responsable deberá dar aviso a la CNA otorgando información concreta para que se adopten las medidas necesarias, de lo contrario, los daños que se ocasionen serán determinados y cuantificados por la CNA a cargo de los responsables.

4) También especifica que la determinación y cobro del daño causado sobre las aguas y los bienes nacionales procederá independientemente de que la CNA y otras autoridades competentes apliquen las sanciones correspondientes.

5) El artículo 150 del R.LAN se refiere a las medidas preventivas y de control para evitar la contaminación de las aguas superficiales o del subsuelo por materiales y residuos peligrosos. Establece que en el caso de que el vertido o infiltración de dichos

<sup>9</sup> El artículo 2 del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, define en su fracción IV lo que debe entenderse por "condiciones particulares de descarga": "El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus niveles máximos permitidos en las descargas de agua residual, determinados por la Comisión para un usuario, para un determinado uso o grupo de usuarios o para un cuerpo receptor específico, con el fin de preservar y controlar la calidad de las aguas conforme a la Ley y este Reglamento".

materiales y residuos peligrosos contaminen dichas aguas, la CNA determinará las medidas correctivas que las personas físicas o morales responsables deban llevar a cabo.

6) El tercer párrafo del mismo artículo 150 de la LAN, establece la determinación y cuantificación del daño causado, lo cual lo hará la CNA, misma que lo notificará a los responsables.

También establece que el pago del daño causado se hará independientemente de que la CNA y demás autoridades apliquen sanciones conforme a la ley.

7) Finalmente, el artículo 155 del R.LAN hace referencia a la restauración en su fracción IV al establecer que es atribución de la CNA el promover y realizar las acciones y medidas necesarias para rehabilitar o restaurar los humedales, así como para fijar un entorno natural o perímetro de protección de la zona de humedad, a efecto de preservar las condiciones hidrológicas y el ecosistema.

Otro punto importante que hay que resaltar es que estas disposiciones están relacionadas estrechamente con la Ley Federal de Derechos, que establece el derecho federal por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales, con el fin de evitar a través de incentivos fiscales, que se contaminen dichos bienes, estimulando a los usuarios a que descarguen aguas de buena calidad<sup>10</sup>.

Consideramos que la legislación de aguas representa un gran avance respecto de la ley anterior en virtud de que regula el control de la contaminación del agua y

contempla disposiciones de responsabilidad a cargo de aquellas personas que puedan afectar a su calidad, sobre todo en el caso de las descargas de aguas residuales. Sin embargo, el régimen no es suficiente para afrontar los problemas que se presentan con la contaminación del agua y la reparación de los daños ocasionados por la misma.

### 3. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La LGEEPA trata en forma conjunta la protección de las aguas continentales y de las aguas marinas y regula tanto el aprovechamiento racional del agua y de los ecosistemas acuáticos, en el capítulo I del título tercero; como la prevención y control de la contaminación del agua y de los ecosistemas acuáticos, en el capítulo III del título cuarto.

En el presente estudio nos ocuparemos únicamente de lo relativo a la prevención y control de la contaminación, principalmente a la proveniente de las aguas residuales.

#### A. Competencia en materia de contaminación del agua

Es importante señalar que la LGEEPA establece en el capítulo II del título primero, la distribución de competencias para la aplicación de la legislación federal en materia de aguas:

1) El artículo 5 señala que le corresponde a la Federación la regulación del aprovechamiento sustentable de las aguas nacionales y sus recursos.

2) La fracción VIII del artículo 7 establece que le corresponderá a los estados la regulación del

aprovechamiento sustentable y la prevención y control de la contaminación de las aguas de jurisdicción estatal y de las aguas nacionales que les hayan sido asignadas.

3) En cuanto a la competencia de los estados y municipios, el artículo 119 bis señala cuáles son sus facultades, conforme a la distribución de competencias establecidas en esta ley y en sus leyes locales.

Las facultades que este artículo contempla son las siguientes:

a) El control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado.

Vemos que esta facultad coincide con lo dispuesto por la LAN en su artículo 88.

b) La vigilancia de las normas oficiales mexicanas correspondientes, así como requerir a quienes generen descargas a dichos sistemas y no cumplan con éstas, la instalación de sistemas de tratamiento.

c) Determinar el monto de los derechos correspondientes para que el municipio o autoridad estatal pueda llevar a cabo el tratamiento necesario, y en su caso, proceder a la imposición de las sanciones a que haya lugar.

d) Llevar y actualizar el registro de las descargas a los sistemas de drenaje y alcantarillado que administren, el que será integrado al registro nacional de descargas a cargo de la Secretaría.

#### B. Criterios

Dentro de los criterios que se señalan para la prevención y

<sup>10</sup> Cfr. Viesca, Eduardo, *op. cit.*, p. 121.

control de la contaminación del agua se considera que la responsabilidad del tratamiento de las descargas de agua en actividades productivas que pueden producir contaminación, deriva de ese aprovechamiento y es necesario que se haga para que se pueda utilizar en otras actividades y se mantenga el equilibrio de los ecosistemas.

La ley establece, entre otras cosas, una política que procura incrementar la disponibilidad del agua, a través del tratamiento de las aguas residuales para su reuso en otras actividades, pero que también procura evitar desequilibrios ecológicos. La responsabilidad que en este sentido le cabe a la sociedad, se subraya en la Ley en forma hasta reiterativa<sup>11</sup>.

La LGEEPA establece en su artículo 118 que los criterios para prevenir y controlar la contaminación del agua serán: la expedición de normas oficiales mexicanas, convenios que celebre el Ejecutivo Federal, el establecimiento de zonas reglamentadas, de veda o de reserva, las concesiones, asignaciones y permisos y autorizaciones, todas ellas tendientes a regular el tratamiento y disposición de aguas residuales en otros cuerpos receptores.

#### C. Descargas de aguas residuales

La LGEEPA también considera a las descargas de aguas residuales como una de las principales fuentes de contaminación del agua.

Las disposiciones relativas a la prevención y control de la contaminación del agua por aguas residuales se refieren principalmente a lo siguiente:

1) La prohibición de descargar o infiltrar aguas residuales que

contengan contaminantes, sin que hayan sido objeto del tratamiento adecuado y que obtengan las autorizaciones o permisos ya sea de la autoridad federal o de la local, cuando se trate de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado (artículo 121).

Es decir que para poder descargar o infiltrar aguas residuales es necesario en primer lugar, que las aguas sean tratadas previamente y en segundo, que se haya obtenido el permiso o autorización por parte de la autoridad correspondiente para hacerlo. Esto corresponde a la Comisión Nacional del Agua, de conformidad con la LAN como lo vimos en el apartado anterior.

2) La obligación de que las aguas residuales provenientes de usos públicos urbanos, industriales o agropecuarios deben reunir determinadas condiciones antes de ser descargadas, con el fin de evitar la contaminación de los cuerpos receptores, impedir interferencias en los procesos de depuración de las aguas y trastornos o alteraciones en los aprovechamientos y en la capacidad hidráulica de cuencas, mantos acuíferos, etcétera (artículo 122).

3) La obligación de que las descargas cumplan con las normas oficiales mexicanas que para cada caso se expidan.

La LGEEPA también contempla la posibilidad de reutilizar aguas residuales para la industria y la agricultura después de llevar a cabo un tratamiento específico.

El artículo 133 de la LGEEPA contempla la participación

conjunta de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca y la Secretaría de Salud para realizar un monitoreo de la calidad de las aguas.

Cabe mencionar que la LGEEPA se refiere a la LAN pero en ningún momento menciona a la CNA, lo cual nos deja muchas dudas en virtud de que hay algunas gestiones respecto de las cuales que no nos queda claro quién es la autoridad competente.

#### 4. Ley General de Salud

La Ley General de Salud<sup>12</sup> contiene muy pocas disposiciones sobre la contaminación del agua.

El artículo 118 establece la facultad de la Secretaría de Salud para establecer criterios sanitarios que fijen las condiciones de descarga, tratamiento y uso de aguas residuales o para la elaboración de normas técnicas ecológicas sobre esta materia.

La LGS establece en su artículo 122 la prohibición de descarga de:

a) aguas residuales cuando no se haya realizado el tratamiento que cumpla con los criterios sanitarios que la Secretaría de Salud emita.

b) residuos peligrosos que conlleven riesgos a cuerpos de agua que se destinen para uso o consumo humano.

El artículo 457 de la LGS establece que se sancionará penalmente "al que por cualquier medio contamine un cuerpo de agua, superficial o subterránea, cuyas aguas se destinen para uso o consumo humano, con riesgo para la salud de las personas".

<sup>11</sup> Brañes, Raúl, *op. cit.*, p. 346.

<sup>12</sup> Publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 7 de febrero de 1984.

Es claro que la función de la Secretaría de Salud en la protección del ambiente es estrictamente en relación con la salud humana.

#### 5. Normas oficiales mexicanas

De acuerdo con la LAN y con la LGEEPA las descargas de aguas residuales deberán cumplir con las condiciones que en cada caso señalen las normas oficiales mexicanas.

Se han expedido diversas normas que establecen límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos de agua, según la industria de la que provengan.

Sin embargo, la NOM-001-ECOL-1996, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 11 de diciembre de 1996 abrogó 43 normas que se referían a descargas de aguas residuales provenientes de industrias específicas.

Según la propia norma, su objetivo es establecer los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos.

La norma se refiere principalmente a cuestiones técnicas. Sin embargo, establece ciertas obligaciones a cargo de los responsables de las descargas de aguas residuales, municipales y no municipales, de las cuales las más importantes son:

1) Aquellas descargas cuya concentración de contaminantes rebasen los máximos permisibles señalados en esta norma, deberán presentar un programa de las acciones y obras a realizar para el

control de la calidad del agua de sus descargas a la Comisión Nacional del Agua, en un plazo no mayor de 180 días naturales a partir de la fecha de publicación en el *Diario Oficial de la Federación* de la norma (punto 4.7).

Establece que esto será sin perjuicio del pago de los derechos a que se refiere la Ley Federal de Derechos y a las multas y sanciones que establecen las leyes y reglamentos en la materia.

2) Realizar un monitoreo de las descargas de aguas residuales para determinar el promedio diario y mensual, mismo que deberá mantenerse para su consulta por un periodo de 3 años posteriores a su realización (punto 4.8).

3) Cuando se presenten aguas pluviales en los sistemas de drenaje y alcantarillado combinado, tiene la obligación de operar su planta de tratamiento y cumplir con los límites permisibles de la norma o con sus condiciones particulares de descarga, y podrá a través de una obra de desvío derivar el caudal excedente, con la obligación de reportar a la CNA el caudal derivado (punto 4.11).

4) Cuando como consecuencia de implementar un programa de uso eficiente y/o reciclaje del agua en sus procesos productivos, concentre los contaminantes en su descarga, y en consecuencia rebase los límites máximos permisibles establecidos en la presente norma, deberá solicitar ante la CNA se analice su caso particular, a fin de que ésta le fije condiciones particulares de descarga (punto 4.12).

Asimismo, el punto 6 de la norma establece que la CNA llevará a

cabo muestreos y análisis de las descargas de aguas residuales, de manera periódica o aleatoria, con objeto de verificar el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos para los parámetros en la norma oficial mexicana.

A continuación enlistamos las normas oficiales mexicanas referentes a la contaminación del agua que actualmente están vigentes, así como los proyectos que han sido publicados en el *Diario Oficial de la Federación*<sup>13</sup>:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA

#### NORMAS APROBADAS

NOM-001-ECOL-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales (D.O.F. 06/01/97). Aclaración (D.O.F. 30/04/97).

NOM-003-CNA-1996. Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos (D.O.F. 03/02/97).

NOM-031-ECOL-1993. Que establece los límites máximos permisibles de contaminación en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal (D.O.F. 18/10/93).

#### PROYECTOS DE NORMAS

Proyecto de NOM-003-ECPÑ-1997. Que establece los límites máximos permisibles de

<sup>13</sup> Esta información fue proporcionada por DATALEX.

contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público (*D.O.F.* 14/01/98).

Proyecto de NOM-088-ECOL-1994. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de terminales de almacenamiento y distribución de petróleo y sus derivados (*D.O.F.* 20/09/94).

Proyecto de NOM-089-ECOL-1994. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de las actividades de cultivo agrícola (*D.O.F.* 20/09/94).

#### SECRETARÍA DE SALUD

NOM-012-SSA1-1993. Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados (*D.O.F.* 12/08/94).

NOM-013-SSA1-1993. Requisitos sanitarios que debe cumplir la cisterna de un vehículo para el transporte y distribución de agua para uso y consumo humano (*D.O.F.* 12/08/94).

NOM-014-SSA1-1993. Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados (*D.O.F.* 12/08/94).

NOM-117-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por absorción atómica (*D.O.F.* 16/08/95).

NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano -límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización (*D.O.F.* 18/01/96).

NOM-003-CNA-1996. Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos (*D.O.F.* 03/02/97).