

01126
19



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Aguas Residuales Industriales.

Estudio de Viabilidad del Certificado de
Calidad del Agua en Querétaro

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
Ingeniero Mecánico Electricista,
Área Industrial.

P R E S E N T A :

Carlos Felipe Diez Martínez Day



DIRECTOR DE TESIS: Dr. Jesús Manuel Dorador González

Ciudad Universitaria

2003

A

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a las dos mujeres de mi vida, a mi Madre y a mi Esposa, a mi Padre – quien, por trabajar con plaguicidas, pagó con su vida, el no vivir en armonía con su medio, al librar una guerra injusta que no tiene vencedores y sí, vencidos y a mis muchos Hermanos, Familiares y Amigos que, mucho contribuyeron a su conclusión.

Pero por sobre todos, lo dedico a todos los niños y seres vivientes de nuestra tierra, porque son ellos los que tienen que sufrir las consecuencias del desastre ecológico que les hemos heredado, y que remediar el problema que con toda nuestra tecnología no pudimos resolver.

Carlos Felipe Diez Martínez Day

| | | |
|--------|---|------|
| 1. | Antecedentes..... | 1-1 |
| 1.1. | Introducción..... | 1-1 |
| 1.1.1. | El Agua en México..... | 1-1 |
| 1.1.2. | Descripción del trabajo..... | 1-6 |
| 1.1.3. | Secuencia de Desarrollo..... | 1-7 |
| 1.1.4. | Motivación..... | 1-9 |
| 1.1.5. | Agradecimientos..... | 1-11 |
| 1.2. | Objetivos..... | 1-12 |
| 1.2.1. | Objetivos Generales..... | 1-12 |
| 1.2.2. | Objetivos Específicos..... | 1-12 |
| 1.2.3. | Alcance..... | 1-12 |
| 1.3. | Metodología..... | 1-14 |
| 1.3.1. | Hipótesis..... | 1-14 |
| 1.3.2. | Aproximaciones al problema..... | 1-16 |
| 1.3.3. | Desarrollo del Estudio en otras Entidades Federativas..... | 1-21 |
| 1.3.4. | Aplicación del Estudio en Proyectos de Inversión en Infraestructura de Tratamiento..... | 1-24 |
| 2. | El Manejo Apropriado del Agua..... | 2-1 |
| 2.1. | Aspectos Técnicos..... | 2-2 |
| 2.1.1. | Tratamientos..... | 2-3 |
| 2.1.2. | Contaminantes..... | 2-29 |
| 2.1.3. | Diseño y Operación de plantas de tratamiento..... | 2-46 |
| 2.2. | Aspectos Económicos..... | 2-59 |
| 2.2.1. | Economía del Agua..... | 2-60 |
| 2.2.2. | Indicadores Ambientales..... | 2-62 |
| 2.2.3. | ¿CU-Itura ambient-AL?..... | 2-66 |
| 2.3. | Aspectos Legales..... | 2-72 |
| 2.3.1. | Marco legal..... | 2-73 |
| 2.3.2. | Análisis de la legislación relativa a las descargas de aguas residuales..... | 2-82 |
| 2.3.3. | Sumario Legal..... | 2-90 |
| 2.3.4. | Artículos Clave de la Ley Federal de Derechos..... | 2-96 |
| 2.4. | Certificado de Calidad del Agua..... | 2-96 |
| 2.4.1. | Artículo 224..... | 2-96 |
| 3. | Síntesis del Programa Hidráulico 2000-2025 de Querétaro..... | 3-1 |
| 3.1. | Antecedentes..... | 3-2 |
| 3.1.1. | Geográficos..... | 3-2 |
| 3.1.2. | Sociodemográficos..... | 3-13 |
| 3.1.3. | Económicos..... | 3-17 |
| 3.2. | Infraestructura..... | 3-21 |
| 3.2.1. | Recursos superficiales..... | 3-22 |
| 3.2.2. | Recursos subterráneos..... | 3-24 |
| 3.2.3. | Balance integral..... | 3-29 |
| 3.3. | Usos del Agua..... | 3-31 |
| 3.3.1. | Agua potable..... | 3-31 |
| 3.3.2. | Agrícola y pecuario..... | 3-39 |
| 3.3.3. | Industrial..... | 3-42 |
| 3.3.4. | Generación de energía eléctrica..... | 3-43 |
| 3.3.5. | Acuacultura y pesca..... | 3-44 |
| 3.3.6. | Recreación y turismo..... | 3-44 |
| 3.3.7. | Medio natural..... | 3-45 |
| 3.4. | Calidad del agua e impacto ambiental..... | 3-45 |
| 3.4.1. | Contaminación por descargas de centros de población o asentamientos humanos..... | 3-45 |
| 3.4.2. | Contaminación de fuentes no puntuales..... | 3-47 |

| | |
|--|------|
| 3.4.3. Dispersión en el suelo y en el agua..... | 3-48 |
| 3.4.4. Problemas de Salud..... | 3-48 |
| 3.4.5. Efectos en el medio natural..... | 3-50 |
| 3.4.6. Ley General de Salud..... | 3-51 |
| 3.4.7. Reuso del agua residual..... | 3-51 |
| 4. Administración del Agua en Querétaro..... | 4-1 |
| 4.1. Infraestructura industrial de Querétaro..... | 4-1 |
| 4.2. Sistemas de Información..... | 4-5 |
| 4.2.1. REPGA..... | 4-6 |
| 4.2.2. REDAGUA..... | 4-10 |
| 4.2.3. SACDAR..... | 4-13 |
| 4.3. Perfil de Contaminantes..... | 4-21 |
| 4.3.1. Características Generales..... | 4-22 |
| 4.3.2. Contaminantes Básicos..... | 4-25 |
| 4.3.3. Metales Pesados y Cianuros..... | 4-35 |
| 4.4. Análisis Comparativo de Parámetros..... | 4-45 |
| 4.5. Estudio de Casos..... | 4-49 |
| 4.5.1. Subsector 1.1.- Actividades Agropecuarias..... | 4-49 |
| 4.5.2. Subsector 3.1.- Industria de Alimentos, Bebidas y Tabaco..... | 4-51 |
| 4.5.3. Subsector 3.2.- Producción de papel, Imprenta, e Industria Editorial..... | 4-53 |
| 4.5.4. Subsector 3.4.- Industria textil y de prendas de vestir..... | 4-55 |
| 4.5.5. Subsector 3.5.- Industria Química..... | 4-57 |
| 4.5.6. Subsector 3.8.- Industria Metalmeccánica..... | 4-58 |
| 4.5.7. Subsector 3.9.- Otras Industrias y organizaciones..... | 4-60 |
| 4.5.8. Subsector 4.2.- Organismos operadores de Agua Potable y alcantarillado..... | 4-61 |
| 4.5.9. Subsector 8.2.- Servicios inmobiliarios..... | 4-63 |
| 5. Perspectivas 2000-2025 y viabilidad del CCA..... | 5-1 |
| 5.1. Análisis de Proyecciones..... | 5-2 |
| 5.1.1. Proyección de la población..... | 5-2 |
| 5.1.2. Proyección de los requerimientos de agua..... | 5-8 |
| 5.1.3. Proyección de la demanda hidroagícola..... | 5-10 |
| 5.1.4. Proyección de la demanda de otros usos..... | 5-15 |
| 5.1.5. Proyección de las descargas de aguas residuales..... | 5-17 |
| 5.2. Análisis de Escenarios..... | 5-19 |
| 5.2.1. Elaboración de escenarios..... | 5-19 |
| 5.2.2. Evaluación y selección de alternativas..... | 5-31 |
| 5.3. Análisis de Estrategias..... | 5-33 |
| 5.3.1. Integración programática de las principales acciones..... | 5-33 |
| 5.3.2. Impacto de las acciones sobre los escenarios..... | 5-37 |
| 5.3.3. Programa de Inversiones..... | 5-41 |
| 5.3.4. Identificación y Evaluación de Fuentes Factibles de Financiamiento..... | 5-44 |
| 5.4. Discusión de la viabilidad del CCA..... | 5-51 |
| 5.4.1. Fuentes de Información contrapuestas..... | 5-51 |
| 5.4.2. La disponibilidad real..... | 5-52 |
| 5.4.3. El impacto del subsidio al uso agrícola sobre el valor del agua..... | 5-54 |
| 5.4.4. Perspectivas..... | 5-56 |
| 6. Resultados del examen de los sistemas de información estatal..... | 6-1 |
| 6.1. Resolución de Hipótesis..... | 6-1 |
| 6.1.1. Análisis de costo beneficio..... | 6-1 |
| 6.1.2. Comparación de Extracción Vs. Descargas en Querétaro..... | 6-2 |
| 6.1.3. Extracción Vs. Descarga por municipio y uso..... | 6-2 |
| 6.1.4. Análisis de sectores industriales..... | 6-2 |

| | |
|--|------|
| 6.1.5. Perfil de contaminantes..... | 6-3 |
| 6.1.6. Análisis de aspectos económicos que inciden sobre en valor del agua..... | 6-3 |
| 6.1.7. Análisis de penalización..... | 6-4 |
| 6.1.8. Situación de Cuerpos Receptores..... | 6-5 |
| 6.1.9. Análisis de Límites y capacidades de tratamiento..... | 6-5 |
| 6.1.10. Auditoría al universo de usuarios en Querétaro..... | 6-6 |
| 6.1.11. Valoración ambiental..... | 6-7 |
| 6.2. Sistemas de Información..... | 6-8 |
| 6.2.1. Análisis del REPDA..... | 6-8 |
| 6.2.2. REDAGUA..... | 6-9 |
| 6.2.3. REPDA-REDAGUA..... | 6-9 |
| 6.2.4. REDAGUA-SACDAR..... | 6-9 |
| 6.2.5. SACDAR..... | 6-9 |
| 6.3. Parámetros contaminantes en la Legislación..... | 6-10 |
| 6.4. Prácticas de administración de las descargas de aguas residuales en CNA..... | 6-11 |
| 6.5. Aspectos Legales..... | 6-14 |
| 7. Propuestas..... | 7-1 |
| 7.1. Medidas tecnológicas..... | 7-1 |
| 7.1.1. Promoción de sistemas modulares de tratamiento..... | 7-1 |
| 7.1.2. Compatibilización de sistemas de Información..... | 7-2 |
| 7.1.3. Expedición de Norma Oficial Mexicana que establece criterios para la selección y adquisición de plantas de tratamiento..... | 7-2 |
| 7.2. Reformas a la legislación..... | 7-3 |
| 7.2.1. Ley Federal de Derechos..... | 7-3 |
| 7.2.2. Reforma al esquema tarifario para el control de contaminantes en las descargas de aguas residuales..... | 7-3 |
| 7.2.3. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente..... | 7-7 |
| 7.2.4. Ley de Sociedades Mercantiles..... | 7-8 |
| 7.2.5. Ley de Aguas Nacionales..... | 7-8 |
| 7.3. Medidas Económicas..... | 7-8 |
| 7.3.1. Revisión del esquema de subsidios al uso agrícola..... | 7-8 |
| 7.3.2. Modificación del Sistema de Cuentas Nacionales del INEGI..... | 7-9 |
| 8. Conclusiones..... | 8-1 |
| 8.1. Confrontación de objetivos..... | 8-3 |
| 8.2. Tesis..... | 8-3 |
| 8.2.1. Al segundo semestre de 2002 y en tanto no se realicen modificaciones a la estructura tarifaria vigente..... | 8-3 |
| 8.2.2. Perspectivas 2025..... | 8-4 |
| 8.2.3. 2010 Año Clave..... | 8-4 |
| 9. Referencias..... | 9-1 |

PAGINACIÓN

DISCONTINUA

1. Antecedentes.

1.1. Introducción

1.1.1. El Agua en México.

A medida que la población ha crecido y desarrollado su economía, las demandas de agua han aumentado mientras que la oferta del medio natural permanece invariable, por lo que el manejo del recurso se ha hecho complejo y conflictivo, y se agrava por los fenómenos extraordinarios, como sequías e inundaciones, que demandan mayor regulación e infraestructura para su atención.

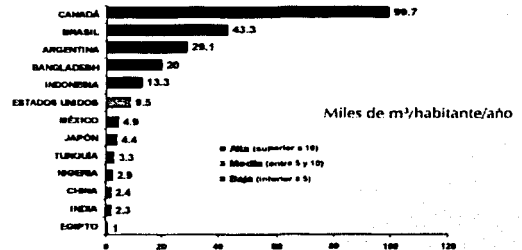
Lo anterior ha dado lugar a una nueva relación entre gobierno y sociedad; en la cual esta última interviene más en el financiamiento, construcción y operación de las nuevas obras, y el gobierno se convierte en promotor y coordinador del financiamiento, y en agente descentralizador y evaluador de servicios, además de la función normativa que ya desempeñaba.

En el territorio nacional confluyen dos grandes regiones biogeográficas: la neártica y la neotropical, que dan como resultado diferentes climas, y diversidad de especies en flora y fauna. De la superficie total del país, el 52% es árido y semiárido, el 13% es trópico seco, el 20% es templado y el 15%, trópico húmedo. Existen ecosistemas con escasez de agua que limitan su extracción y otros en donde se requieren regular las condiciones de abundancia extrema.

La disponibilidad de agua está compuesta por el escurrimiento superficial y el agua del subsuelo. Esta última se integra por la recarga natural renovable y la inducida por la infiltración en zonas de riego principalmente.

La temporalidad de la lluvia y los escurrimientos no permiten aprovechar el recurso de acuerdo a las demandas, por lo que se ha construido infraestructura para almacenamiento y regulación. A esta capacidad se agrega la de los cuerpos de agua naturales.

DISPONIBILIDAD PROMEDIO DE AGUA EN OTROS PAISES



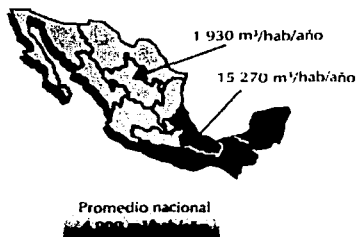
La disponibilidad natural del agua en el país presenta marcados contrastes ocasionados por la intensidad variable con la que acontecen las lluvias a lo largo de sus casi dos millones de kilómetros cuadrados y su ocurrencia durante el año.

Dos terceras partes de la superficie del país son áridas o semiáridas.

70% de la lluvia se presenta en cuatro meses del año

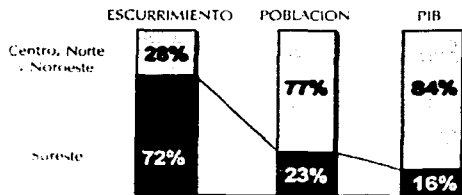
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- La disponibilidad natural de agua promedio per cápita en el sureste es ocho veces mayor a la de la zona centro, norte y noroeste



De acuerdo con la información del Consejo Nacional de Población (CONAPO), se estima que en 1995 el total nacional es de 91.6 millones de habitantes. De esa población, el 71% se concentra en las áreas urbanas (22% en el valle de México), y el 29% restante habita en 153,813 localidades rurales, de las cuales 108,307 tienen menos de 100 habitantes. Esto dificulta proporcionar los servicios al medio rural.

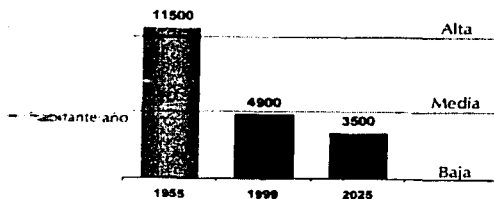
- Donde se presenta el 28% del escurrimiento, habita el 77% de la población y se genera el 84% del PIB



Cabe destacar entre los aspectos económicos, que el país se encuentra en un sistema de apertura a los mercados internacionales, en una etapa de reactivación de la planta industrial, y de aceleración de la inversión pública, por lo que es necesario utilizar con más eficacia los recursos y contar con instrumentos que orienten el uso del agua al fortalecimiento económico del país, considerando el acceso a otros mercados.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

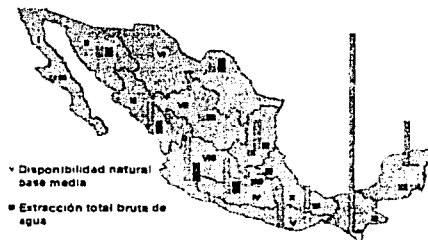
TENDENCIAS EN LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN MEXICO



La variación de la lluvia a lo largo del año y su distribución espacial, aunada a la desigual distribución de la demanda, generan problemas de escasez que se agravan por la baja eficiencia con que se usa el recurso. Por otra lado, la infraestructura hidráulica no se aprovecha plenamente debido a que se encuentra inconclusa, se opera con deficiencia, o falta mantenimiento.

Además, las sequías han impactado considerablemente el abastecimiento de agua a las poblaciones, la agricultura y la generación de electricidad. El norte del país es la zona más afectada por estos fenómenos.

DISPONIBILIDAD Y EXTRACCION DE AGUA POR REGION



También se presentan problemas por exceso de agua generados por fenómenos meteorológicos extremos, que originan grandes escurrimientos que al no poder ser

regulados y almacenados, originan inundaciones.

Por otra parte, se generan diferencias en la disponibilidad del agua a lo largo del territorio porque la contaminación de los cuerpos de agua limita algunos de los usos. La contaminación afecta tanto al agua superficial como al agua subterránea y disminuye notablemente la disponibilidad determinada en los balances volumétricos, ya que en muchos casos existirá el recurso pero no podrá utilizarse por su mala calidad.

La disponibilidad de agua se concentra principalmente en el sureste del país donde la densidad de población y la demanda de agua son bajas. En contraste, en el centro, norte y noroeste donde la densidad de población es mayor y las demandas son altas, el agua es escasa. Los balances hidráulicos realizados a nivel de cuenca hidrológica muestran un panorama más realista sobre la disponibilidad del agua, pero se requieren estudios más detallados para el conocimiento de situaciones puntuales.

1.1.1.1. Aguas superficiales

El escurrimiento superficial virgen promedio anual es de 410 km³ y la infraestructura hidráulica actual proporciona una capacidad de almacenamiento del orden de 120 km³, lo que se traduce en una capacidad de regulación del orden de 82 km³. De esta capacidad de regulación, 26 km³ son exclusivamente para generación de energía eléctrica, 49 km³ se utilizan para la satisfacción de demandas consuntivas, y el resto se evapora.

El 50% del volumen escurrido se genera en tan sólo el 20% de la superficie del país localizada en el sureste, mientras que el 4% del escurrimiento se genera en la parte norte del país en una superficie del orden del 30% del territorio nacional.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.1.1.2. Aguas subterráneas

La recarga natural promedio de los acuíferos es de 48 km³ anuales, que sumada a la recarga inducida en zonas de riego, que se estima del orden de 15 km³, resulta en una recarga total igual a 63 km³.

Se han identificado en el país 459 acuíferos, para los que se estima una extracción total de 24 km³ anuales a través de aproximadamente 140 mil aprovechamientos subterráneos. Se han detectado problemas de sobreexplotación en 80 acuíferos ubicados principalmente en las regiones noroeste, norte y Lerma-Balsas.

La sobreexplotación ha inducido problemas de intrusión marina en los siguientes acuíferos: San Quintín, Maneadero, San Vicente, San Rafael, San Telmo, Vicente Guerrero y Camalú, en el estado de Baja California; Santo Domingo, San José del Cabo y La Paz, en Baja California Sur; Caborca, Hermosillo y Guaymas, en el estado de Sonora; y en Veracruz, Ver. Asimismo, han aumentado los problemas por concentración de sales en los acuíferos del valle del Guadiana en Durango, valle de Aguascalientes, y la Región Lagunera. Por otra parte, las descargas de aguas residuales han contaminado los acuíferos localizados en los valles de Aguascalientes; San Luis Potosí; Mezquital en Hidalgo; León, Celaya y Salamanca, en Guanajuato; y Mérida, Yucatán, entre otros.

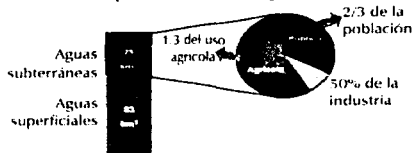
SOBREEXPLORACION DE ACUIFEROS

- 100 de los 600 acuíferos del país están sobreexplotados
- 50% del volumen de agua subterránea que se utiliza proviene de acuíferos sobreexplotados



IMPORTANCIA ESTRATEGICA DEL AGUA SUBTERRANEA

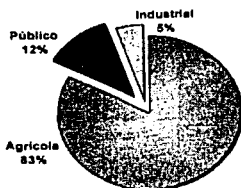
El agua subterránea se ha convertido en elemento indispensable para el suministro, ya sea en las zonas áridas, donde constituye la fuente de abastecimiento más importante, y a menudo única, o en las diferentes ciudades del país, donde se ha tenido que recurrir a ella para cubrir los crecientes requerimientos de agua.



El agua se aprovecha en diversos usos que se diferencian por ser consuntivos y no consuntivos. Los primeros impactan en la disponibilidad porque aprovechan el agua y sólo retornan una parte de ésta; los no consuntivos, como el uso en generación hidroeléctrica, retornan la totalidad del agua aprovechada.

USOS DEL AGUA

De los 78 mil millones de metros cúbicos de agua que se utilizan anualmente, el 83 % se destina a la agricultura, el 12% al servicio público urbano y el 5 % restante a la industria.

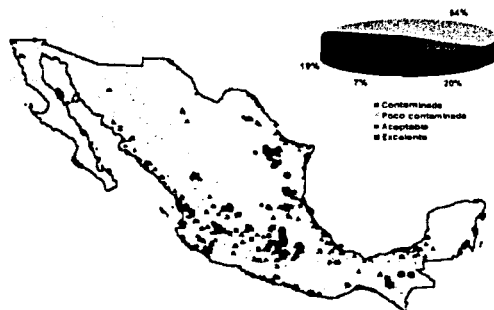


Se estima que en 1995 la extracción total para los principales usos fue de 186.7 km³, de los cuales 73.5 km³ se destinaron para los consuntivos, distribuidos de la siguiente manera: agrícola 61.2, doméstico 8.5, industrial 2.5, acuicultura intensiva 1.3; y los restantes 113.2 km³ se destinaron para la generación de energía hidroeléctrica, clasificada como no consuntiva.

1.1.1.3. Contaminación de los Cuerpos de Agua.

La mayoría de los cuerpos de agua superficial del país reciben descargas de agua residuales de tipo doméstico, industrial, agrícola o pecuario, sin tratamiento alguno, lo que ha provocado grados variables de contaminación que limitan el uso directo del agua.

Se considera que por su nivel de contaminación, se requiere atención prioritaria en las siguientes 15 cuencas: Pánuco, Lerma, Balsas, San Juan, Coatzacoalcos, Blanco, Papaloapan, Valle de México, Conchos, Coahuayana, Culiacán, Fuerte, Yaqui, Mayo y Bajo Bravo. En la figura 2.5 se presenta un panorama general de la contaminación en el país.



1.1.1.4. Escenarios al 2025.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ESCENARIOS AL 2025

| Parámetro | Actual | Mínimo | Deseable |
|---|--------------|--------------|--------------|
| Hectáreas modernizadas | 0.8 millones | 1.1 millones | 5.8 millones |
| Nuevas hectáreas con riego | - | 490 mil | 1 millón |
| Pérdidas en riego | 60% | 60% | 46% |
| Pérdidas en uso público urbano | 44% | 44% | 24% |
| Cobertura de agua potable | 87% | 87% | 97% |
| Cobertura de alcantarillado | 73% | 73% | 97% |
| Porcentaje de aguas residuales tratadas | 24% | 50% | 90% |
| Volumen de agua utilizado (miles de millones de metros cúbicos) | 78 | 91 | 81 |
| Inversión anual del sector (miles de millones de pesos) | 14 | 16 | 29 |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.1.2. Descripción del trabajo.

Se analizaron las bases de datos de la Gerencia Estatal Querétaro de la Comisión Nacional del Agua, con el propósito de determinar en qué sectores económicos es viable la obtención del Certificado de Calidad del Agua (CCA). El CCA, es un instrumento fiscal que permite la exención del pago de derechos a quienes cumplan con los parámetros establecidos en la normalización mexicana vigente, respecto de la calidad de las aguas residuales. Lo anterior, para promover su aceptación a nivel industrial e introducir reformas a la legislación que hagan a este instrumento más atractivo a la industria.

La Subgerencia de Administración del Agua, de la Gerencia Estatal Querétaro de la CNA, realiza el seguimiento de los usuarios de aguas nacionales, tanto de la extracción como de la descarga de aguas residuales. Para ello, se cuenta con sistemas de información en los que se registran: 1) Los volúmenes concesionados y las descargas autorizadas, 2) Los volúmenes y cantidades de contaminantes descargados en los afluentes y 3) los consumos declarados en el sistema de recaudación.

El caso de las descargas de Querétaro es relevante porque, en primer lugar, sus condiciones climáticas y de disponibilidad de agua lo convierten en una entidad representativa del contexto nacional y en segundo lugar, porque en la entidad se otorgó a una empresa el Certificado de Calidad del Agua, toda vez que cumplió con todos los requisitos establecidos, lo que demuestra que esta opción puede ser atractiva económicamente. En cambio, a otras empresas del mismo sector, les fue negado por no cumplir con los requisitos o no presentar la información adecuadamente, lo que puede representar un problema de falta de difusión o de aplicación de criterios discrecionales. Al inicio del presente trabajo se buscaba establecer un consumo a partir del que el Certificado de calidad del Agua (CCA) fuera atractivo, en función de la actividad industrial; una relación costo-beneficio por sector productivo.

El análisis sugiere que, por los volúmenes de agua utilizados, las industrias: 1) textil y del vestido y 2) de papel, imprenta y editorial, son los que se benefician con esta medida. Sin embargo, la información disponible revela que posiblemente, los tipos de tratamientos utilizados para el manejo de los efluentes no sea el más adecuado y que se requieren acciones de promoción para estimular el desarrollo de sistemas de monitoreo y control de las descargas y programas de capacitación y certificación de operadores de plantas de tratamiento.

Algunos resultados interesantes son:

- Se observa que los subsectores industriales de textiles y del vestido; papel imprenta y editorial; por encima de los de: alimentos y bebidas, metal-mecánica, mismos que se encuentran muy por encima de los restantes.
- Que el comportamiento de los niveles de contaminantes por subsector de actividad económica, conforme a lo establecida por el INEGI, sí se ajusta a las descripciones de la literatura para estas actividades.
- El examen del conjunto de datos muestra que la mayoría de las industrias están, muy por encima de los límites máximos permisibles (LMP), en casi todos sus contaminantes y sólo tendrán problemas para cumplir con algún parámetro específico en algunas ocasiones.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- Existen situaciones en las que la industria excede en varios órdenes de magnitud los LMP para alguno de sus parámetros.
- Se detectaron inconsistencias importantes respecto de los volúmenes concesionados y las descargas autorizadas; 10:1.
- La "llave principal" de la base de datos de recaudación es el RFC, y se observan muchas modificaciones en las razones sociales de las industrias
- La mayoría de las empresas cuenta con tratamiento de tipo secundario y reporta en los tratamientos, procesos del tipo utilizado en el tratamiento de aguas municipales, mismos que son incongruentes con el proceso industrial que correspondería a su giro.

Respecto a la legislación:

- Para índices de incumplimiento mayores que 5, el derecho a pagar corresponderá a este "techo", lo que no corresponde con el comportamiento práctico de la industria ni con el espíritu de la Ley.
- En la legislación actual, no está contemplado el concepto de "contener los contaminantes" en lugares distintos a los rellenos sanitarios, tales como pozos de absorción.
- No se hace mención sobre una norma que regule la disposición de lodos.

1.1.3. Secuencia de Desarrollo.

La problemática del agua se caracteriza por su complejidad e interdependencia de factores técnicos, económicos y sociales, impactando por ello a muchas disciplinas y enlazando a muchos profesionistas con criterios distintos y a veces opuestos.

En el índice se presentan bloques de información compactos y ordenados de cuestiones específicas como aspectos técnicos, económicos, legales, La situación estatal, etc. Sin embargo, el desarrollo práctico del trabajo se realizó casi en orden inverso, aplicando el enfoque de solución de problemas, con el objetivo central de resolver las inconsistencias en la legislación fiscal. Esto significa que el documento puede ser abordado como un estudio de la situación de las aguas residuales industriales en Querétaro, como un documento didáctico, o como un examen del marco legal vigente. Esta variante de enfoques es más bien producto de la complejidad del tema y de la necesidad de sustentar sobre bases técnicas los criterios que conducen a las propuestas planteadas. El objetivo fundamental del trabajo sigue siendo la reforma de la legislación fiscal vigente, a pesar de que con el presente documento sólo se está dando el primer paso

El esquema lógico de las hipótesis, el desarrollo de las actividades generadas para fundamentarlas y las hipótesis subsecuentes se presentan en el apartado de metodología. Este apartado es importante porque representa la aproximación "formal" al problema de la calidad del agua desde la perspectiva industrial, en el contexto de las instituciones

gubernamentales, aunque el lector puede revisar este apartado al final e iniciar la consulta de este documento en capítulos posteriores.

En el Capítulo 2, se presentan las principales vertientes del conocimiento que intervienen en la administración del agua. Primero, se presentan las consideraciones técnicas relativas al manejo de las aguas residuales, porque la factibilidad técnica es el punto de partida que determinara la capacidad para manipular y descontaminar el agua. Después, se revisan los aspectos económicos del agua, porque una valoración de la funcionalidad del marco legal vigente se sustenta en la funcionalidad de un esquema económico que dé al recurso un valor de cambio adecuado. Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, se analiza el marco legal, con el propósito de proponer reformas que hagan que éste se asemeje más a las realidades técnicas y económicas actuales.

Para quienes ya les sea familiar la problemática del saneamiento de aguas residuales y los aspectos económicos y legales de la materia, puede ser conveniente abordar directamente los capítulos 3 y 4, para adentrarse en la problemática específica de administración del agua y el contexto nacional en que las instituciones responsables deben enfrentarla.

Para contar con una base sólida con la cual fundamentar propuestas, se realizó una investigación documental para determinar si en la literatura disponible, se prescriben metodologías para la determinación de estos de tratamientos, o bien, prácticas recomendadas para el manejo de aguas residuales, según el tipo de actividades productivas

Posteriormente, se utilizaron los sistemas del Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), Sistema de Administración y Control de Descargas de Aguas Residuales (SACDAR) y el sistema de recaudación (REDAGUA) para analizar el comportamiento de los usuarios que tienen autorizaciones para descargar aguas residuales, desde el punto de vista de sus sectores económicos y subsectores industriales. El trabajo consistió en compatibilizar las bases de datos para poder interrelacionar los campos de los contaminantes con los volúmenes descargados y las actividades económicas según la CNAP del INEGI.

En el capítulo 4, se aborda el problema específico de la viabilidad del Certificado de Calidad del Agua en Querétaro, apoyándose en las "buenas prácticas" presentadas en el capítulo 2, y comparándolas con la realidad de la entidad, presentada en el capítulo 3..

En el capítulo 3, se presenta la situación y perspectivas para la entidad, tomando como base el Programa Hidráulico de Querétaro 2000-2025, mismo que se utiliza como punto de partida para revisar los impactos que podrían tener las modificaciones propuestas al marco legal, a la normalización y a los sistemas de información, mediante los que se da seguimiento a la administración del agua en Querétaro.

En el capítulo 4, se inicia propiamente la aportación del trabajo, puesto que los tres anteriores constituyen los antecedentes necesarios para comprender el análisis de los sistemas de información y procedimientos de administración del agua, así como de las deficiencias e inconsistencias que éstos pueden presentar.

Una vez analizada la problemática estatal, en el capítulo 5 se examinan las proyecciones y escenarios para el futuro con el propósito de y proponer modificaciones a los sistemas administrativos y reformas a la legislación que sean acordes con estos escenarios.

En el capítulo 6, se presentan los resultados, tanto de los aspectos que constituyen la práctica vigente, expuesta en los antecedentes, como de los hallazgos del análisis de la problemática estatal y de las perspectivas propuestas en el Plan Hidráulico Estatal, respecto de la problemática específica de las aguas residuales.

El capítulo 7, contiene las propuestas y planteamientos concretos, con los que se busca mitigar la problemática de las aguas residuales.

Cabe mencionar que, en momentos, los objetivos del trabajo parecen confundirse en la complejidad de los problemas propuestos. Por ejemplo, analizar el problema de la calidad de las aguas residuales parece no tener relación alguna con la problemática del campo mexicano. O bien, que la problemática del suministro de agua potable no tiene impactos significativos sobre el desempeño de industrias específicas. También, puede ocurrir que se interprete que el objetivo principal del trabajo es exponer la situación de Querétaro en términos de la problemática hidráulica, por la cantidad de información estatal presentada. Sin embargo, los antecedentes son necesarios para abordar la problemática específica de la administración del agua.

En la sección de 1.2.- Objetivos, se presentan éstos y las aclaraciones sobre su planteamiento, puesto que fueron surgiendo y modificándose conforme se recopilaba información y se obtenían conclusiones parciales.

1.1.4. Motivación.

El punto central del presente trabajo es la "sustentabilidad" en el manejo del agua. Esto significa demostrar que sí es posible desarrollar actividades productivas, de forma compatible con el entorno social y la realidad nacional de México, fundamentándolo en buenas prácticas de ingeniería industrial.

El objetivo particular fundamental, es proponer modificaciones a la estructura de la legislación para que sea acorde con el desarrollo tecnológico reciente, la realidad socioeconómica y ambiental de México, de manera que la sustentabilidad sea económicamente viable.

Los resultados, las propuestas y las conclusiones son de importancia, tanto para quienes laboran en entidades de la administración pública, como para los responsables de la infraestructura de tratamiento en las entidades públicas y privadas.

Este trabajo es especialmente útil para quienes deben proyectar instalaciones industriales con infraestructura de tratamiento de aguas residuales, porque muestra los trucos y trampas del oficio, sin que por ello se contravenga la legislación vigente o las "buenas prácticas". Es mi firme propósito que el presente trabajo "sirva de algo", en los ámbitos técnico o académico, porque los legisladores, encadenan las realidades técnicas a cuestiones enteramente políticas y la meta de lograr una reforma legal es por demás compleja.

Un valor agregado del documento que no era un objetivo original, es el que pueda servir como una guía práctica para quienes enfrentan la problemática de disponer adecuadamente de sus descargas de aguas residuales. Esto se debe a que se muestran casos prácticos de empresas que han logrado procesos industriales sustentables, otras que tienen deficiencias y

otras que cometen errores garrafales. Se presentan también criterios de diseño y operación de plantas de tratamiento, que constituyen "buenas prácticas", así como el punto de vista de "las autoridades", que no siempre es tan obvio para los responsables de las instalaciones productivas.

Otro valor indirecto del trabajo es que muestra la situación y perspectivas de Querétaro, que se está convirtiendo en una de las opciones más atractivas para las inversiones productivas, con énfasis en el contexto ambiental e hidráulico de la entidad. Esto es de gran valor para los inversionistas potenciales, en función de las necesidades de agua de sus proyectos productivos.

Por último, este documento tiene valor metodológico desde el punto de vista de quienes desarrollen sistemas de información de variables relacionadas con el medio ambiente o de supervisión institucional. Esto, como resultado de exponer los métodos por los que los usuarios consiguen omitir información bajo supervisión, sin infringir las disposiciones fiscales vigentes.

1.1.5. Agradecimientos.

Quisiera agradecer a todas las personas que me brindaron su apoyo y comprensión dentro de la Comisión Nacional del Agua y también a las que no. A los primeros, porque me permitieron adquirir un alto nivel de capacitación en materia hidráulica y de cuestiones ambientales. A los segundos en menor medida, porque sus actitudes laborales mediocres y mezquindad respecto de información sobre la situación estatal me hicieron darme cuenta de que la difusión de la problemática ambiental y la búsqueda proactiva de soluciones a los enormes problemas en esta materia, son el camino correcto y me dieron la fuerza moral para enfrentar las adversidades institucionales para lograr mi objetivo..

A mis maestros, que representan la esencia de la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme la herramienta más valiosa de todas; la capacidad de autocritica y crítica constructiva. Con ella es que todas las demás formas de búsqueda del conocimiento se facilitan. Aunque, algunas veces, quisiera ser un poco más moldeable y disciplinado, para encajar mejor en las instituciones gubernamentales, sin perder el sueño.

Mayormente, la infinita paciencia y seriedad de mi director de Tesis, que le dio muchos aspectos de valor agregado a este trabajo que yo no había considerado y lo convirtió en algo profesional.

A tantas personas valiosas y profesionales dentro de las instituciones públicas donde he colaborado, que como siempre sucede, no reciben los apoyos ni el reconocimiento que merecen y que no dudaron en darme valiosos consejos, mismos que he aplicado para concluir este estudio.

De manera muy especial, quiero agradecer a mi esposa María Elva Ortiz de la Sancha, su valioso apoyo en todas las etapas de la realización del trabajo, en la gestión de los trámites administrativos relacionados con la titulación y por su cariñosa insistencia en la conclusión de éste proyecto, que de otra forma no hubiera concretado por falta de disciplina mental.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos Generales

Exponer la situación de las descargas de aguas residuales industriales de Querétaro

Analizar la viabilidad del Certificado de Calidad del Agua (CCA).

Proponer una política de uso sustentable del agua.

Proponer reformas al esquema tarifario, que garanticen la equidad en el cobro de derechos por emisión de contaminantes a los cuerpos de agua.

Evaluar la congruencia de los sistemas de información y herramientas informáticas disponibles para el seguimiento y control de los usuarios del agua.

Proporcionar una guía sobre los aspectos a considerar para quienes son responsables del tratamiento de aguas residuales industriales o de la supervisión de los mismos.

1.2.2. Objetivos Específicos

Examinar la viabilidad del CCA por sectores industriales.

Vincular las políticas de administración de aguas residuales al sistema de contabilidad nacional.

Explorar las “mejores prácticas” en el tratamiento de aguas residuales.

Analizar la legislación ambiental para incorporar los criterios derivados del desarrollo de nuevas tecnologías.

Desarrollar sistemas de información para el mejor control de los contaminantes emitidos en descargas de aguas residuales y con los que se determine la viabilidad de los tratamientos.

Vincular la medición de contaminantes al desarrollo de la infraestructura nacional de laboratorios acreditados en el sector agua.

1.2.3. Alcance

Se realizó una investigación documental de las buenas prácticas de tratamiento, tanto bibliográfica como de sitios de internet.

La legislación ambiental se examina mediante su comparación con otros países y en función de las directrices de organismos internacionales y los lineamientos del desarrollo sustentable.

La discusión de la metrología y la infraestructura de laboratorios acreditados se deriva de la experiencia personal por que no existen estudios en el ámbito nacional.

Los criterios relativos a la economía del agua representan las propuestas de los organismos internacionales y obedecen a la adopción del modelo de libre mercado

El análisis de los sistemas de información se circunscribe a Querétaro, aunque los sistemas examinados son de aplicación federal.

1.3. Metodología

1.3.1. Hipótesis

El Certificado de Calidad del Agua sí es viable, en razón de que el agua es escasa y las tecnologías para el tratamiento de aguas residuales permiten alcanzar esos niveles.

1.3.1.1. Análisis de costo beneficio.

Que los volúmenes de extracción y descarga de los usuarios son similares y que es posible atribuirles valores económicos, aplicando las tarifas a la extracción y los costos de tratamiento típico a las descargas.

El aprovechamiento del agua para usos urbano e industrial se concentrará en los centros urbanos y los usos agrícola y pecuario se concentrarán en municipios apartados de las principales ciudades.

Para que el Certificado de Calidad del Agua sea viable los costos de extracción y de derechos por el uso del agua, deberán ser iguales a los costos de tratamiento y disposición.

1.3.1.2. Análisis de sectores industriales.

Que los contaminantes y los volúmenes de las descargas industriales se pueden caracterizar por su giro productivo

Que es posible relacionar los giros productivos de las industrias a hábitos de consumo y tratamientos característicos

Que no existen variaciones significativas de entre los giros productivos manifestados por las empresas en términos de la Clasificación Nacional de Actividades Productivas que utiliza el INEGI y las actividades industriales que dichas industrias realizan.

Que los patrones de consumo y de emisión de contaminantes son concordantes con el comportamiento macroeconómico de la entidad, específicamente con variables relacionadas con el valor agregado, tales como el PIB, el empleo y la distribución poblacional.

1.3.1.3. Perfil de contaminantes.

Que las industrias en Querétaro estarían en un nivel, apenas por encima de los LMP, o en algunos casos ni siquiera cumpliendo y que, la posibilidad de alcanzar el CCA, estaría vinculada a la implementación de infraestructura de tratamiento más sofisticada.

1.3.1.4. Análisis de aspectos económicos que inciden sobre en valor del agua.

Si la industria puede cumplir fácilmente con los parámetros del CCA, no lo hace porque la motivación de la exención de pagos por consumo no es atractiva porque el agua es demasiado barata para siquiera justificar un buen control del tratamiento.

1.3.1.5. Análisis de penalización.

Si los niveles de incumplimiento se exceden por varios órdenes de magnitud, la penalización por contaminación también debe ser baja o bien, puede deberse a situaciones de desinterés.

1.3.1.6. Situación de Cuerpos Receptores.

Si se incrementa la exigencia, en términos de la vulnerabilidad de los cuerpos receptores, puede lograrse un impacto favorable, tanto en la viabilidad del Certificado, como en los propios cuerpos receptores.

1.3.1.7. Análisis de Límites y capacidades de tratamiento..

El desinterés de la industria respecto del CCA puede atribuirse a mala relación entre los parámetros del CCA, respecto de las capacidades reales de tratamiento o a que la industria considere que la legislación es arbitraria y carece de fundamentos técnicos. Esto es, que algunos límites no sean realistas.

Existen inconsistencias en la normalización vigente, dado que las normas son emitidas por distintas dependencias del sector público.

1.3.1.8. Auditoría al universo de usuarios en Querétaro

No se cuenta con la información suficiente para realizar un seguimiento histórico del desempeño de cada usuario.

Un examen de la situación histórica de cada usuario en términos de su nivel de cumplimiento, revelará los motivos específicos del desinterés en el Certificado

1.3.1.9. Valoración ambiental

Dadas las condiciones actuales de proporción de usos y aprovechamiento inadecuado del agua en la entidad, no será posible mantener condiciones de equilibrio de los mantos acuíferos y de convivencia armónica entre los distintos usuarios por lo que se tendrán que realizar ajustes al marco legal vigente y a las políticas actuales de administración del agua.

Las condiciones actuales de la infraestructura de tratamiento de aguas residuales no permiten la reutilización del agua, sin impactos negativos a la salud y al medio ambiente.

Si a los responsables de la infraestructura de tratamiento se les proporcionan apoyos en la solución de dificultades como en mejorar su acceso a mediciones analíticas a bajos costos, o esquemas económicos en los que el gobierno sufrague parte de los costos de tratamiento para el saneamiento de cuerpos receptores, la infraestructura de tratamiento se aprovecharía a su plena capacidad.

1.3.2. Aproximaciones al problema.

Puede pensarse en este análisis como un protocolo de otro trabajo subsecuente. Un estudio que permita determinar con certeza la viabilidad de CCA, involucra el conocimiento preciso de todos los costos asociados a la extracción, proceso industrial, proceso de tratamiento y disposición de residuos, de cada industria. El objeto de estudio es el caso de Querétaro, en donde existen unas 1400 industrias, de las que se sabe existen unas 250 plantas de tratamiento.

El Gobierno del Estado realiza anualmente, una encuesta industrial de la que obtiene mucha información económica, pero ha tenido que limitar el alcance de ésta porque la industria tiene la percepción de que la información será utilizada en su contra (En las publicaciones de los Anuarios estadísticos Estatales, se puede apreciar la reducción de los aspectos cubiertos).

En todo caso, puede fundamentarse un estudio "directo", en los resultados del presente análisis "indirecto", en el que sólo se examina la información disponible en la Gerencia Estatal Querétaro.

1.3.2.1. Costo - beneficio.

Se planteó igualar el costo de los derechos por la extracción, al costo de los tratamientos para las aguas residuales. Esta información, en términos de los valores de los volúmenes concesionados y los consumos declarados, respecto de las descargas declaradas. Lo anterior, suponiendo un consumo mayor a la descarga, pero razonablemente parecido, tal como 2:1.

Cabe señalar, que la CNA no dispone de ningún sistema de información del cual se pueda obtener información de forma directa. El objeto del estudio fue relacionar las bases de datos para que la evaluación fuera posible.

Se analizó la información declarada por la industria, con relación a sus actividades económicas, con respecto a sus patrones de consumo y a las características de sus efluentes.

Uno de los resultados del uso de este enfoque fue encontrar que no aporta resultados significativos desde el punto de vista institucional y macroeconómico. Esto se debe a que los costos del consumo de agua son el resultado de una política económica, más que de una consideración objetiva de la disponibilidad del recurso.

El planteamiento costo-beneficio funciona desde la perspectiva de la evaluación de proyectos industriales para la instalación de infraestructura de tratamiento de aguas residuales, pero cuando se analiza la viabilidad del CCA, lo que se analiza no es la viabilidad técnica o económica de los tratamientos, sino la política económica aplicada por el Estado, en función del comportamiento de la industria.

El enfoque costo-beneficio es muy útil para entender la perspectiva de la industria y su comportamiento frente a las medidas que toma el Gobierno para lograr la racionalización del manejo del recurso, en términos de la aplicación de medidas económicas.

Lo que se hizo evidente al examinar los patrones de consumo, fue la importancia que representa para la determinación del valor del agua "el uso competitivo de los sectores económicos"

De la información consultada al iniciar el trabajo, se suponía que el valor del agua respondía a la disponibilidad del recurso desde el punto de vista meteorológico; la realidad es que la disponibilidad está relacionada con la capacidad de almacenamiento de las cuencas y el uso competitivo de los sectores económicos y los criterios de disponibilidad son manejados por la CNA, en función de lograr "comportamientos esperados", no sobre la base de indicadores económicos de disponibilidad.

1.3.2.2. Factibilidad técnica y económica de los tratamientos.

La información consultada respecto a los costos de tratamientos de aguas residuales no proporciona valores o indicadores cuantitativos. Para la evaluación de costos de tratamientos, la información se publica en forma de estudios comparativos y los resultados se presentan en forma cualitativa. El análisis de un proyecto para la construcción y operación de una planta de tratamiento se realiza en términos del apego a la legislación sobre establecimiento de industrias, no respecto de su rentabilidad en sí mismo. Las plantas de tratamiento de aguas residuales no son rentables; son necesarias para obtener la licencia de operación.

Se debe hacer una consideración importante en relación con la evaluación de costos y esta es, que no todos los efluentes son iguales. Hay una clara diferenciación entre los criterios utilizados para la disposición de residuos municipales e industriales. Históricamente, el diseño de infraestructura de tratamiento se enfrentó a la problemática de la disposición "aceptable" de los residuos municipales, en términos de la eliminación de las características "objetable" de los efluentes. Por ejemplo, una característica objetable para la ciudadanía es el "mal olor". Desde esta perspectiva, no es igualmente importante atacar parámetros como el contenido de metales pesados, puesto que estos no son apreciables visualmente.

Esta lógica ocasionó que en el campo del tratamiento de aguas residuales, la responsabilidad recayera sobre las autoridades y los proyectos fueran obras civiles colosales. Por el contrario, un enfoque de diseño, desde la perspectiva industrial, produciría obras en pequeña escala, con componentes modulares intercambiables y sistemas de control automatizados, con lecturas a la entrada y a la salida de cada uno de los procesos.

Esta conceptualización del problema ha originado que no exista mucha información sobre costos de procesos individuales, aunque los procesos unitarios de tratamiento sean similares, tanto para los efluentes industriales, como para los municipales.

Es interesante señalar que, no se ha observado ninguna "economía de escala" para los procesos unitarios de tratamiento. Esto significa que, en términos de la remoción de contaminantes mediante procesos biológicos o físico-químicos, la cantidad de microorganismos o sustancias necesarias para lograr una remoción eficiente de los contaminantes, es simplemente proporcional a la carga contaminante contenida en los efluentes.

De hecho, en la disposición de aguas residuales, este principio funciona en forma inversa; entre mayores son las dimensiones de la infraestructura de tratamiento, disminuye su capacidad de adaptación para responder eficazmente a la remoción de contaminantes, en función de la alta variabilidad del contenido de los efluentes.

Lo anterior trae como consecuencia que en el ámbito de las plantas de tratamiento municipal, se prefieran efluentes de origen muy diverso. Entre más constituyentes los compongan, mayor será su capacidad de autoneutralización (grasas y aceites & detergentes).

Por otro lado, la dificultad del tratamiento se incrementa en forma directamente proporcional a la diversidad de contaminantes. Por ello, una "buena práctica" internacionalmente reconocida, es la segregación de los efluentes dentro de la planta.

Por las razones anteriores, la zonificación adecuada de la localización de las industrias en los centros urbanos, propicia un mejor tratamiento de efluentes, en virtud de que se evitan los ingresos súbitos de contaminantes que alteren los procesos biológicos en las plantas de tratamiento municipales.

En términos de costos y economías de escala, las anteriores prácticas buscan economizar floculantes, dimensionamiento de instalaciones y energía; aunque las prácticas de segregación y mezcla parezcan contradictorias.

1.3.2.3. Perfil de contaminantes.

Puesto que ni el análisis costo-beneficio, ni el examen de los costos de los procesos de tratamiento, proporcionan información contundente desde la perspectiva de la gestión pública, se optó por utilizar las fuentes de información disponibles en el ámbito institucional. Se consideró que sería más útil un análisis "inverso", es decir, en lugar de considerar las cargas de contaminantes en los efluentes individuales, para luego plantear un diseño de proceso de tratamiento y luego determinar los posibles costos de éste, se consideró de mayor utilidad beneficiarse de la información global del "universo" de usuarios, para detectar "patrones" en el tipo y características de los tratamientos utilizados, asociándolos al comportamiento de ese giro productivo. Así, si se observaba que todos los tratamientos de un giro productivo coincidían, entonces podría asociarse este patrón a otros indicadores como: unidades económicas, personal ocupado, distribución geográfica, etc. De esto, se obtendría un "tratamiento típico" del giro productivo y una "inversión típica".

Si bien no se obtienen costos, sí se obtienen "conductas" o "prácticas", de los giros productivos, que pueden asociarse a los comportamientos de la extracción concesionada, consumo recaudado y descarga autorizada.

1.3.2.4. Análisis de las Políticas Económicas.

Puesto que el valor del agua consumida determina la viabilidad económica del Certificado de Calidad del Agua (CCA), de las actividades productivas y la conveniencia de las inversiones en tratamientos de aguas residuales, se analizaron los aspectos macroeconómicos que determinan el valor del agua

Se analizaron las políticas económicas que se están desarrollando para hacer frente a la baja disponibilidad del recurso. Asimismo, se evaluó la estructura tarifaria vigente, en lo relativo al uso en el consumo y al perfil de contaminantes y sus efectos, para el aspecto de administración de aguas residuales.

Para ello, se compararon los diferentes pasos evolutivos de la legislación en distintos países en la transición de un modelo de Estado a uno de Mercado.

1.3.2.4.1. Zonas de disponibilidad

Se evaluaron también los criterios por los que se obtienen "las zonas de "disponibilidad" y "la vulnerabilidad de los cuerpos receptores", siendo éstos aspectos la clave en la determinación de los derechos a pagar y por ende, del valor del agua.

1.3.2.4.2. Esquema Tarifario.

Posteriormente, y considerando los resultados obtenidos de la elaboración del perfil de contaminantes, se evaluó el esquema tarifario vigente, respecto al incumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de contaminantes en las descargas, para determinar en qué situaciones puede resultar más atractivo pagar la penalización que mantener los tratamientos en operación. Lo anterior, considerando que factores como el tamaño, la actividad específica o la madurez de las empresas pudieran impedirles desarrollar infraestructura de esta naturaleza o bien, que por razones de falta de cultura ambiental o tradición, no se tuviera interés en instalar dicha infraestructura.

Aunque el análisis del comportamiento de los usuarios que no cumplen con los LMP no proporciona información relevante sobre la viabilidad del CCA, si reveló una situación que incide desfavorablemente en la búsqueda de niveles de calidad en el tratamiento de aguas residuales; el hecho de que la penalización es decreciente si los niveles de incumplimiento aumentan.

1.3.2.5. Análisis de Límites.

Se revisó el nivel de concordancia entre los parámetros de los distintos niveles de calidad consignados en la LFD y la normalización vigente, para determinar qué tan cercanos pudieran estar los valores, por ejemplo, de las normas de "potabilidad" respecto de las del Certificado, o bien, de los LMP, respecto de las normas de reuso y del "agua cruda", en términos de órdenes de magnitud o de concordancia de parámetros clave.

Lo anterior, con el fin de obtener una definición cuantitativa de las distintas "aguas" que nuestro marco jurídico considera y cómo se conforman los procesos de tratamiento a estas caracterizaciones. También se revisaron los parámetros en la legislación norteamericana.

1.3.2.6. Estudio de casos.

Aunque los sistemas de información aportan muchas pistas relevantes sobre la situación de la industria, los municipios y los usuarios agropecuarios, en cuanto al volumen de agua concesionado, los montos recaudados, los volúmenes y cargas contaminantes descargadas, así como con relación a su distribución geográfica y características socioeconómicas, la pieza faltante del rompecabezas de las aguas residuales es el contraste de la información en los sistemas con la información de cada usuario rastreado al sistema de información.

En este punto se realizó una auditoría de todos los expedientes de descargas de aguas residuales, de usuarios que solicitaron su inscripción al Programa de Acciones para Mejorar la Calidad de las Descargas de Aguas Residuales (PAMCAR) y de muchos otros que, por las características de sus procesos industriales, pudieran aportar información interesante al estudio.

Esto es, se revisó toda la información disponible, tal como los valores de cada análisis de laboratorio, los proyectos constructivos de la infraestructura, la situación de sus concesiones de aprovechamientos como de descargas, su conducta fiscal y las negociaciones o convenios con CNA, para corroborar la consistencia de las bases de datos.

Esta revisión no aporta información distinta a lo que puede verse fácilmente en el perfil de contaminantes, respecto de los sectores económicos en el que el Certificado es viable o el reuso factible; los datos son consistentes. Lo más importante es que la revisión de expedientes confirma que, si se cuenta con infraestructura de tratamiento, esta no se aprovecha adecuadamente, o que los procesos se relajan, en tanto que no existe una supervisión consistente por parte de las autoridades.

1.3.2.7. Economía ambiental.

Todos los análisis anteriores conducen a un círculo vicioso en el que el tipo y características de los tratamientos de las aguas residuales utilizados en la industria dependen de las relaciones costo-beneficio entre ellos y de los precios del agua y las penalizaciones de las cargas contaminantes. Los derechos por el uso de agua y las descargas de aguas residuales se cobran y se fijan en función de las capacidades de pago de los sectores económicos y de la viabilidad de utilizar determinadas tecnologías, disfrazado en el concepto de disponibilidad. Ninguna de estos condicionantes va a variar por sí misma, hasta que los mantos acuíferos se

agoten, más bien como resultado de las políticas de subsidio, entonces, ante la "disponibilidad cero", nuestras autoridades decidan sobre la conveniencia de una política de sustentabilidad.

En el estudio en cuestión, los diferentes enfoques utilizados condujeron al círculo vicioso mencionado, lo que se manifiesta en la práctica en una tendencia negativa de las empresas a relajar sus procesos de tratamiento y sólo cumplir con la NOM, por una parte y en prácticas viciosas como la de adquirir terrenos agrícolas con derechos de agua y canalizar esta a las plantas industriales.

Para resolver este problema, se plantea la aplicación de la metodología de análisis desarrollada por el Banco Mundial y las organizaciones ambientalistas

El método de valoración de proyectos de inversión de desarrollo sustentable, prevé que un proyecto industrial debe ser planteado por los sectores económicos, mediante una metodología de análisis que tome en cuenta los beneficios, con respecto a los costos de desarrollo, impactos ambientales y riesgos a la salud. Y así también debe ser evaluado por las instituciones gubernamentales que autoricen el establecimiento de dichas industrias.

En lo que respecta a la problemática objeto del presente estudio, la aplicación de la metodología de desarrollo sustentable, obligaría a la CNA, y al Gobierno Federal en su conjunto a ponderar el cobro de derechos por uso de agua y por descarga de contaminantes en las aguas residuales a los cuerpos de agua propiedad de la nación, en términos de los costos de descontaminación de los cuerpos de agua y de restitución de los mismos a un estado de "balance hidráulico", así como en función de los costos sociales que tendrán la aparición de enfermedades relacionadas con los contaminantes emitidos a los cuerpos de agua.

En el ámbito de este estudio, los indicadores de sustentabilidad son los propios contaminantes, los indicadores de impacto a la salud son los LMP y las normas de salud y la temporalidad puede ser la misma que la utilizada en los proyectos industriales; unos 30 años.

Para propósitos de este análisis, se presenta una posible ponderación de las distintas variables y problemas derivados de la situación actual y se plantea un esquema de sustentabilidad, utilizando la información disponible para la entidad y los distintos enfoques técnicos y económicos expuestos. El objetivo es que este análisis sea el punto de partida para un trabajo a nivel nacional.

1.3.3. Desarrollo del Estudio en otras Entidades Federativas.

Características que distinguen a Querétaro de otras entidades en términos de la problemática del manejo de aguas residuales.

Rápidos cambios de la disponibilidad de agua.

Incremento sostenido de su población.

Crecimiento sostenido de la actividad industrial.

Creciente competencia de los sectores económicos por el agua causada por las restricciones a la perforación de pozos nuevos..

Cambios en los patrones climáticos y de explotación de los recursos naturales.

Disponibilidad media de agua que permite la posibilidad de un crecimiento ordenado de las actividades económicas, sin que las restricciones de disponibilidad sean catalogadas como críticas y se implementen esquemas de mitigación de desastres.

Existe información suficiente para analizar el comportamiento de los sectores económicos.

1.3.3.1. Requerimientos.

Requerimientos de información, así como de recursos materiales y humanos para realizar un análisis similar.

Análisis de laboratorio de los usuarios de descargas de aguas residuales, con la periodicidad necesaria para determinar si el usuario en cuestión se mantiene estable.

Personal que cuente con conocimientos y experiencia en la administración de descargas de aguas residuales, el sistema de expedición de Títulos de Concesión y con responsabilidad sobre la discreción de la información del sistema de control de recaudación.

Que el responsable cuente con capacitación y experiencia en el uso y manipulación de archivos generados por sistemas de bases de datos

Que la persona responsable tenga arraigo en la entidad federativa en cuestión, para que tenga la capacidad de intuir si la información que arroja el análisis de las bases de datos es congruente con la realidad socioeconómica de su entidad.

1.3.3.2. Sistemas de Información.

La Situación actual de los sistemas de información de la CNA, en relación con el análisis global del perfil de contaminantes.

Las entidades federativas proporcionan información al nivel central de la institución, mediante la preparación de reportes con periodicidad específica o a solicitud expresa del funcionario interesado.

En el caso del Sistema de Administración y control de Descargas de Aguas Residuales, se buscaba conocer el estado de los parámetros básicos como DBO, Sólidos suspendidos Totales y grasas y aceites, en términos de la carga contaminante acumulada..

Esto es, el sistema no genera un "perfil de contaminantes", es más no es un sistema, en términos informáticos. De hecho, este es uno de los objetivos implícitos de proponer una reforma legal para garantizar la sustentabilidad del uso de los cuerpos de agua, o de revisar los parámetros económicos de los derechos de agua.

Dependiendo de la infraestructura de cómputo disponible en las Delegaciones Estatales, es previsible que los sistemas en los que se generan estos informes, tengan diferencias importantes.

Otro aspecto importante es que, existe cierta libertad en cuanto a la información solicitada y mucha de la objetividad de los informes depende de la capacidad del responsable, para interpretar los resultados de los análisis de laboratorio.

En relación con el contexto económico y social de las distintas entidades federativas, las Gerencias Estatales pueden o no, ser diligentes en el manejo de sus acervos de información, porque no existen lineamientos establecidos por las oficinas centrales de CNA a este respecto. Por ello, la responsabilidad de quien se encargara de generar el perfil de contaminantes es vital en lo relativo a la capacidad de obtener y sintetizar información económica y estadística. (El responsable debe estar familiarizado con los productos del INEGI sobre su entidad en el ámbito federal y con las dependencias que generan información en el nivel estatal).

1.3.3.3. Objetivos.

Realizar un “cruce” de las bases de datos de administración y control de descargas, Control de la recaudación, Registro Público de Derechos de Agua, para obtener el perfil de contaminantes de los usuarios de la entidad federativa.

Obtener y analizar la información económica de la entidad, para generar un panorama de la situación del aprovechamiento del agua por parte de las ramas de actividad económica, los sectores industriales y los subsectores y giros industriales específicos de la entidad.

1.3.3.4. Actividades.

Los sistemas de información fueron desarrollados en distintas aplicaciones, distinto tiempo y por distintas entidades o áreas de la CNA. Mientras que la base de datos de recaudación y la del Registro Público de Derechos de Agua son verificadas respecto de su integridad y homogeneidad, la administración y control de Descargas de Aguas Residuales no se ha sistematizado como una unidad homogénea de información (no cuenta con estructura de base de datos).

La tarea del responsable será la de, hacerse de y utilizar alguna aplicación de manejo de bases de datos como Access, o por lo menos, Excel, para empezar a acumular información como la siguiente.

Análisis de Laboratorio de los usuarios de aguas residuales.

Información de los títulos de Concesión (la del REPDA).

Información sobre el estado de Programa de Acciones para Mejorar la Calidad de Descargas de Aguas Residuales.

Información sobre los pagos por concepto de derechos, tanto de aguas nacionales, como de los de descargas de aguas residuales.

Información económica sobre su entidad, como el PIB, la PEA, datos socioeconómicos y geográficos y demás información útil para asociar el comportamiento sectorial al consumo y descargas de agua.

Una vez recopilada la información:

Asociar a los usuarios de descargas de aguas residuales una clave de sector económico de la CNAP del INEGI.

Obtener los valores de los parámetros de los análisis de las descargas de aguas residuales e incorporarlos a la base de datos.

Elaborar gráficas de los valores de cada uno de los parámetros contaminantes con el formato de "diagrama de control".

Asociar los volúmenes "Concesionado", autorizado de descarga, de consumo declarado, y de descargas declaradas, a la información sectorial y de parámetros contaminantes y generar una tabla conteniendo un campo con la carga contaminante (carga = volumen X concentración del contaminante). Para cada parámetro.

Realizar "filtrados" de los datos para cada parámetro contaminante.

En los capítulos subsecuentes se pueden encontrar las gráficas y diagramas generados mediante estas asociaciones

Por lo que respecta a la información del Programa Hidráulico, ésta es el resultado de estudios que se han desarrollado como resultado de las políticas dictadas por el nivel Central de la CNA, y su discusión no tiene sentido, ya que existen "Términos de Referencia" para su desarrollo.

1.3.4. Aplicación del Estudio en Proyectos de Inversión en Infraestructura de Tratamiento.

Es posible utilizar el presente estudio como una guía para los aspectos a considerar en el desarrollo de un proyecto de infraestructura de tratamiento de aguas residuales. La perspectiva que se presenta en el estudio es la de las instituciones públicas. Su propósito fundamental es el de conjuntar todos los antecedentes y aspectos a considerar para el planteamiento de reformas legales y estrategias institucionales orientadas al logro de un esquema de aprovechamiento sustentable del agua.

Por el contrario, desde la perspectiva de la industria o de las organizaciones responsables de proporcionar servicios de saneamiento, el objetivo es realizar inversiones que cumplan con la

legislación vigente y que operen adecuadamente desde el punto de vista técnico. Esto parece lógico, pero en la realidad no ocurre, ya sea porque los responsables no conocen el marco legal vigente y no adaptan su desarrollo técnico a él, o bien, porque lo conocen bien y, confiados en la falta de supervisión gubernamental, escatiman gastos en el diseño y en la construcción de la infraestructura de tratamiento, lo que la vuelve inútil y compromete fiscalmente a los inversionistas, aún antes de que la infraestructura opere.

La utilidad del estudio en este contexto es la siguiente:

Proporciona información respecto de las características básicas de los tratamientos de aguas residuales, tanto municipales como industriales y se relaciona ésta con los tipos de contaminantes que habrán de tratarse.

La información de buenas prácticas técnicas, económicas y legales, puede relacionarse con "la realidad" industrial y municipal, considerando los tipos de tratamientos utilizados por los agentes económicos, y su eficacia en la remoción de contaminantes, según la apreciación de la autoridad. Esta perspectiva no es similar a contar con análisis de laboratorio, porque los análisis de laboratorio obtenidos de infraestructura mal desarrollada, sólo reflejan que la inversión fue inadecuada y normalmente, dichas inversiones son obras civiles que no pueden destruirse y volverse a construir. Desde la apreciación de la autoridad, los usuarios con infraestructura inapropiada, mantienen siempre su carácter de "morosos" y "contaminadores", porque las adecuaciones de su infraestructura no funcionan y como usuarios, mantienen patrones de incumplimiento consistentes o reportan información en forma dolosa.

Se presenta la situación estatal y las perspectivas al 2025, con una doble intención; la primera, de mostrar lo precario de la situación del recurso agua y la segunda, de presentar las dificultades inherentes de un proceso de planeación en el que existen tantas variables y factores de incertidumbre. Esto es de utilidad para un potencial inversionista, porque puede tomar las providencias para solventar posibles desabastos o considerar la reutilización en proceso o el reuso de sus aguas residuales como factores que formarán parte de su proceso integral y su relación con el entorno social.

Puesto que puede vincularse la situación y perspectivas estatales con la situación económica de los subsectores industriales, puede valorarse si las inversiones en un sector específico enfrentarán condiciones de competencia económica o por el uso competido de recursos como el agua.

La exposición de los sistemas de información mediante los que se administra el agua y las aguas residuales, puede utilizarse para implementar controles en las plantas de tratamiento que proporcionen la información sobre los "parámetros clave" o por lo menos, los que deberán informarse a las autoridades.

Se puede obtener información respecto de cuál es el manejo apropiado para un subsector de la industria, que tipo de tratamiento es el apropiado en función del volumen necesario para el proceso y de los sistemas de detección y control que serán necesarios para mantenerlo dentro de los niveles permisibles, aunque, esto quizás ya no sea muy útil en unos años, porque la tendencia no es en favor de desechar las aguas, sino de conservarlas, aún en su carácter de "residuales".

2. El Manejo Apropriado del Agua.

Al enfrentarse a la problemática del buen manejo de las aguas residuales, nadie tiene la preparación suficiente por el sólo hecho de contar con una carrera profesional en la especialidad que sea. Los ingenieros mecánicos, electricistas o industriales, no cuentan con las herramientas necesarias de química; los químicos, no cuentan con los conocimientos de ingeniería civil o mecánica, los expertos en ciencias biológicas pueden entender la magnitud del desastre ecológico, pero no tienen los elementos para la resolución de problemas de las ingeniarías y los políticos no tienen ninguna herramienta tecnológica y son quienes, a fin de cuentas, toman las decisiones. Más aún, cuando los profesionistas de distintas áreas participan en la solución de problemas relacionados con el deterioro ambiental, sus criterios difieren y son a veces contradictorios

En el desarrollo del presente análisis, es necesario proveer al lector de un cúmulo mínimo de información que permita uniformar el criterio de ataque del problema de la administración de las aguas residuales industriales apegada a buenas prácticas técnicas, ecológicas y económicas, desde la perspectiva de la administración pública; no los conocimientos necesarios para el desarrollo de un sistema de tratamiento de aguas residuales.

El objetivo de este capítulo es proporcionar la información mínima necesaria para uniformar el criterio bajo el cual se plantea la viabilidad del Certificado de calidad del agua y las deficiencias en el esquema tarifario de la penalización a los usuarios de los cuerpos de agua, receptores de las descargas de aguas residuales

El problema estriba en que existe una importante deficiencia en la preparación de los profesionales de las distintas especialidades de la ingeniería, en lo relativo a la cultura ambiental, así como también sucede en las disciplinas biológicas, respecto de la problemática de las actividades económicas y la industria de transformación.

La complejidad de los textos crece a medida que lo planteado se hace más específico, pero no es posible plantear un tema tan complicado en forma más simple.

En primer término se exponen la historia, los tipos y características de los tratamientos utilizados para manejar adecuadamente las aguas residuales municipales.

Después se presentan las prácticas convencionales de tratamiento de aguas residuales industriales, con la finalidad de, no sólo exponer las consideraciones relativas a los tratamientos en sí, sino también de exponer un "criterio", que por cierto, no es el más moderno pero es el que mayormente impera en los responsables de las instalaciones industriales de México.

Más adelante, se describen detalladamente las características y aplicaciones industriales de los componentes que después se constituyen en los principales contaminantes previstos en la legislación., en particular, las de los metales pesados.

La discusión de los criterios de diseño y operación de plantas de tratamiento se sustenta en los criterios expuestos y se complementa con la información que es posible obtener de la práctica y de los comportamientos observados en los sistemas de información utilizados para la administración del agua.

Puesto que el objetivo fundamental del trabajo es determinar la viabilidad del Certificado de Calidad del Agua (CCA) y en el ámbito industrial la unidad de medida universal de la conveniencia de algo es el dinero, las consideraciones económicas que rodean al agua de suministro (por su valor) y a las aguas residuales (por los costos asociados a éstas), son tan importantes como las consideraciones de viabilidad técnica, probablemente aún más. De hecho, uno de los objetivos específicos del presente estudio es examinar cuál debe ser el peso específico que se da a todos los aspectos –técnico, económico y legal-, en una decisión de inversión asociada con el manejo del agua en una instalación industrial.

En este capítulo se analizan aspectos tales como el valor del agua como bien de cambio, el esquema de penalización que se aplica a los contaminadores y los mecanismos de los que el Estado se vale para asignar y reasignar el valor de los recursos naturales.

En esta sección se hace una breve exposición de los principales ordenamientos legales sobre los que sustenta la política nacional de manejo del agua, la estructura orgánica de la CNA y los esquemas operativos para la administración del agua.

La Ley de Aguas Nacionales contiene todos los aspectos relativos a la política y administración de los derechos de uso y aprovechamiento del agua. Sin embargo, es en la Ley Federal de Derechos que se definen los aspectos económicos y fiscales de la materia.

La sección continúa con la exposición de la normalización que establece los parámetros de calidad del agua y el proceso por el cual, estos criterios se formalizan y adquieren validez legal.

Además, se exponen las principales dificultades técnicas en la definición de los valores de estos parámetros, en el apartado sobre metrología y la problemática que existe en torno a la operación de la infraestructura nacional de laboratorios secundarios y su impacto en la calidad del agua.

Por último, se describe la estructura organizacional de la CNA, sus funciones, su problemática y sus grandes retos. Se hace énfasis en los aspectos relativos a la calidad de las aguas residuales

2.1. Aspectos Técnicos.

En este apartado se exponen las características que distinguen a las aguas residuales de las distintas aguas. Se establece que su carácter de “residuales” es más bien una cuestión de prejuicios culturales y no una característica de calidad del agua en sí. Se presentan los aspectos históricos que explican por qué es que se trata y se conduce el agua residual en “cañerías” y las razones que dan lógica a la percepción social de las aguas residuales como tales.

Posteriormente, se presentan los distintos tipos de tratamientos, de acuerdo con su orden “lógico”, en relación con los sistemas de tratamiento municipal.

Más adelante se presenta la perspectiva industrial de ataque al problema de las aguas residuales, más generalmente, de las distintas “aguas” utilizadas en la industria. Esto, con el

propósito de eliminar los "mitos" respecto del tratamiento de las distintas aguas y de exponer la práctica convencional en la industria.

En el apartado de contaminantes se presentan las características y aplicaciones de los elementos y sustancias que posteriormente se convierten en contaminantes y que están consignados en la legislación vigente. Esto, con el propósito de presentar al lector la perspectiva real del problema del tratamiento de microcontaminantes. Se enfatizan las características de los "metales pesados" porque son estos los más problemáticos en el contexto nacional de largo plazo, sin menoscabo de todos los demás contaminantes que la industria libera al medio ambiente.

También se hace mención de las principales técnicas de medición y detección de contaminantes, con el fin de que el lector pueda apreciar los requerimientos de infraestructura y la complejidad de los sistemas de control que deben implementarse para manejar adecuadamente la infraestructura de tratamiento en una instalación industrial moderna.

En la parte de diseño y operación de plantas de tratamiento, se presentan las características distintivas de los sistemas industriales y municipales. También se analiza la cuestión económicas y políticas de la implementación de infraestructura de tratamiento municipal y se presentan los costos relativos de los sistemas de tratamiento de microcontaminantes. Así también, se plantean los criterios de viabilidad (el círculo vicioso de la viabilidad técnica en función del costo).

También se exponen las definiciones de los parámetros de calidad del agua, de acuerdo con la legislación vigente, así como la caracterización de las aguas residuales y las tratadas.

2.1.1. Tratamientos.

2.1.1.1. Tratamiento de Aguas Residuales Municipales.

Este consiste de varios procesos tales como la recolección, el tratamiento y la disposición final tanto del agua como de los residuos que esta transporta, provenientes de los desechos domésticos e industriales. El tratamiento de las aguas residuales adquirió mucha mayor importancia a partir de la década de los 70, en la que la creciente preocupación por el deterioro ambiental a nivel mundial. Lo anterior como resultado de la contaminación presente en el aire, en los ríos, lagos, mantos acuíferos, proveniente de los desechos domésticos, municipales, industriales y agrícolas.

2.1.1.1.1. Historia.

Los métodos de la disposición de residuos se remontan a la antigüedad y se han encontrado vestigios de sistemas de drenaje sanitario que se remontan a las civilizaciones prehistóricas, en ciudades como Creta y las de la cultura Asiria. Algunos sistemas de drenaje construidos por los romanos funcionan en la actualidad. Sin embargo, la función principal de estos sistemas era el drenaje de los caudales producto de las tormentas. La práctica romana de

tirar los desechos domésticos en las calles ocasionó que una gran cantidad de residuos orgánicos se descargaran en los sistemas de drenaje pluvial.

Casi al final de la edad media aparecieron de letrinas subterráneas y posteriormente de los Cespools, Cuando estos sistemas se llenaban, los dueños tenían que contratar a trabajadores sanitarios que debían retirar manualmente la materia acumulada y ésta se utilizaba como fertilizante en alguna granja cercana, o bien, se vertían en alguna corriente cercana o a terrenos baldíos.

Varios siglos más tarde se retomó la construcción de obras de drenaje pluvial, que consistían en canales abiertos, zanjas o alcantarillas en las calles. Primero, se prohibió la disposición de desechos en estos drenajes, pero para el siglo XIX, se habían reconocido los beneficios que traía a la salud pública, la disposición de los desechos humanos a los sistemas de drenaje pluvial, para su rápida evacuación.

El advenimiento de los sistemas de suministro de agua y de las instalaciones de plomería a nivel doméstico, impulsó el uso de los excusados con tanque de agua y este fue el comienzo de los sistemas modernos de drenaje. Aun cuando eran previsible en ese entonces, que el uso de sistemas de drenaje sanitario implicaba un desperdicio de recursos, riesgos de salud pública y que eran costosos, muchas ciudades los construyeron y para 1910 existían más de 30000 km de líneas de drenaje sólo en Estados Unidos.

A principios del siglo XX, algunas ciudades e industrias reconocieron la problemática de salud pública generada por la descarga directa de aguas residuales a los cuerpos de agua, lo que dio como resultado la construcción de las primeras plantas de tratamiento de aguas residuales.

En este mismo período se introdujo el uso de la fosa séptica, con el objeto de proporcionar un tratamiento parcial a los desechos domésticos de usuarios individuales en áreas suburbanas o rurales. En virtud de que existían abundantes cuerpos de agua en los que podían diluirse los desechos y porque había que enfrentar muchos problemas sociales y económicos, en la primera mitad del siglo XX, fueron pocas las industrias y las municipalidades que proporcionaron un tratamiento adecuado a sus descargas de aguas residuales.

En los años 50 y 60 los gobiernos pusieron mayor énfasis en la construcción de plantas de tratamiento, aportaron recursos, tanto a la investigación, como a los programas de capacitación y asistencia técnica. Esto trajo como resultado el desarrollo de nuevos procesos de tratamiento de efluentes, de técnicas para el análisis de aguas residuales y de métodos para la evaluación de los efectos de los contaminantes sobre el medio ambiente. Aún a pesar de estos esfuerzos, el crecimiento poblacional y la expansión industrial y económica han ocasionado que se hayan incrementado los problemas de la contaminación ambiental y los riesgos a la salud pública.

La década de los 70 vio nacer muchos de los ordenamientos legales que sientan las bases para la administración de los residuos industriales y demás contaminantes en muchos países del mundo. Esto en virtud de los efectos adversos que ya se manifestaban en todos los países industrializados y en vías de desarrollo, así como por la creciente difusión de éstos efectos en los medios masivos de comunicación. Este fenómeno de difusión cobró mayor importancia en los Estados Unidos, probablemente porque los efectos negativos de la contaminación fueron más evidentes a raíz de su mayor desarrollo industrial y al modo de vida

dispendioso de la sociedad norteamericana, en términos de los recursos naturales. Esta tendencia social de concientización continúa hasta nuestros días, ahora, no sólo con la idea de la reincorporación de los residuos al medio ambiente, sino con la perspectiva de la reutilización de los mismos.

2.1.1.1.2. Sistemas de Conducción.

Las aguas residuales son transportadas desde sus orígenes hasta la planta de tratamiento mediante sistemas de tuberías, que se clasifican según el tipo de agua residual que estos conducen. Si el sistema transporta desechos domésticos y descargas pluviales, se denomina sistema combinado. Estos sistemas normalmente proporcionan servicios a las secciones antiguas de las ciudades. Conforme las ciudades se expanden y estas asumen la tarea de proporcionar servicios de tratamiento de descargas, se puede optar por separar las descargas sanitarias y pluviales, mediante redes independientes de conducción. Este arreglo es mucho más eficiente porque evita que los grandes volúmenes de descargas pluviales se incorporen a los caudales de descargas sanitarias, también proporciona mayor flexibilidad en la operación de la planta y evita que la contaminación resultante de la sobrecarga de flujo combinado, que ocurre cuando las tuberías son incapaces de transportar los desechos domésticos y las descargas pluviales, se vierta en los cuerpos de agua.

Otra solución al problema de la sobrecarga, adoptada por muchas ciudades que no pueden enfrentar los altos costos de la construcción de redes independientes es la construcción de grandes depósitos en los que se almacenan los volúmenes pluviales excedentes, para ser reintroducidos al sistema de tratamiento una vez que las condiciones de flujo se han normalizado.

Los usuarios domésticos se conectan a la red municipal mediante tuberías de albañal, fierro o VC (cloruro de polivinilo) de 3 ó 4 pulgadas de diámetro. Las líneas de diámetros mayores, normalmente se encuentran en medio de las avenidas a una profundidad de alrededor de 1.6 m. Las tuberías menores, normalmente se fabrican de concreto o asbesto-cemento, para las mayores se utiliza concreto armado. A diferencia de los sistemas de conducción de agua potable, en los sistemas de conducción de aguas residuales fluyen en las tuberías por gravedad y no por presión. Las tuberías deben tener una pendiente para permitir que éstas fluyan a una velocidad de por los menos 0.46m/s, puesto que a velocidades menores la materia sólida tiende a depositarse en los tubos. Los sistemas de conducción de drenaje pluvial son similares a los de conducción de drenaje sanitario, aunque en éstos, los diámetros de las tuberías deben ser mucho mayores. Algunos sistemas de drenaje, tales como los sifones invertidos y las tuberías de las estaciones de bombeo trabajan a presión, por lo que se les denomina "de conducción forzada".

Las líneas de conducción de drenaje urbanas, normalmente descargan a interceptores (registros) que posteriormente se conectan a truncales (colectores) que descargan a la planta de tratamiento. Los registros se construyen de ladrillos o concreto, las truncales son a veces, lo suficientemente grandes para permitir el paso de camiones

2.1.1.1.3. Naturaleza de las aguas residuales.

El origen, la composición y el volumen de aguas residuales, obedece a los patrones de comportamiento social y estilo de vida de la población. Cuando se incorporan desechos al agua, a ésta se le denomina cloacal, residual, o descarga.

2.1.1.1.3.1. Origen y volumen.

El agua residual proviene de diversas fuentes, tales como las descargas domésticas e industriales, de la infiltración del agua subterránea y del escurrimiento meteorológico. A estas clases de aguas residuales se les denomina descargas domésticas, descargas industriales, infiltración y descargas pluviales.

Las descargas domésticas son el resultado de las actividades que la gente realiza día con día, como el bañarse, las secreciones corporales, el lavado, la preparación de alimentos y las actividades recreativas, promediando unos 227 – 250 litros por persona por día. El volumen y la naturaleza de las descargas industriales varían significativamente, en función del tipo de industria, de la forma en que las empresas administran su consumo de agua y del nivel de tratamiento de sus aguas residuales antes de ser descargadas. Una acería por ejemplo, puede descargar un volumen que oscila entre los 5700 hasta unos 151000 litros, por cada tonelada de acero producido, aunque este volumen puede reducirse significativamente si las aguas se reciclan.

La infiltración ocurre cuando las líneas de drenaje se ubican por debajo del nivel freático o cuando el agua de lluvia se infiltra hasta la profundidad a la que se encuentra el tubo. Esta es indeseable porque impone una carga adicional a la planta de tratamiento. La cantidad de drenaje pluvial que debe ser evacuado depende de los niveles de precipitación pluvial y del rendimiento de la cuenca hidrográfica.

Un área metropolitana típica descarga un volumen de aguas residuales de alrededor de 60 a 80 % del agua suministrada diariamente. La porción restante se utiliza para el lavado de autos o el riego de jardines, así como para procesos de fabricación de las industrias alimentaria, enlatadora y embotelladora.

2.1.1.1.3.2. Composición.

La composición de las aguas residuales se analiza utilizando parámetros físicos, químicos y biológicos. Los análisis más comunes son la medición de sólidos, de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), de la demanda química de oxígeno (DQO) y del pH.

Los residuos sólidos incluyen los disueltos y los sólidos en suspensión. Los sólidos disueltos son aquellos materiales que pasan a través del "papel filtrante" y los sólidos en suspensión son aquellos que son retenidos. Los sólidos en suspensión se subdividen en sedimentables y no sedimentables, dependiendo de la cantidad de material en miligramos que se asentarán fuera de la solución de un litro de agua residual en un periodo de 1 hora. Todas estas clases de sólidos pueden dividirse también en sólidos volátiles y fijos, siendo los volátiles, aquellos constituidos generalmente por compuestos orgánicos y los fijos, estando constituidos por los

materiales inorgánicos o minerales. Las concentraciones de materia orgánica se miden mediante los análisis de DBO5 y DQO. La DBO5 o DBO es la cantidad de oxígeno utilizada en un periodo de 5 días, que los microorganismos requieren para descomponer la materia orgánica contenida en las aguas residuales, a una temperatura de 20°C. Análogamente, la DQO es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica empleando dicromato en una solución ácida, de manera que ésta se transforme en bióxido de carbono y agua. El valor de la DQO siempre será mayor al de DBO, porque muchos compuestos orgánicos que pueden oxidarse químicamente, no pueden oxidarse mediante procesos biológicos. Comúnmente, la DBO se utiliza para probar la "carga" o "fuerza" de los efluentes crudos o tratados, ya sea municipales o provenientes de las aguas residuales industriales biodegradables. La DQO, se utiliza para determinar la carga de las aguas residuales que no son biodegradables o que contienen compuestos que inhiben la actividad microbiana. El análisis de pH permite determinar la acidez de una muestra de aguas residuales. Los valores típicos de sólidos, DBO, para los efluentes domésticos se muestran en la siguiente tabla. La materia orgánica en los efluentes domésticos típicos, contiene aproximadamente un 50% de carbohidratos, 40% de proteínas y 10% de grasas. El pH puede variar entre 6.5 y 8.0.

| Tipo de sólidos | Sólidos (mg/lit) | | | DBO5 (mg/lit) | DQO (mg/lit) |
|------------------|------------------|-----------|---------|---------------|--------------|
| | Fijos | Volátiles | Totales | | |
| Suspendidos | 70 | 175 | 245 | 110 | 108 |
| Sedimentables | 25 | 100 | 145 | 50 | 42 |
| No sedimentables | 45 | 75 | 100 | 60 | 66 |
| Disueltos | 210 | 210 | 420 | 30 | 42 |
| Total | 280 | 385 | 665 | 140 | 150 |

La composición de las aguas residuales industriales no puede ser fácilmente caracterizada por un conjunto de valores típicos, en virtud de que su composición depende de los procesos de manufactura involucrados en cada giro productivo. Por lo anterior, la concentración o carga de las aguas residuales industriales se considera desde la perspectiva municipal, en términos de su equivalencia con un número de personas (equivalente de población), que se requerirían para producir aguas residuales con la misma carga. El equivalente de población EP, normalmente se expresa en términos de DBO. Para ello, se utiliza un factor con un valor promedio de 0.077kg de DBO (5 días a 20°C) por persona por día. Por ejemplo, el equivalente de población de un rastro varía entre 5 y 25 EP por animal.

La composición de las descargas producto de la infiltración depende de la naturaleza del agua subterránea que se trasmina a los tubos. Las descargas pluviales contienen concentraciones significativas de bacterias, microcontaminantes (elementos traza), aceites y de químicos orgánicos (p. ej.) , hule de llantas.

2.1.1.1.4. Tratamientos Primarios..

Los procesos involucrados en el tratamiento de las aguas residuales municipales, realizados en las plantas de tratamiento, se clasifican como tratamientos primarios, secundarios y terciarios

Las aguas residuales que entran a una planta de tratamiento contienen materiales que pueden tapan o dañar la maquinaria y equipos de bombeo. Estos materiales se separan mediante rejillas o barras verticales y dichos materiales se incineran o entierran, después de ser removidos manualmente o por medios mecánicos. Posteriormente, el agua fluye a través de un molino donde la hojarasca y demás materiales orgánicos se reducen de tamaño, para permitir un tratamiento más eficiente y su remoción subsecuente.

Antiguamente, se utilizaban tanques de sedimentación largos y delgados, denominados cámaras de gravilla, para la remoción de materiales inorgánicos como grava, arena, limo y cenizas. Estas cámaras estaban diseñadas para permitir el asentamiento de partículas mayores a 0.2 mm de diámetro, mientras que se permitía el paso de las partículas más pequeñas y la mayoría de los sólidos orgánicos que permanecían en suspensión. Actualmente, es más común el uso de cámaras de gravilla de forma espiral con fondos estriados, o bien, clarificadores con rastras mecánicas. La gravilla se remueve y se envía al relleno sanitario para su disposición final. La acumulación de gravilla es de alrededor de 0.08 a 0.23 m³ (3 a 8 pies cúbicos) por 3.8 millones de litros (1 millón de galones) de agua residual. (Esto corresponde a una relación de alrededor de 0.1 m³ de sólidos por cada mil metros cúbicos de agua; 1: 10000, (Otros autores hablan de relaciones de 1: 1000).

2.1.1.1.4.1. Sedimentación.

Una vez removida la gravilla, el agua pasa a un tanque de sedimentación en el que la materia orgánica se asienta y es retirada para su disposición. En el proceso de sedimentación es posible remover alrededor de 20 a 40 % de la DBO y del 40 al 60% de los sólidos en suspensión.

En algunas plantas de tratamiento para efluentes industriales, la velocidad de sedimentación puede incrementarse, mediante la incorporación de los procesos químicos de coagulación y floculación al tanque de sedimentación. La coagulación consiste en la adición de sustancias tales como el sulfato de aluminio, cloruro férrico o los "polielectrolitos" al agua que se está tratando. Esto hace que se alteren las características superficiales de la suspensión, de manera que las partículas se unan unas a otras y se precipiten. La floculación causa que los sólidos suspendidos se conglomeren. La coagulación y floculación pueden remover más del 80% de los sólidos en suspensión.

2.1.1.1.4.2. Flotación.

Una alternativa al proceso de sedimentación utilizada en el tratamiento de algunos tipos de aguas residuales es la flotación. En este proceso, se forzan grandes cantidades de aire, a una presión de entre 1.75 a 3.5 kg/cm² (25 a 50 lb /in²), en el agua a tratar. El agua residual sobresaturada con aire, se descarga a un tanque abierto. En el tanque abierto, las burbujas que suben a la superficie arrastran a los sólidos en suspensión hasta la superficie,

permitiendo que éstos sean removidos o decantados. La flotación permite remover más del 75% de los sólidos en suspensión.

2.1.1.1.4.3. Digestión.

La digestión es un proceso microbiológico en el que los complejos compuestos orgánicos (lodos), se convierten en metano, bióxido de carbono, y sustancias inofensivas que constituyen el humus. Las reacciones ocurren en un tanque cerrado o digestor anaerobio –sin oxígeno-. La conversión tiene lugar al completarse una serie de reacciones. Primero, las encimas hacen que la materia sólida se vuelva soluble, después, las sustancias resultantes son fermentadas por un conjunto de bacterias productoras de ácidos, con lo cual los compuestos complejos se reducen a ácidos orgánicos simples, tales como el ácido acético. Los ácidos orgánicos son transformados en metano y bióxido de carbono por otro grupo de bacterias (metanizantes). Los lodos espesados se calientan y se añaden al digestor, de forma tan continua como sea posible, y se mantienen en el digestor por períodos de entre 10 a 30 días, lo necesario para que estos se descompongan. Con la digestión se logra una reducción de los compuestos orgánicos de entre el 45 al 60%.

Los lodos digeridos se colocan en bancos de arena para su secado. El secado se consigue mediante la infiltración al subsuelo y la evaporación, que son los principales procesos de deshidratación. El secado con aire requiere de climas relativamente cálidos y secos, por lo que algunas plantas de tratamiento cuentan con instalaciones de tipo invernadero para guarecer los bancos de arena. En la mayoría de los casos los lodos secos se utilizan como acondicionadores de suelos, algunas veces se usan como fertilizantes, debido al 2% de nitrógeno y 1% de fósforo que contienen

2.1.1.1.5. Tratamientos secundarios.

Una vez que se han removido del 40 al 60% de los sólidos suspendidos y del 20 al 40% de la DBO₅, por medios físicos en los tratamientos primarios, se utilizan tratamientos secundarios para reducir biológicamente la materia orgánica remanente en las aguas sometidas a tratamiento. Normalmente, los procesos utilizados son “aeróbicos” – esto es, que los microorganismos funcionan en presencia de oxígeno disuelto. Los tratamientos secundarios son en realidad los procesos biológicos que utiliza la naturaleza para disponer de los residuos, sólo que el hombre ha aprendido a controlarlos y a acelerarlos. Los microorganismos aeróbicos, en presencia de oxígeno, convierten la materia orgánica en compuestos mucho más estables como bióxido de carbono, agua, nitratos y fosfatos, o bien, en otros compuestos orgánicos más simples. La producción de materia orgánica es un resultado indirecto de los procesos aeróbicos, pero estos subproductos deben removerse antes de poder descargar el agua a los cuerpos receptores.

Los tratamientos secundarios comprenden varios procesos alternativos, tales como tratamientos mediante: filtros rociadores, lodos activados, o lagunas de estabilización.

2.1.1.1.5.1. Filtros rociadores.

En este proceso, una corriente de agua se distribuye en forma intermitente sobre una cama o columna constituida por algún tipo de material poroso (sustrato). Sobre el se forma una película gelatinosa compuesta por los microorganismos que funcionan como el "agente de remoción". La materia orgánica de la corriente residual es absorbida por la película de microorganismos y convertida en bióxido de carbono y agua. El proceso de filtros rociadores, cuando fue precedido de un tratamiento de sedimentación primaria, puede remover hasta un 80% de la DBO del agua residual que entra a la planta de tratamiento.

2.1.1.1.5.2. Lodos Activados.

Este es un proceso aeróbico en el que las partículas gelatinosas que contienen los microorganismos (lodo) se encuentran suspendidas en la solución, que a su vez, está contenida en un tanque de aireación, por medio del cual se le suministra oxígeno. Las partículas de "lodo activado" que se conocen también como "la madre", están constituidas por millones de bacterias, en continuo crecimiento, que se adhieren unas a otras por la "baba" gelatinosa que secretan. Este conjunto absorbe la materia orgánica y la convierte en los subproductos aeróbicos ya mencionados. La reducción de la DBO fluctúa entre un 60 y un 85%

Un compañero importante de los tratamientos de filtros rociadores y de lodos activados es el "clarificador secundario" que consiste de un tanque de sedimentación, para separar las bacterias de la corriente bajo tratamiento antes de su descarga.

2.1.1.1.5.3. Lagunas de estabilización.

Otro tipo de tratamiento biológico son las lagunas de estabilización, mismo que requiere de una extensión grande de tierra, por lo que generalmente se utiliza en áreas rurales. Las más frecuentes son las "lagunas facultativas", porque se utilizan en condiciones de operación mixtas. Estas son de entre 0.6 a 1.5 m de profundidad y tienen una superficie de algunas hectáreas. En el fondo imperan condiciones anaerobias, donde los sólidos se descomponen. La región cercana a la superficie es aeróbica, por lo que en ella se lleva a cabo la oxidación de la materia orgánica disuelta y en suspensión coloidal. Mediante este tratamiento se puede obtener una reducción de la DBO de entre un 75 a un 85%.

2.1.1.1.6. Tratamiento avanzado de aguas residuales.

Si el cuerpo receptor requiere de un nivel de descontaminación mayor que lo que puede obtenerse mediante tratamientos secundarios, o si se pretende reutilizar el efluente final, se requiere aplicar un tratamiento avanzado al agua residual. Normalmente se utiliza el término "tratamiento terciario" para este tipo de procesos en forma indistinta pero los enfoques no son exactamente iguales. Los tratamientos terciarios, es decir, de tercera etapa, se diferencian de los tratamientos avanzados en que, en los tratamientos terciarios se incluye un proceso adicional para lograr la remoción del fósforo, en cambio, los tratamientos avanzados pueden

incluir procesos para remover contaminantes adicionales, tales como contaminantes refractarios. Los procesos disponibles permiten remover hasta un 99% de los sólidos en suspensión y de la DBO. Los sólidos disueltos se reducen mediante procesos tales como la ósmosis inversa, la electrodiálisis. La remoción de amoníaco, la desnitrificación y la precipitación de fosfatos, son procesos que pueden remover los contaminantes en cuestión, sin embargo, estos son a la vez los nutrientes esenciales en las aguas de riego. Si el agua se pretende reutilizar para el consumo, entonces, un proceso de desinfección por cloración, ozonificación o luz ultravioleta, que son los más convenientes para éste propósito. La utilización de tratamientos terciarios se está convirtiendo en una práctica común, si se considera la reutilización de las aguas residuales desde la perspectiva de los métodos de conservación del agua.

2.1.1.1.7. Disposición de efluentes tratados.

La disposición final de los efluentes tratados se puede realizar de varias formas. Sin embargo, la más común es la descarga directa a cuerpos receptores, sobre todo en las áreas donde la disponibilidad de agua decrece, tanto para las necesidades municipales como para las industriales. Los organismos municipales, estatales y federales están reconsiderando la reutilización de aguas residuales que han recibido tratamientos adecuados para la recarga de acuíferos, la irrigación, los procesos industriales, las necesidades recreativas y otros usos.

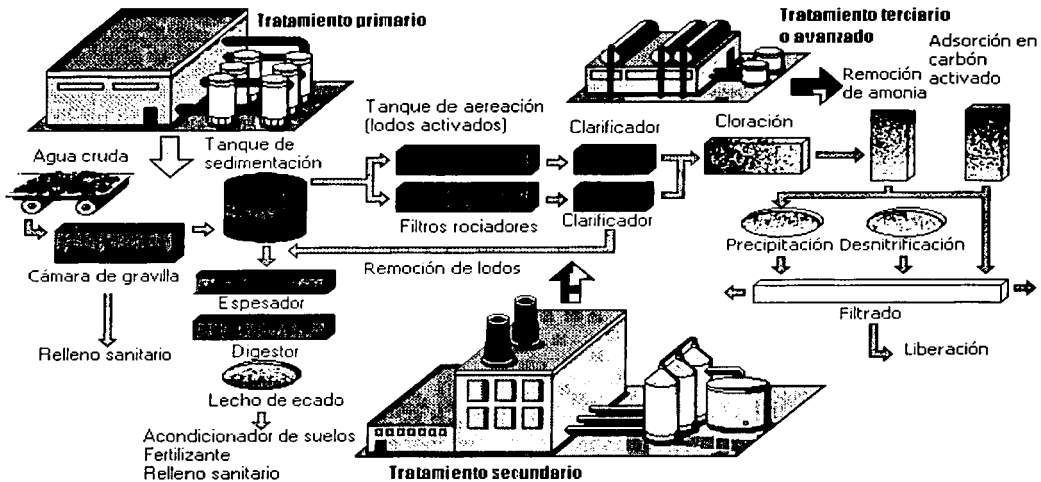
La primera planta de tratamiento a gran escala en Estados Unidos fue la del Organismo de agua potable y saneamiento de Denver, Colorado. Esta planta, con capacidad para tratar un millón de galones diarios, fue construida con la finalidad de demostrar la calidad, confiabilidad y viabilidad a gran escala del reuso de aguas residuales tratadas para suministro de agua potable. Los programas de prueba de calidad y efectos a la salud concluyeron en 1993, una vez que se demostró satisfactoriamente que el agua residual tratada superaba los requisitos establecidos para el agua potable. Se sometió el agua de reuso al escrutinio de la ciudadanía de Denver y los resultados fueron que el agua tenía la misma calidad que la suministrada de primer uso.

En esta planta se utilizan procesos de tratamiento primarios y secundarios de tipo convencional, seguidos por un proceso de clarificación por arcillas, mediante el que se remueven los compuestos orgánicos en suspensión. Mediante este proceso se crea una condición de alta alcalinidad para mejorar el proceso, misma que se revierte en la etapa siguiente, mediante la recarbonación, que regresa el pH a su nivel normal. Posteriormente, el agua pasa por etapas sucesivas de filtros de arenas y carbón. El amoníaco se remueve mediante un proceso de ionización. Los plaguicidas y cualquier otro compuesto orgánico que pudiera estar presente en la solución, se remueve mediante un filtro granular de carbón activado. Los virus y bacterias se destruyen mediante la ozonificación. En este punto se considera que el agua debe estar libre de contaminantes, pero a manera de protección, se cuenta con una segunda etapa de filtración por carbón activado y un proceso de ósmosis inversa. Finalmente, se añade dióxido de cloro para mantenerla libre de gérmenes en la etapa de suministro.

Actualmente, existen muchas plantas de tratamiento y recuperación de agua a nivel mundial, sobre todo en países como Arabia Saudita, Israel, Holanda y Estados Unidos.

2.1.1.1.8. Fosas Sépticas.

Estas se utilizan para el pretratamiento de desechos domésticos. Se construyen de concreto o metal y consisten de un tanque en el que los materiales sólidos se asientan en la parte inferior y los materiales que flotan suben a la superficie. Los efluentes, parcialmente clarificados, fluyen a depósitos de grava, en los que el agua se percola y después llega al suelo, donde se oxida en forma aeróbica. Las materias sólidas y compuestos flotantes retenidos permanecen en el dispositivo por meses o años, tiempo en el que se descomponen por procesos anaerobios



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.1.1.2. Las aguas y las aguas Residuales en la Industria.

La industria utiliza grandes volúmenes de agua en sus procesos de manufactura y en las operaciones complementarias. De hecho, la producción de alimentos, metales, productos químicos y otros bienes básicos requiere de un tonelaje de agua que excede con mucho el volumen combinado de otras materias primas. Las operaciones de acabado generalmente consumen cantidades apreciables de agua; la fabricación y ensamblado se satisfacen con cantidades relativamente pequeñas. Del agua que entra a las plantas industriales no mucha se convierte realmente en un constituyente del producto manufacturado, y por otra parte, sólo se consume una pequeña fracción o se pierde por evaporación. La fracción mayor no se emplea para fines de consumo, se convierte en agua residual y puede contener muchos contaminantes.

Para asegurarse los beneficios del suministro de agua y la evacuación de las aguas residuales, así como el transporte por carretera, ferrocarril y agua, de las materias primas y los productos manufacturados muchas plantas industriales se construyen cerca de los ríos de magnitud considerable y en las costas de lagos y mares

Las áreas urbanas vecinas o circundantes, que alojan su fuerza de trabajo y proporcionan servicios legales, financieros y técnicos, necesitan también agua y deben evacuar sus aguas residuales. Aun cuando las demandas de la industria y las poblaciones urbanas pueden por ello entrar en competencia, pueden mantener su compatibilidad. Para mantener los recursos regionales estéticamente atractivos y recreativamente útiles, las ciudades e industrias en crecimiento deben extenderse a distancias cada vez mayores - aguas arriba para los abastecimientos de agua limpia; aguas abajo para la evacuación de las descargas de aguas residuales; y en un ciclo completo, para la preservación de tierras de cultivo, bosques y áreas recreativas.

Las necesidades de agua por parte de la industria son tan variadas como extensas. Estas implican, no sólo los flujos deseados y disponibles, sino también los requerimientos de calidad y los costos de purificación; no únicamente los de las aguas residuales y las aguas receptoras disponibles, sino también los asociados al deterioro del medio ambiente.

Generalmente se sirve mejor a la economía regional cuando los planes son a largo plazo, cubren un desarrollo de propósitos múltiples e incluyen proyecciones del uso de las aguas y las aguas residuales que se ajustan al marco de la mayor economía del agua.

2.1.1.2.1. Volúmenes de agua consumidos por la industria.

Las cantidades de agua empleadas por la industria varían ampliamente. Algunas fábricas consumen cantidades superiores a los 180000 litros diarios; otras, no más que los establecimientos mercantiles de tamaño comparable.

En promedio, la industria de los Estados Unidos satisface más del 60% de sus requerimientos de agua por una reutilización interna y menos del 40% a través de las tomas de la planta, desde sus propios recursos o tomándolas de conexiones de servicio de los abastecimientos públicos. Solamente alrededor de un 7% se consume; un 95% retorna a las vías acuáticas abiertas o al suelo, de donde la pueden extraer nuevamente los usuarios situados aguas abajo. En equilibrio el consumo de la industria se mantiene por debajo del 2% de la cantidad recibida por todos los usuarios en los Estados Unidos. La tabla muestra las cantidades de agua consumidas por diferentes industrias. No se menciona el hecho de que, el enfriamiento en un solo paso, particularmente empleado en la industria de generación de energía eléctrica constituye en mucho, el principal componente del consumo. Para hacer comparaciones entre los usos del agua en las diferentes industrias y plantas dentro de la misma categoría industrial, se acostumbra expresar el uso de la planta o proceso en volúmenes de agua por unidad de producción. Sin embargo, para la industria química, esto puede carecer de significado, debido a la diversidad de los productos manufacturados.

El aumento en el uso del agua se puede detener mediante la conservación de los abastecimientos de la planta e introduciendo procesos y operación eficientes. Son quizás, más importantes las economías de la reutilización múltiple mediante prácticas como el enjuague a contracorriente de los productos, la recirculación de las aguas para enfriamiento y condensación, y el empleo repetido de aguas que son residuales desde otro punto de vista, para fines secundarios, después de su purificación parcial o repurificación.

Se utilizan, para enfriamiento, aproximadamente las dos terceras partes de la alimentación total de agua en las plantas manufactureras de los Estados Unidos. En la generación de energía eléctrica la proporción se acerca al 100%, en las industrias de manufacturas varía desde un 10% en las industrias textiles, hasta un 95% en las industrias de azúcar de remolacha. El promedio global es del 65% según la National Manufacturers Association.

Agua consumida por la industria; porcentaje del total del agua suministrada.
(Uso consuntivo).

| Industria | Porcentaje de la alimentación |
|---|-------------------------------|
| Automóviles | 6.2 |
| Azúcar de remolacha | 10.5 |
| Productos Químicos | 5.9 |
| Preparación de carbón de piedra | 18.2 |
| Maíz y trigo (molienda) | 20.6 |
| Destilación | 10.4 |
| Procesado de alimentos | 33.6 |
| Maquinaria | 21.4 |
| Carnes | 3.2 |
| Petróleo | 7.2 |
| Procesado de aves | 5.3 |
| Pulpa y papel | 4.3 |
| Sal | 27.6 |
| Jabones y detergentes | 8.5 |
| Acero | 7.3 |
| Azúcar de caña | 15.9 |
| Textiles | 6.7 |
| Fuente : Asociación Nacional de Fabricantes de los estados Unidos | |

Requerimientos de agua de industrias seleccionadas.

| Industria | Unidad de Producción | Litros por unidad |
|------------------------------------|------------------------|-------------------|
| Productos Alimenticios | | |
| Azúcar de remolacha | Tonelada de remolacha | 26400* |
| Bebidas alcohólicas | Galón de graduación | 476-642 |
| Carne | 454Kg de ganado en pie | 2270-13200+ |
| Legumbres, enlatadas | Caja | 11.3-945 |
| Productos manufacturados | | |
| Automóviles | Vehículo | 37850 |
| Artículos de Algodón | 454 Kg | 75700- 378500 |
| Pieles | 92.9 m2 de cueros | 757-242000 |
| Papel | Tonelada | 7570-378500 |
| Pulpa de papel | Tonelada | 13100-226000 |
| Productos minerales | | |
| Aluminio (fundición electrolítica) | Tonelada | 210000 (más) |
| Cobre | | |
| fundición | Tonelada | 37850** |
| refinación | Tonelada | 15100 |
| fabricación | Tonelada | 757-242000 |
| Petróleo | Barril de crudo | 3100-11300*** |
| Acero | Tonelada | 3670-188000 |

* Incluye 9840 litros de agua para los canales del proceso y 7550 litros de agua para los condensadores barométricos.

+ Los valores inferiores para rastros; los más altos para matanza y empaçado.

** Total incluyendo el agua recirculada; el agua consumida es de 5200 litros.

*** Total incluyendo el agua recirculada ; el agua consumida es de 114-227 litros.

Normas de calidad de las aguas.

Tolerancia de calidad para las aguas industriales en proceso ¹.

| Industria | Unidades de turbidas | Unidades de color | Dureza-alkalinidad como mg/l de CaCO ₃ | | Fe + Mnen mg/l | Sólidos totales en mg/l | Otros |
|--------------------------|----------------------|-------------------|---|--------|----------------|-------------------------|-------|
| Productos alimenticios | | | | | | | |
| Artículos horneados | 10 | 10 | + | ... | 0.2 | ... | a |
| Cerveza | 10 | ... | ... | 75-150 | 0.1 | 500-1000 | a, b |
| Artículos enlatados | 10 | ... | 25-75 | ... | 0.2 | ... | a |
| Pastelería | ... | ... | ... | ... | 0.2 | 100 | a |
| Hielo | 5 | 5 | ... | 30-50 | 0.2 | 300 | a, c |
| Lavandería | ... | ... | 50 | ... | 0.2 | ... | ... |
| Productos manufacturados | | | | | | | |
| Pieles | 20 | 10-100 | 50-135 | 135 | 0.4 | ... | ... |
| Papel | 5 | 5 | 50 | ... | 0.1 | 200 | d |
| Pulpa para papel | 15-50 | 10-20 | 100-180 | ... | 0.1-1.0 | 200-300 | e |
| Plásticos, claros | 2 | 2 | ... | ... | 0.02 | 200 | ... |
| Textiles, teñidos | 5 | 5-20 | 20 | ... | 0.25 | ... | f |
| Textiles, general | 5 | 20 | 20 | ... | 0.5 | ... | ... |

* Los valores citados representan únicamente promedios generales.

Existe una amplia variación local. La información se ha tomado del Manual on Industrial Water - ASTM

- + Es deseable alguna dureza,
- a Debe cumplir con las normas de agua potable,
- b NaCl en concentración no mayor de 275 mg/l
- c SiO₂ en cantidad inferior a 10 mg/l; los bicarbonatos de Ca y Mg originan problemas; no más de 300 mg/l de los sulfatos y cloruros de Na, Ca y Mg,
- d Sin formación de limos,
- e No corrosiva,
- f Composición constante; alumina residual no mayor de 0.5 mg/l.

Las industrias pueden establecer normas más o menos estrictas de las que se asignan a los municipios. El criterio para las aguas de enfriamiento es, por lo general, más amplio. Es decir, menos específico que para las aguas de proceso o las destinadas a la alimentación de calderas. Generalmente se prescribe para las aguas de enfriamiento que no sean capaces de originar incrustaciones o lodos en los equipos de proceso o auxiliares, o bien, proporcionar apoyo a los limos, larvas de insectos, moluscos u otros organismos acuáticos en ductos, tanques y otros equipos del sistema de enfriamiento. Las aguas de enfriamiento se pueden conservar mediante recirculación. SE puede evitar que las sales o residuos insolubles se acumulen hasta niveles indeseables si se recurre al bombeo o purgado continuo. Se utilizan aguas saladas y salobres tanto como las aguas dulces. De hecho, alrededor del 20% del agua suministrada a la industria norteamericana es salobre. La mayor parte de ella proviene del mar, pero una parte se bombea del subsuelo. Las aguas salinas son muy aceptables si se van a destinar al enfriamiento en una sola etapa. Sin embargo es difícil la evacuación de aguas salobres en suelos continentales. De hecho, tan difícil, que se prohíbe recurrir a este medio. La inyección en pozos profundos puede ofrecer el único medio satisfactorio de su evacuación.

La mayor parte de las aguas de proceso deben ser más limpias que las aguas de enfriamiento. Los suministros municipales son, generalmente, suficientemente buenos para fines de proceso, pero no necesariamente para la alimentación de calderas. En cambio, cerca del 60% del agua proporcionada por la propia industria se debe purificar con objeto de satisfacer las necesidades de proceso. En las curtidurías la proporción es tan pequeña que alcanza sólo el 16%; en la fabricación de suministros fotográficos es del 100%. Las aguas de proceso también pueden ser recirculadas. En tales casos, se deben remover los contaminantes secundarios, pero esto puede proporcionar la oportunidad para economizar calor y componentes útiles del producto o del proceso.

Para ilustrar el alcance de los objetivos de la calidad, la producción de artículos enlatados de leche, de carnes, de bebidas y de hielo, impone generalmente requerimientos sobre las aguas de proceso que sobrepasan las normas del agua potable. Esto se debe a que, normalmente, para garantizar la potabilidad del agua basta un proceso de cloración y en cambio, los alimentos deben encontrarse libres de olor, color y sabor distintos a los propios. Las concentraciones minúsculas (trazas) de hierro manganeso y otros metales también pueden ser objetables. Por ejemplo, en muchos procesos de manufactura de papel no pueden tolerarse ni siquiera las mínimas cantidades de hierro manganeso o dureza. En cambio, las cervecerías, las destilerías y las panaderías prefieren las aguas duras. En galvanoplastia, las trazas de sustancias pueden destruir el brillo, la resistencia a la corrosión y otras propiedades primordiales de los materiales depositados. Las aguas salobres que son satisfactorias para el enfriamiento pueden ser demasiado corrosivas para otros usos; por ejemplo, la tolerancia a los cloruros de las acerías, es únicamente de 150mg/L.

La tabla 2 presenta las normas específicas para las diferentes industrias.

2.1.1.2.2. Fuentes y tratamientos.

Con mucha frecuencia el satisfacer su propio abastecimiento rinde dividendos a la industria. Sólo se conoce en parte la magnitud del alcance de esta medida para algunos segmentos de la industria. Por ejemplo, los productores de alimentos compran alrededor de la mitad de su agua de suministros públicos principalmente porque la calidad bacteriana del agua potable, la hace aceptable. En cambio, las plantas químicas, las refinerías de petróleo y las acerías consumen menos del 10% de sus necesidades de servicios públicos o privados.

Se toma aproximadamente 90% del consumo doméstico de fuentes superficiales. Se puede recurrir a las aguas subterráneas durante el verano, debido que su temperatura es inferior durante la estación.. Se pueden preferir también por su calidad y carencia de color y como se mencionó anteriormente, por su dureza.

Se puede recurrir selectivamente a las fuentes disponibles; por ejemplo, el agua municipal para fines potables, sanitarios y en los procesos delicados; y el agua de ría para los fines secundarios y el enfriamiento, así como para los usos de emergencia, como la protección contra incendios. Los determinantes son los costos de tratamiento así como los beneficios económicos. Los métodos de tratamiento son bastante similares a los que se llevan a cabo para los abastecimientos urbanos. Algunas industrias como las acerías y las refinerías de azúcar, por ejemplo, operan bien con aguas duras, otras deben recurrir a la suavización o incluso a la desmineralización completa. La cloración es suficiente para el proceso de alimentos y el control de los limos y otros crecimientos en los sistemas de recirculación, pero el agua utilizada para la producción de drogas y otros productos químicos finos, se debe destilar. El control de la corrosión y la prevención de las incrustaciones son de interés común para prácticamente todos los usuarios industriales de aguas.

Para permitir la distribución a través de un sólo sistema de tuberías, las aguas municipales deben satisfacer el propósito común más importante. Debido a que las plantas industriales cubren generalmente áreas menores y satisfacen necesidades más especializadas pueden funcionar bien captando y tratando numerosas corrientes individuales de aguas de proceso. La optimización del tratamiento se convierte en una parte importante de la planeación y administración globales de la calidad del agua.

Intervienen en la evaluación de las fuentes y de los procesos de tratamiento disponibles consideraciones como las siguientes:

- 1) Costo de la producción o compra del agua,
- 2) Confiabilidad relativa de los abastecimientos públicos y privados,
- 3) La posible inclinación de las autoridades públicas para dar servicio a los usuarios privados con preferencia a los industriales en las épocas de sequía,
- 4) la habilidad de los abastecimientos principales para proporcionar los requerimientos crecientes de las plantas.

Los abastecimientos privados de agua no son baratos; el costo de reemplazo de las instalaciones de tratamiento de unas 3000 plantas estadounidenses que cubren el 90% de la alimentación de agua a las industrias manufactureras es de alrededor de 400 millones de dólares:

2.1.1.2.3. Características de las Aguas Industriales Residuales.

Como se estableció anteriormente, sólo una fracción del agua empleada por la industria se incorpora a los productos o se pierde por evaporación. La mayor parte de la corriente se vierte a las corrientes naturales en forma de aguas de desecho. En esta forma la industria se une a las granjas, minas y municipios y contribuye a contaminar los cultivos mediante las corrientes y otras masas de agua utilizadas para los mismos. Se ha prestado mucha atención al tratamiento de las aguas residuales industriales debido al progreso generalmente paralelo de la industrialización y de la urbanización, a consecuencia de las cargas que resultan en los recursos disponibles para usos industriales y potables, así como para recreación y evacuación de aguas residuales.

Las aguas de enfriamiento de desecho constituyen los volúmenes mayores de las aguas residuales industriales, pero su efecto contaminante es generalmente ligero. Se encuentran contaminadas principalmente por el calor. Aun cuando esto es frecuentemente objetable, las temperaturas del agua se pueden disminuir por dilución o por enfriamiento evaporativo. En total, las aguas de enjuague constituyen el segundo volumen en importancia de aguas de desecho. Grandes volúmenes se originan en industrias tan diversas como el acabado de metales, el proceso de textiles y el lavado de legumbres. Las aguas de enjuagues contienen la tierra y los líquidos de proceso que debieron remover; aun cuando generalmente, se diluyen también, pueden acarrear problemas a causa de su importante volumen y elevado contenido de substancias contaminantes. Las aguas de proceso tienen, por lo general, un volumen menor y son mucho más concentradas. Sus tratamientos (la remoción de los contaminantes) son mucho muy variados pero muy específicos. Además, se pueden prestar a la recuperación de materias primas, productos terminados y subproductos útiles. Las soluciones de proceso que ya no se pueden regenerar económicamente para un uso ulterior dentro de la planta, pueden ser fuertemente contaminantes. Frecuentemente, se encuentran mezcladas las aguas residuales industriales; los efluentes de los baños de los empleados, así como las del lavado del equipo y los espacios de trabajo.

Prácticamente todas las clases de materias primas que entran a una planta se pueden convertir en una impureza de sus aguas residuales. Entre los contaminantes se encuentran las materias primas, así como los productos auxiliares, intermedios, finales y residuales; los subproductos, lubricantes y limpiadores. Algunos de ellos son de valor económico y su pérdida no puede justificarse completamente, aunque las condiciones económicas prevalentes puedan hacer inviable su recuperación. La buena administración de la planta reducirá al mínimo estas pérdidas.

Las propiedades físicas, químicas e hidrológicas de las aguas residuales industriales son complejas; son tan variadas como la industria misma. Aunque en ellas se encuentran muchas clases de contaminantes es rara la presencia de agentes patógenos. Son excepciones las aguas residuales procedentes de los desechos humanos de la fuerza de trabajo, así como las aguas de proceso que contienen carnes, cueros y otros productos animales. Los ácidos, álcalis e infinidad de contaminantes químicos se originan en la minería, fundición y beneficio de metales; acabados electrolíticos, manufactura de productos químicos, refinación de petróleo, elaboración de pulpa para papel y fabricación de textiles. Las industrias alimenticias emiten contaminantes orgánicos, que se miden mediante la DBO, la DQO o cualquier otro parámetro colectivo. Los aceites, materias flotantes, sólidos gruesos, materia fina en suspensión, sabor y color se encuentran en numerosas descargas de aguas residuales industriales. El drenaje ácido de las minas de carbón activas y abandonadas, las soluciones salinas del bombeo de petróleo crudo, los residuos radiactivos procedentes de la generación

de energía eléctrica mediante energía nuclear, así como el procesamiento y reprocesado de los elementos del combustible nuclear y los isótopos, son sumamente específicos en su origen y acción. Cada industria y de hecho, cada planta en particular, produce residuos propios en volumen relativo y composición. Las aguas residuales de la producción de alimentos y de otras industrias fundamentalmente de tipo orgánico no son muy diferentes de las aguas negras domésticas, respecto a su composición y comportamiento. De acuerdo con lo anterior, es frecuentemente razonable y conveniente descargarlas a los alcantarillados municipales, puesto que son física, química e hidráulicamente aceptables y no sobrecargan a las plantas de tratamiento. En cambio, las aguas residuales que contienen sustancias tóxicas no se pueden admitir en los sistemas de alcantarillado, a menos que se regulen bien los flujos y que los flujos del sistema sean lo suficientemente grandes para ofrecer una dilución aceptable, o a menos que los residuos puedan ser pretratados en su origen.

La relación de las aguas industriales residuales con respecto a las aguas de desechos urbanos no es necesariamente directa o simple. Por ejemplo, las aguas residuales que contienen sustancias bactericidas pueden no responder del todo a la prueba de DBO en forma normal. Otras aguas residuales se pueden comportar de forma muy similar a la de las aguas residuales domésticas. Si lo hacen así, es posible computar el equivalente de población de los efluentes industriales específicos mediante su relación del peso total diario de DBO con la DBO diaria per cápita, por ejemplo, 77g diariamente de aguas residuales domésticas. De esta forma, una empacadora que evacue 1897 mld de aguas residuales por día que contengan 2500 mg/l de DBO a cinco días, tiene una población equivalente de $1897 \times 2500 / 77 = 60000$ habitantes. En una comunidad de 10000 habitantes, la carga orgánica de una industria equivalente sobrecargaría excesivamente a una planta de tratamiento de aguas residuales diseñada únicamente para los habitantes. Las poblaciones equivalentes se pueden calcular también de acuerdo con los sólidos, la DQO, y otras medidas de los contaminantes que tienen una equivalencia significativa en las aguas residuales domésticas.

La contaminación de aguas no escapa al efecto de la contaminación del resto del medio ambiente del hombre, incluyendo el aire y el suelo. Una forma común de reducir la contaminación consiste en lavar los efluentes de las chimeneas industriales antes de su descarga; esto convierte a los contaminantes potenciales del aire en contaminantes de las aguas. La deshidratación de los residuos sólidos puede producir también desechos acuosos y viceversa, algunos procesos para remover los contaminantes de los desechos acuosos pueden desprender al aire gases nocivos y descargar precipitados hacia el suelo. Debido a esto, el concepto de un programa coordinado único de administración de los residuos ha recibido opiniones favorables.

2.1.1.2.4. Reducción, recuperación y reutilización.

La economía en el uso industrial del agua se puede mejorar mediante la reducción de los volúmenes de aguas residuales, recuperación del agua o de los subproductos y la utilización de las aguas residuales.

La recuperación del agua para volverla a usar es común en la práctica norteamericana, pero no en los países en vías de desarrollo. El agua desechada de enfriamiento se emplea nuevamente después de la remoción del calor por aireación, evaporación o refrigeración. La recirculación, incluyendo tratamientos para prevenir un aumento excesivo de la materia

disuelta y en suspensión, la deposición de incrustaciones y los crecimientos orgánicos, con frecuencia es menos costosa que el empleo en un solo paso del agua. El uso múltiple establecido, generalmente después de una purificación intermedia o parcial, se ejemplifica por las aguas blancas que proceden de las máquinas formadoras de papel, las aguas de los canales conductores o de lavado en el procesamiento de legumbres y las aguas de enjuague en el acabado de los metales. Los enjuagues a contracorriente pueden, de hecho, permitir tres o más ciclos de la misma agua, sin su purificación o bombeo.

La recuperación de componentes, que de otra forma se desperdiciarían también es común. Algunos se pueden retornar al mismo proceso de manufactura; el primer enjuague después del cromado constituye un ejemplo especialmente en los sistemas a contracorriente. Este se puede conservar para acumular un contenido substancial de ácido crómico, antes de que sean concentrados por evaporación parcial para una reutilización directa en los baños de cromado. También merecen la recuperación las aguas procedentes del lavado de los cristales y precipitados de los procesos químicos, incluyendo al azúcar.

Algunos contaminantes de las aguas residuales que no son recuperables para que se les utilice nuevamente se pueden recuperar como subproductos comerciales, por ejemplo, los productos principales de las destilerías, son los materiales alimenticios manufacturados a partir de las grasas y licores residuales que anteriormente se desechaban. Sin embargo, el mercado existente para los posibles subproductos frecuentemente es limitado e inestable. Además, el mercado para los subproductos a menudo es muy distinto de aquel del producto primario y puede requerir una organización diferente de producción, ventas y administración. También se debe reconocer que la formación de una sola compañía manufacturera puede ser suficientemente amplia como para saturar el mercado de un subproducto especializado, por ejemplo, la recuperación de la vainilla de los licores residuales procedentes de la pulpa al sulfito. De varios subproductos posibles del licor de piclado de las acerías, ninguno ha demostrado hasta la fecha tener una retribución económica suficiente para ponerlo en producción comercial. Sin embargo, la recuperación de los subproductos sigue siendo un concepto laudable y un reto valioso.

La mayor parte de las aguas de enjuague son susceptibles de disminuirse en volumen. Un ejemplo de primer orden consiste en la introducción del enjuague a contracorriente. Otros ejemplos son: 1) la substitución de los atomizadores por tanques de inmersión, 2) de las aspersiones en forma de bruma por chorros compactos y 3) de la aspersion intermitente a corto plazo por la atomización continua de larga duración para cada pieza de la producción. Prolongar el tiempo permitido para el escurrimiento de los recipientes y de los tanques de proceso ayuda también a la recuperación de materiales valiosos, así como a su exclusión de las aguas residuales. La industria lechera proporciona una serie de ejemplos interesantes.

Colaborando a la par, la buena limpieza y el mantenimiento, así como un buen diseño y práctica de la ingeniería pueden prevenir y contener las salpicaduras, los derrames, goteos y otras pérdidas evitables. La limpieza en seco de los sólidos derramados y de los polvos emanados de los equipos y los pies puede ser menos satisfactoria que su lavado mediante agua con manguera, pero esta práctica aparta grandes cantidades de sólidos contaminantes a los drenajes de la planta. Como mínimo, una limpieza en seco debería preceder al lavado. La práctica de una buena limpieza ya no constituye sino una práctica común. Sin embargo, los resultados pueden ser sorprendentemente benéficos.

2.1.1.2.5. Captación y Tratamiento.

Las aguas residuales industriales se pueden descargar a drenajes municipales en algunos puntos convenientes, siempre que no los sobrecarguen, o dañen las obras de captación y tratamiento. Sin embargo, puede ser ventajoso conducir las aguas de proceso y de enfriamiento a sistemas separados de evacuación en las partes en que ya existen éstas o se pueden construir convenientemente, o bien, proporcionarse de alguna otra manera. El pretratamiento antes de ser descargadas al alcantarillado municipal es también un asunto que se debe decidir.

Dentro de las propias plantas manufactureras puede existir una rígida separación de las diferentes aguas de proceso y de otras aguas residuales que se pueden aislar como tales. Por ejemplo, un taller de acabado de metales puede instalar tuberías separadas para cada uno de los siguientes líquidos residuales: 1) ácido crómico concentrado, 2) otros ácidos concentrados, 3) ácidos diluidos, incluyendo el crómico, 4) álcalis concentrados, incluyendo a los cianuros, 5) álcalis diluidos, incluyendo a los cianuros, y 6) desechos sanitarios. Además, pueden existir líneas separadas para conducir enjuagues de cobre y de níquel para su recuperación individual. No es necesario que todas las líneas se tiendan como conductos subterráneos con flujo a gravedad. Alternativamente, se pueden colectar en fosas los volúmenes relativamente reducidos de aguas residuales y bombearlos a través de líneas aéreas.

Cuando existe una buena posibilidad de una recuperación razonable de agua o de materiales de desecho o de una simplificación del proceso, las aguas residuales se pueden segregar aun cuando las líneas de captación tengan que duplicarse. Son ejemplos: 1) el pretratamiento de las aguas residuales concentradas antes de mezclarlas con aguas de desechos similares y 2) la separación de aguas residuales con cianuros, para destruir éstos con cloro, antes de mezclarlas con otras que contengan níquel, mismo que inhiba la reacción. Sin embargo, puede ser conveniente también mezclar las aguas residuales para: 1) diluir los residuos concentrados, 2) igualar los flujos y composición de las aguas residuales, 3) permitir que tenga lugar la autoneutralización, 4) facilitar otras reacciones benéficas y 5) mejorar la economía global. Como regla, es conveniente separar las aguas residuales cuando se pueden lograr beneficios importantes, después de ello, se pueden mezclar con ventajas en una sola corriente de desechos.

Las aguas de lavado pueden requerir de captación y tratamiento especiales cuando difieren de las aguas de proceso. Así por ejemplo, la mayor parte de las aguas residuales del proceso de alimentos contienen nutrientes que son susceptibles como tales, a tratamiento biológico. Sin embargo, pueden ya no serlo después de agregarles álcalis concentrados, jabones o detergentes sintéticos, desinfectantes y germicidas junto con las aguas de lavado de la industria. Las dificultades de esta clase generalmente se pueden resolver cuando las aguas residuales que interfieren son diluidas o de volumen reducido o cuando se pueden captar durante las horas en que no hay proceso, por ejemplo, durante la noche.

El tratamiento de aguas residuales industriales generalmente se lleva a cabo, ya sea en forma parcial o total, mediante los procesos comúnmente empleados en las plantas de tratamiento municipales, o bien, por procesos únicamente aplicables a la remoción o destrucción de constituyentes químicos específicos de origen industrial. La sedimentación es generalmente el primer paso en la remoción de la materia en suspensión y en la simplificación de los contaminantes solubles. Las cámaras aereadoras pueden remover los sólidos pesados tales

como barreduras de los pisos; los tanques sedimentadores de diseño convencional pueden remover las suspensiones minerales y orgánicas más finas. Las rejillas que tienen un empleo escaso en las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, son instrumentos útiles en el tratamiento de los residuos de las plantas de enlatado de legumbres y empackado de carne. Las centrífugas se usan con éxito en una serie de industrias. La remoción parcial del aceite libre o flotante, que es un componente de muchas aguas residuales industriales, se efectúa generalmente en tanques de sedimentación. Cuando es suficiente la sedimentación, frecuentemente se substituyen las lagunas extensas por tanques mecanizados.

Debido a que las aguas residuales industriales son más variables que las aguas domésticas de desecho, su tratamiento es también más variable. Como frecuentemente las aguas residuales industriales son mas concentradas que las de origen municipal, las técnicas de tratamiento que son demasiado costosas para las aguas residuales municipales, son a menudo de aplicación práctica. Ejemplos de ello son: la centrifugación, la flotación mediante aire, el tratamiento térmico y la evaporación.

2.1.1.2.6. Evacuación de las aguas residuales.

Los sistemas municipales de captación y tratamiento se deben proteger contra las substancias nocivas contenidas en las aguas residuales industriales, entre ellas; 1) materias de desecho inflamables o tóxicas, 2) ácidos corrosivos y otros productos químicos, 3) fluidos calientes que debilitan las juntas de los tubos y aceleran las reacciones químicas indeseables, 4) lodos pesados y grasas que reduzcan el flujo,, 5) cargas hidráulicas u orgánicas elevadas, 6) substancias tóxicas que interfieran con el tratamiento y 7) en relación con las aguas receptoras, residuos de éstas o de otras substancias no removidas en las plantas de tratamiento. Por reglamentación, las comunidades regulan cuáles materias se permite descargar a los conductos de aguas residuales. Como regla, se excluyen los aceites inflamables y las concentraciones de otras substancias, por ejemplo, ácidos y álcalis, que se limitan a un pH aceptable. Los flujos elevados o cargas excesivas de sólidos en suspensión, de contaminantes orgánicos medidos como DBO o de compuestos químicos que consumen cloro, los aceptan algunos municipios con un cargo extra sobre la tarifa normal impuesta por el uso del sistema.

La mayor parte de las industrias desea estar conectada al sistema municipal de aguas residuales. Con frecuencia, un pretratamiento, que puede ser simple o elaborado, puede convertir sus aguas residuales en aceptables. Son operaciones sencillas, el neutralizar los ácidos, desnatar los aceites, cribar los sólidos gruesos o sedimentar los que son finos, y enfriar los líquidos calientes. Aún cuando se necesiten técnicas más complicadas, el costo de la purificación a menudo es menor que el de la descarga directa en las corrientes naturales de agua.

Las plantas industriales situadas en áreas rurales o en poblados pequeños con plantas de tratamiento que no pueden mejorar las cargas hidráulicas o contaminantes de las fábricas deben estar preparadas para captar, tratar y evacuar, por sí mismas sus aguas residuales. También las ciudades grandes, por razones técnicas y políticas pueden requerir de tratamientos separados. Entonces, las descargas de aguas residuales a las aguas receptoras se someten a reglamentación por parte de las agencias gubernamentales responsables. Las

industrias próximas a los litorales pueden descargar sus aguas residuales al mar, generalmente bajo condiciones menos estrictas a las aplicables a las aguas terrestres.

La evacuación subterránea de las aguas residuales es costosa. Las formaciones geológicas deben ser capaces de dispersar las aguas residuales, sin menoscabo de proteger contra la contaminación a los recursos de agua pura situados en un nivel superior. Las aguas residuales deben ser lo suficientemente limpias para no obstruir las formaciones subterráneas, encontrarse relativamente libres de ácidos no neutralizados o de otros productos químicos que puedan atacar el material de los pozos y a los minerales que componen las formaciones geológicas y no deben proveer ambientes a los crecimientos biológicos. Las aguas residuales que se evacuan de esta forma incluyen las salmueras y otros licores inorgánicos provenientes de las plantas químicas, así como los fluidos orgánicos concentrados y tóxicos provenientes de la industria farmacéutica. Los residuos nucleares de concentración media se han inyectado a mantos estratificados rocosos mediante fractura de la roca y se mantienen en su lugar mediante el fraguado de lechadas de cemento. Sin embargo, los residuos nucleares de alta energía se han almacenado en recipientes de larga duración.

Las aguas residuales concentradas se pueden almacenar por lapsos suficientemente largos en depósitos o lagunas grandes separados de las aguas receptoras mediante bordos, para ser vertidos a ellas únicamente cuando se encuentren en la etapa de inundación. A este respecto pueden ser útiles también las cavernas naturales y las canteras o minas abandonadas. En regiones áridas se pueden estancar para que se efectúe una evaporación natural de los líquidos y una consolidación de los sólidos. Las industrias de alimentos o de otro tipo orgánico pueden asperjar o descargar sus aguas residuales a terrenos boscosos, pastizales o tierras arables. El objetivo principal consiste en la evacuación de las aguas residuales; también se obtiene algún beneficio de la irrigación y el mejoramiento de los suelos.

2.1.1.2.7. Evacuación de los sólidos de las aguas residuales.

Los lodos y suspensiones de desecho se evacuan generalmente sobre los suelos o se descargan al mar. Sólo rara vez o bajo circunstancias anormales se introducen a corrientes o a masas estacionarias de agua limpia. Las suspensiones industriales estables se pueden evacuar a los terrenos adyacentes de bajo costo. Los residuos que sean putrescibles se deben enterrar o cubrir con tierra, como en el caso de los rellenos sanitarios de los terrenos. No se debe pasar por alto el peligro de escape de los componentes solubles de ellos, hacia las corrientes superficiales o a los acuíferos subterráneos.

Los sólidos residuales se pueden deshidratar para obtener un manejo y conservación de espacio convenientes. La combustión destruye a los sólidos putrescibles y simplifica además la evacuación. El hecho de que la incineración pueda cambiar las propiedades de lixiviación de los sólidos depende de su naturaleza. Las características objetables de su evacuación sobre los terrenos consisten en los montículos olorosos y polvosos, las masas de lodos que no se secan, así como el daño potencial a las personas y los animales por contacto corrosivo o toxicidad.

2.1.1.2.8. Aguas residuales con impurezas inorgánicas.

La mayor parte de las aguas residuales industriales con contaminantes inorgánicos indeseables en solución, responderán a alguna forma de tratamiento químico. Sin embargo, existen impurezas para las que los procesos de remoción no son conocidos ni previsible. Un ejemplo lo constituyen los residuos de salmueras que se desprenden de la producción de petróleo y de la fabricación de compuestos químicos; sus iones cloruro no se pueden remover ni destruir en condiciones económicas. Otro ejemplo son los residuos nucleares, en los que la radiactividad sólo se puede destruir por agotamiento propio. Y las aguas ácidas que contienen hierro de las minas de carbón, para las que es demasiado costoso neutralizar y precipitar. Se suman a las dificultades de evacuar el drenaje ácido de las minas, el hecho de que los puntos de descarga de las minas de carbón activas, y particularmente de las abandonadas, se encuentran dispersas y ocultas, y de que la propiedad y responsabilidad de los terrenos con frecuencia son inciertas.

Las aguas residuales que no se pueden tratar generalmente se concentran y se desechan en el mar, se difunden en un acuífero subterráneo de agua no potable (por lo general la salmuera); o se descargan a tierras que en otro sentido carecen de valor o son desérticas. En algunas partes, las aguas residuales de esta clase se pueden verter en corrientes grandes de agua dulce que proporcionan una dilución suficiente. Esto es un procedimiento común con los residuos de salmueras, una selección final natural pero insatisfactoria en el drenado de las minas de carbón, y una medida cuidadosamente considerada para la remoción de residuos radiactivos de baja energía.

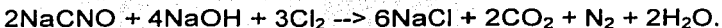
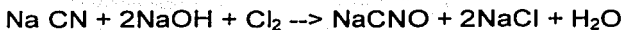
Es común la neutralización. Los residuos ácidos son indeseables en los conductos de aguas residuales, así como en las corrientes. La cal (CaO) es la substancia disponible más barata para neutralizar ácidos, pero la piedra calcárea o dolomítica se puede comportar satisfactoriamente en las reacciones preliminares. El carbonato de sodio Na_2CO_3 es un neutralizante más caro pero frecuentemente más conveniente que la cal. El equipo requerido puede ser sencillo, debe incluir dispositivos de pesado y mezcla para agregar y disolver las cantidades calculadas de productos químicos, proporcionar suficiente tiempo de contacto para que las reacciones se completen, acelerar las reacciones lentas por agitación hidráulica o mecánica y controlar el proceso mediante la medición del pH del efluente. Las aguas residuales alcalinas pueden requerir también que se les neutralice. Por ejemplo, las aguas de las plantas curtidoras o textiles y de las plantas químicas, generalmente se tratan con ácido sulfúrico. En una determinada planta los residuos ácidos y alcalinos pueden mezclarse para neutralizarse. Sin embargo, alguno de ellos se puede concentrar en exceso y los tiempos de reacción pueden ser amplios. El pH final debe estar dentro de una escala aceptable respecto de la corriente receptora. Algunas aguas residuales industriales pueden requerir un tratamiento con cantidades grandes de ácidos o álcalis. El restablecer la neutralidad antes de la descarga se convierte entonces en una extensión del proceso.

Constituye un ejemplo la acidulación para romper una emulsión oleosa, o para desprender o recuperar una substancia específica.

Algunas materias residuales inorgánicas necesitan que se les remueva por coagulación. Las ayudas de coagulación pueden coadyuvar a lograr esto, con la materia en suspensión, los materiales oleosos y las substancias disueltas precipitables. En los talleres de acabado de metales, éstos se precipitan mediante elevación del pH. En forma similar, las lavanderías

precipitan el jabón (pero no los detergentes sintéticos), mediante la adición de cal o de sales de calcio.

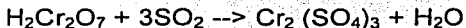
La oxidación química es efectiva en algunas aguas residuales. A continuación se proporcionan algunos ejemplos comunes. Los residuos de cianuros se destruyen generalmente por cloración en condiciones alcalinas, como se muestra en las dos siguientes ecuaciones. La reacción ocurre en dos etapas:



Con objeto de disminuir el consumo de cloro, el tratamiento se suspende algunas veces cuando se ha completado la primera etapa.

El ozono oxida y destruye también a los cianuros y actúa con éxito en la oxidación de los residuos fenólicos. Aún cuando la oxidación mediante aire rara vez es lo suficientemente rápida para que tenga un uso amplio en las operaciones químicas, se puede aplicar a los residuos de las acerías, durante la etapa de neutralización de los ácidos, con el propósito de oxidar el Fe_2 y precipitarlo como Fe_3 .

Se emplea reducción química en la remoción del cromo de los residuos de cromado y anodizado. El reductor común es el hidróxido de sodio, pero también se pueden emplear el sulfato ferroso y otros compuestos químicos. La ecuación es:



El cobre y el níquel se pueden recuperar de las aguas de enjuague de los procesos electrolíticos mediante intercambio iónico.

2.1.1.2.9. Aguas residuales con impurezas orgánicas.

Debido a que, como se mencionó anteriormente, las aguas residuales que desalojan las plantas que producen alimentos, papel, textiles y compuestos químicos orgánicos, comparten muchas de sus propiedades con las aguas residuales domésticas, puede ser innecesario excluirlas de las plantas municipales de tratamiento, a menos que les impongan una carga demasiado fuerte. Sin embargo, cuando se les trata por sí mismas en una planta industrial, se les somete generalmente a los procesos biológicos convencionales.

La mayor parte de las aguas residuales industriales orgánicas deben recibir algún tratamiento antes de descargarlas a los sistemas de aguas residuales municipales o a las unidades biológicas en el sitio industrial. Debido a que los flujos y las cargas orgánicas pueden cambiar extensamente con el transcurso del tiempo, puede ser conveniente equilibrarlas en tanques de retención o en lagunas. La aireación puede lograr esto y prevenir la descomposición objetable, al mismo tiempo. La recirculación puede también acelerar el equilibrio.

Los contaminantes inorgánicos inactivos se remueven cuando es probable que interfieran con los tratamientos biológicos en su paso a través de la planta y contaminen el efluente. A menos que los residuos calientes se sometan a una rápida estabilización anaeróbica a elevadas temperaturas, por lo general se les enfría durante el equilibrio, ya sea mediante aire o por dilución. Comúnmente se neutralizan los residuos fuertemente ácidos o básicos, y los materiales inorgánicos tóxicos se remueven generalmente por tratamientos químicos. Los residuos que se interfieren entre sí, se mantienen separados. Si esto no es posible, cada tipo de contaminante se remueve en una serie de operaciones, antes de que pueda interferir con la remoción de los tipos remanentes de contaminantes.

Algunas aguas residuales industriales responden tan bien al tratamiento químico como al tratamiento biológico. Otras responden favorablemente al tratamiento químico anterior al tratamiento biológico. Puede ser preferible precipitar la materia orgánica sedimentable de las aguas residuales muy concentradas, en vez de someterlas a una degradación metabólica lenta por los microorganismos. La coagulación química generalmente es eficiente para los contaminantes orgánicos en suspensión y también frecuentemente, para los componentes coloidales de la carga orgánica. Sin embargo, los componentes orgánicos disueltos no responden a la coagulación en grado aceptable. Para ellos, el tratamiento biológico es una necesidad.

Los procesos biológicos de tratamiento elegibles son; el de lodos activados y el de filtros de rocío. Se deben dar márgenes especiales para los contaminantes fuertes de naturaleza orgánica disueltos; hacer arreglos especiales para inocular microorganismos a las aguas residuales cuando éstas no se encuentran naturalmente presentes; y la provisión especial de los nutrientes necesarios para las masas biológicas activas. Frecuentemente, ésta función se puede efectuar mediante una corriente de aguas residuales domésticas, ya sea de la planta misma o de una alcantarilla municipal conveniente. La aclimatación generalmente requiere algunos días y a veces algunas semanas. Si es necesario, los residuos tóxicos, tales como los fenoles, cianuros y formaldehído, proporcionan a los crecimientos aclimatados de microorganismos, el carbono, nitrógeno y fósforo suplementarios. Una vez que los crecimientos se han establecido, la regulación del flujo y la evacuación de las cargas bruscas ayudarán a protegerlos. Como último recurso, se pueden agregar los nutrientes esenciales. Son ejemplos, los fertilizantes químicos y el sobrenadante de los digestores.

Los productos residuales orgánicos concentrados, por ejemplo, los lodos y materiales separados por las cribas de las unidades primarias y secundarias de tratamiento, se pueden someter a digestión anaeróbica. Sin embargo, los volúmenes de lodos son generalmente pequeños y puede ser más simple enterrarlos. Además, algunas aguas residuales industriales varían tanto que pueden trastornar la operación de los digestores. Las aguas residuales del empacado de carne pueden ser tan concentradas y calientes que son susceptibles de descomponerse efectivamente en forma anaeróbica a temperaturas elevadas. Después de un período de retención de 24 horas las reducciones de DBO pueden exceder el 90%. En forma ordinaria, los efluentes se someten a tratamiento aeróbico.

Cuando existen suficientes terrenos, las lagunas pueden servir para muchos propósitos; equilibrio, asentamiento, autoneutralización, promoción de reacciones químicas espontáneas o inducidas y degradación, tanto aeróbica como anaeróbica. Si sirven únicamente como puentes convenientes para la descarga de los efluentes y no se operan bien, pueden sufrir sobrecargas y volverse malolientes. Se puede impedir que esto suceda mediante una

remoción dentro de las plantas, de las cargas orgánicas excesivas y por aireación mecánica de la misma laguna.

2.1.1.2.10. Ensayos biológicos de los residuos tóxicos.

Aun cuando se pueden originar productos tóxicos residuales, tanto en los hogares, como en la agricultura y en la industria, el ensayo biológico de los materiales tóxicos, merece especial atención a causa de la variedad y cantidad en que estas sustancias se descargan por las plantas manufactureras. El hecho de que la concentración de las posibles sustancias tóxicas es probablemente pequeña, hace que su detección, separación y medición sea difícil y frecuentemente, imposible de lograr en la práctica. Entonces, el ensayo biológico se convierte en el procedimiento elegible y los peces pequeños se convierten en el organismo de prueba preferido. Sin embargo, en situaciones especiales puede ser preferible seleccionar otros organismos acuáticos de prueba.

Un principio que rige los ensayos biológicos consiste en adoptar procedimientos de prueba que se ajusten a las condiciones locales, empleando variedades locales de peces y otros animales acuáticos, y en obtener agua experimental del agua receptora misma. Se mantienen las condiciones de oxígeno disuelto 1) mediante la aireación de los recipientes de prueba, ya sea durante el ensayo, o con anterioridad a él, 2) por renovación de la solución de prueba a intervalos adecuados de tiempo. La volatilidad, la inestabilidad y la posible desintoxicación del residuo que se pretende probar, determinan qué método debe adoptarse para asegurar concentraciones adecuadas de oxígeno. Otras condiciones de exposición que se deben tomar en consideración son la temperatura, los cambios de pH a diferentes concentraciones de los desechos y los sinergismos entre los materiales tóxicos presentes en el agua experimental y en las aguas residuales agregadas.

Muchas especies de peces tienen un comportamiento satisfactorio, entre ellos los peces sol, los bagres, las truchas, los salmones, las pequeñas carpas y los peces bobos, en las aguas dulces. Los espinos y peces de las caletas en las aguas de estuarios; y los miembros del género *Fandulus* en las aguas saladas. La población de prueba generalmente tiene un número de 10. Sus miembros son menores de 3 pulg. (7.52cm) de longitud; y es deseable que el espécimen más largo no sea mayor a 1.5 veces la longitud del más pequeño. Se suministra suficiente agua experimental para asegurar que exista 1 l de fluido por no más de 2 g de eso en peces. Los períodos de prueba son en general de 24 a 48 horas, pero frecuentemente duran hasta 96 horas. Si es importante, se anotan los signos de tensión y se determina los números de los organismos que sucumben durante la exposición al término de cada período experimental de prueba.

De los ensayos de toxicidad aguda se determina el límite medio de tolerancia Tl_m , como igual a la concentración del residuo en un diluyente adecuado (agua experimental), en la que han sobrevivido 50% de los organismos de prueba, durante un tiempo especificado de prueba. El Tl_m ese puede leer de un trazado semilogarítmico de la concentración del residuo (logarítmico) respecto al porcentaje de supervivencia ((aritmético) o se calcula como:

$$\text{Log } Tl_m = \text{Log } c_2 + \frac{r_2 - 50}{r_2 - r_1} (\text{log } c_1 - \text{log } c_2)$$

donde c es la concentración del residuo como porcentaje en volumen, r es el porcentaje de sobrevivencia de los organismos de prueba para un determinado período de prueba y los subíndices numéricos están relacionados a las observaciones que se encuentren más próximas a la sobrevivencia *mediana* (50%). La concentración de residuos no acuosos se expresa en miligramos por litros como partes por millón en peso añadidos al agua experimental.

2.1.1.2.11. Administración de las aguas residuales industriales.

Conforme las industrias han aumentado en tamaño y diversidad, su distribución climática e hidrológica y la conciencia de la responsabilidad de la comunidad regional y nacional, el abastecimiento de aguas y la remoción de las aguas residuales se han convertido en elementos de importancia creciente en la selección de los sitios industriales y en el desarrollo de operaciones industriales. Para este fin se ha tenido que recurrir al consejo de las autoridades encargadas de la administración del agua a todos los niveles gubernamentales

Algunas industrias prefieren contratar ingenieros para su organización interna con objeto de que conozcan sus problemas específicos y desarrollen planes y políticas globales. La administración interna de las plantas sobre los procesos busca la conservación del agua mediante la recirculación y recuperación, la conservación de las materias primas y productos terminados, y la preparación del agua más adecuada para satisfacer las necesidades de las operaciones industriales específicas. Las fábricas que están equipadas para realizar investigaciones de proceso en su laboratorio y en pruebas de planta piloto, son las mejor adaptadas para obtener optimizaciones de esta clase. Los municipios deben ser iguales en estos asuntos y otros más. Sin embargo, las industrias no deben dejar de reconocer que la administración municipal de las aguas y las aguas residuales puede simplificar sus propias labores y de que existen beneficios que se pueden compartir.

2.1.2. Contaminantes

2.1.2.1. *Detección de contaminantes:*

El tratamiento sistemático de aguas residuales se inició cuando éstas comenzaron a ser un problema, es decir, cuando la sociedad comenzó a notar la aparición de malos olores en los cuerpos de agua, la relación de las descargas urbanas con brotes de epidemias, la presencia de "características objetables" en los lugares y centros recreativos, tales como materiales flotantes, natas grasosas, etc.

Cuando las autoridades se percataron de las terribles consecuencias que podían surgir a raíz de los problemas sanitarios, consultaron a los ingenieros hidráulicos, porque en ese entonces, los ingenieros sanitarios no existían. Esto es, el tratamiento de aguas residuales, fue antes que todo, un problema de salud pública, después, una cuestión de eliminación de los atributos ofensivos del agua, y hasta hace unas cuantas décadas, se convirtió en lo que realmente es; un problema de deterioro ambiental irreversible. Antes no se consideraba que la emisión de contaminantes fuera un problema crítico, se pensaba que la naturaleza tenía la capacidad de

remediar por sí misma los desparpajos que el hombre ocasionaba. Es más, ni siquiera se pensaba mucho en eso.

Toda esta variación de criterios ocurrió, más o menos en el último siglo y sólo en los países industrializados, con grandes centros urbanos, y sólo porque, hubo que construir ciudades que no se ubicaban en los litorales. Normalmente, ni siquiera se concebían como viables, porque no había forma de hacer llegar los insumos, si no se contaba con una vía de acceso marítima o fluvial. Ni siquiera la ciudad de México es concebible sin el sistema de canales que funcionó hasta principios del siglo XX. Las aguas residuales municipales simplemente eran vertidas a la vía fluvial; ¿qué más se podía hacer?.

Las plantas de tratamiento municipales surgieron como resultado de la "vida moderna" (la electricidad, el agua corriente, el drenaje, los aparatos electrodomésticos, etc.) y no eran muy complicadas, porque sólo se trataba de eliminar "características objetables". Un tratamiento secundario bastaba para reducir las a niveles aceptables. El gran problema surgió cuando los tratamientos secundarios empezaron a no funcionar a consecuencia de los desechos industriales y no antes. Este "partaguas" no se dio sino hasta mediados del siglo XX, y en los países industrializados.

Hasta este punto, las obras de saneamiento fueron siempre la responsabilidad de los encargados del abastecimiento de agua potable (organismos gubernamentales) y los profesionales que se hicieron cargo fueron los ingenieros civiles o hidráulicos, que normalmente realizan obras colosales para lidiar con la problemática de grandes urbes en rápida expansión. De repente, las grandes obras no funcionaron. Hay que tener presente que, cuando esto ocurrió, no se sabía la razón precisa del problema y se intuía que la incorporación de desechos industriales podía estar ocasionando trastornos a la operación de las plantas de tratamiento, pero también se le atribuía al propio crecimiento de la población.

Ahora parece obvio que si se incorporan desechos industriales a los desechos municipales las plantas de tratamiento no funcionarán adecuadamente, a consecuencia de la gran cantidad de compuestos tóxicos y por la propia sobrecarga de desechos orgánicos. Esta noción ambientalista no existía en ese entonces, porque no existían métodos analíticos "normalizados" para este propósito. Ahora se sabe que si un tratamiento no funciona, se deben realizar una serie de pruebas para, por ejemplo, metales pesados, conforme al procedimiento establecido en una Norma Oficial. Estas nociones no existían a principios del siglo XX y ya en las décadas siguientes, si bien los procedimientos normalizados se manejaban en muchos ámbitos, no eran de aplicación común en las instituciones públicas.

En la actualidad, se puede tomar una muestra del material que sea, hacerle un análisis espectrofotométrico y determinar sin lugar a dudas, los componentes inorgánicos con precisión molecular o atómica y detectar cualquier parámetro, por minúsculo que sea su contenido. Ya no existen las "fórmulas secretas". Estas tecnologías no existían a mediados del siglo XX, por lo que no era razonable económicamente viable contar con un laboratorio químico capaz de realizar la detección de microcontaminantes, para controlar los procesos de tratamiento a escala municipal. La noción de "imposibilidad técnica" subsiste hasta nuestros días. Lo único que quedaba por hacer si los tratamientos biológicos no funcionaban era "dejar ir" el efluente o intentar la posibilidad de agregar diferentes químicos para flocular/coagular los contaminantes mediante "la prueba de la jarra". La prueba de la jarra consiste en agregarle los químicos coagulantes a distintas muestras "jarras" y "ver" en cual se logra la mayor transparencia. Esta metodología se sigue utilizando actualmente. Funciona

muy bien, especialmente se considera que en México sólo se trata, a lo mucho, un 15% de las aguas residuales

La normalización mexicana respecto a los "métodos analíticos" inició su desarrollo alrededor de los años 70, y éste proceso evolutivo continúa hasta nuestros días. Ahora se cuenta con una estructura normativa homologada con - por lo menos, parcialmente - con la normalización internacional. Gradualmente, están apareciendo laboratorios químicos que se dedican a la realización de mediciones analíticas relacionadas con la calidad del agua.

La problemática actual es que éstos laboratorios tienen muchas dificultades para mantenerse en operación, en virtud de los altos costos de la infraestructura de mediciones analíticas, reactivos, capacitación, auditorías de capacidad técnica, etc.; respecto de los precios reducidos que tienen que mantener, a consecuencia de que no se realice una supervisión adecuada de las plantas de tratamiento industriales y municipales.

El propósito de abordar la detección de contaminantes es romper la "restricción ficticia" socialmente aceptada de que las aguas residuales "no quedan bien" y ya no se pueden reutilizar, mucho menos potabilizarlas. En estos tiempos, en muchas ciudades se utilizan las aguas del mar como fuente de abastecimiento y las plantas son caras, pero ya son económicamente viables. En México sólo son obligatorios tratamientos secundarios para operar conforme a la NOM y tratamientos terciarios para que no se pague el agua consumida.

Ahorabien, en un proceso de tratamiento de aguas residuales bien controlado no se necesitan muchos análisis -para cada contaminante-, simplemente se requieren dos o tres parámetros indispensables para controlar cada etapa del proceso. Para tratamientos secundarios utilizados para controlar contaminantes básicos, la infraestructura de laboratorio necesaria es relativamente económica y sencilla. Las pruebas y/o mediciones que se solicitan a un laboratorio acreditado no son caras. Lo que sucede es que, si los tratamientos no se controlan adecuadamente, se tienen que revisar "todos" los parámetros y esto hace prohibitivo el costo de las mediciones analíticas.

El industrial sabe perfectamente que contaminantes incorpora en su proceso productivo y la legislación le brinda la posibilidad de "descontar" aquellos que no estén presentes en su proceso productivo, entonces, ¿por qué analizarlos?. Incluso, la legislación sólo obliga al pago de uno sólo de los contaminantes que exceden los Límites Máximos Permisibles para obtener la exención de derechos por descargas.

El conocimiento de qué contaminantes son los parámetros clave, no se obtiene de la literatura; se obtiene de la legislación y del conocimiento del proceso generador de las descargas.

Si el responsable de la supervisión de una planta de tratamiento sabe que el tratamiento es secundario y los desechos se degradan biológicamente, entonces el parámetro clave es la DBO. Si los desechos provienen de talleres de maquinado, el parámetro será Grasas y aceites y el proceso de tratamiento adecuado será de naturaleza química.

Si en el proceso industrial se involucran metales pesados, tal como en la industria de la curtiduría y actividades pecuarias, su propietario sabe bien que en los tintes se utilizan metales pesados así como en los medicamentos de los animales. De éstos, el mercurio es el

contaminante con mayor penalización. Si a consecuencia del tratamiento se elimina el mercurio, lo más probable es que los demás metales estén dentro de los valores permitidos.

2.1.2.2. Contaminantes Básicos Elementales.

2.1.2.2.1. Nitrógeno.

Símbolo (N), Elemento gaseoso que constituye la mayor parte de la atmósfera terrestre. Su número atómico es 7. El nitrógeno se encuentra en el grupo 15 (Va) de la tabla periódica. El nitrógeno fue aislado por el físico Inglés David Rutherford in 1772, y reconocido como un gas elemental por el químico francés Antoine Laurent Lavoisier en 1776.

La mayoría del nitrógeno utilizado por la industria química se obtiene mediante la destilación fraccionada de aire líquido. Este se utiliza para la sintetización de la amonía. De la amonía que se produce de esta forma, se preparan una gran variedad de productos, incluyendo fertilizantes, ácido nítrico, urea, hidracina y aminas. Además, un compuesto de amonía se utiliza para la fabricación del óxido nitroso (N_2O), que es inodoro y que popularmente se conoce como gas hilarante y que combinado con oxígeno se utiliza como anestésicos en algunos tipos de cirugía.

Utilizado como refrigerante se ha encontrado al nitrógeno una infinidad de aplicaciones en el campo de la criogenia. Con el reciente desarrollo de materiales cerámicos que se vuelven superconductores eléctricos a la temperatura de ebullición del nitrógeno, la utilización del nitrógeno se ha incrementado notablemente.

2.1.2.2.1.1. Ciclo del Nitrógeno.

Este es un proceso natural en transcurso del cual el nitrógeno atmosférico se introduce al suelo y éste elemento se convierte en uno de los constituyentes de los organismos vivientes. Antes de retornar a la atmósfera. El nitrógeno constituye un elemento esencial de los aminoácidos, por lo tanto es indispensable para la vida, sin embargo, debe ser transformado de su estado gaseoso inerte a una forma química que pueda ser utilizada por los seres vivos; mismo que se logra como resultado del proceso conocido como "ciclo del nitrógeno". Primero, el nitrógeno gaseoso debe ser convertido en amonía o en nitratos. Las altas energías proporcionadas por los relámpagos y por los rayos cósmicos ayudan a combinar el nitrógeno con el oxígeno atmosférico para formar nitratos, mismos que son transportados a la superficie a través de la precipitación pluvial. La fijación biológica del nitrógeno, proceso al que se debe la mayor parte de la conversión del nitrógeno atmosférico, se logra por la acción de las bacterias nitrogenantes que viven libremente en los suelos, que coexisten simbólicamente con las raíces de las plantas (en su mayoría leguminosas y álderes), algas, líquenes y epifitas en las selvas tropicales.

El nitrógeno "fijado", como amoníaco y nitratos es asimilado por las plantas e incorporado sus tejidos como proteínas vegetales. El nitrógeno es transportado a través de la cadena alimenticia de los vegetales, que constituyen el alimento, a los herbívoros y a su vez a los carnívoros. Cuando los vegetales y animales mueren, el nitrógeno que los constituía, es degradado a amoníaco y nitratos por las bacterias encargadas de la descomposición, proceso conocido como amonificación. Una parte del nitrógeno es retomada por los vegetales, otra se disuelve en agua o permanece retenida en los suelos, donde los microorganismos la convierten en nitratos o nitritos, en un proceso conocido como nitrificación. Los nitratos pueden permanecer en el humus en descomposición o ser lavados y transportados a los cuerpos de agua. Pueden también ser convertidos en nitrógeno y reingresar a la atmósfera por el proceso conocido como desnitrificación. En los sistemas naturales, el nitrógeno perdido por la desnitrificación, se recupera mediante el proceso de fijación y otros procesos naturales. La intrusión humana en el ciclo del nitrógeno ocasiona que menos nitrógeno sea ciclado, o en la sobrecarga del sistema. Por ejemplo, en el cultivo de tierras, las cosechas y la deforestación han ocasionado una reducción sostenida de los niveles de nitrógeno en el suelo (algunas de las pérdidas sólo pueden compensarse mediante la aplicación de fertilizantes nitrogenados que conllevan un alto costo energético elaborados mediante la fijación artificial del nitrógeno). Por el contrario, el lavado del nitrógeno de las tierras sobrefertilizadas de las áreas deforestadas, de las secreciones animales y de los drenajes, es responsable de la adición excesiva de nitrógeno a los cuerpos de agua y consecuentemente a los ecosistemas acuáticos, lo que trae como resultado la reducción de la calidad del agua y la estimulación del crecimiento excesivo de algas. Además, el dióxido de nitrógeno que se vierte en grandes cantidades a la atmósfera, como resultado de las emisiones de los automóviles y de las plantas termoeléctricas, reacciona químicamente para formar ozono y el nitrógeno restante reacciona con otros contaminantes atmosféricos para formar smog fotoquímico.

2.1.2.2.2. Fósforo.

Símbolo (P), elemento no metálico muy reactivo que es vital para los seres vivos y que tiene muchas aplicaciones industriales. El número atómico del fósforo es 15 y su peso atómico es 30.974. El fósforo se encuentra en el grupo 15 (Va) de la tabla periódica.

El fósforo fue descubierto alrededor de 1669, por el alquimista alemán Hennig Brand en experimentos en los que buscaba preparar el oro a partir de la plata.

La mayoría de los compuestos de fósforo son trivalentes y pentavalentes. El fósforo se combina fácilmente con el oxígeno para formar óxidos, de los que, los más importantes son: el óxido de fósforo (P_2O_3), el óxido fosfórico (P_2O_5). El óxido de fósforo, un sólido cristalino blanco, se utiliza como un agente reductor. Es delicuescente – es decir, que se disuelve en la humedad del aire. El vapor es tóxico. El óxido fosfórico, un sólido blanco, delicuescente y amorfo, se sublima a $250^\circ C$. Reacciona con el agua formando ácido fosfórico y se utiliza como agente secante.

El fósforo forma hidruros con el hidrógeno, siendo el hidruro importante el (PH_3), que es comparable a la amoníaco (NH_3), el hidruro del nitrógeno. Todos los halógenos se combinan directamente con el fósforo formando haluros, que se utilizan para formar ácidos y compuestos orgánicos. Los compuestos comerciales más importantes del fósforo son el ácido fosfórico y

los sales de ácido fosfórico, que se denominan fosfatos. La mayor parte de los compuestos que contienen fósforo se utilizan como fertilizantes. También se utilizan compuestos de fósforo en la refinación del azúcar, en recubrimientos contra incendios, en aleaciones como el bronce y el cobre fosforados. El fósforo blanco se utiliza para fabricar raticida y el fósforo rojo para la fabricación de cerillos "fósforos".

2.1.2.3. Metales Pesados.

2.1.2.3.1. Información General.

Los metales pesados son elementos cuyos pesos atómicos se encuentran entre 63.546 y 200.599, y gravedades específicas mayores a 4.0. Los seres vivos requieren cantidades traza de algunos metales pesados, tales como cobalto, cobre, fierro, manganeso, molibdeno, vanadio, estroncio y zinc. Los niveles excesivos de metales esenciales pueden ser nocivos. Los metales pesados que no son esenciales, considerados perjudiciales en los sistemas de agua superficial son: el arsénico, cadmio, cromo, mercurio, plomo y el antimonio. Todos los metales pesados están presentes en los sistemas de aguas superficiales, ya sea en estado coloidal, en partículas o disueltos. Aunque las concentraciones disueltas son generalmente bajas. Los metales, en estado coloidal o como partículas, se pueden encontrar como: 1) hidróxidos, óxidos, silicatos o sulfatos; 2) adsorbidos en el barro, la sílica o en la materia orgánica. Las formas solubles se encuentran generalmente como iones, como complejos organometálicos no ionizados o "chelados". La solubilidad de los metales pesados en los sistemas de agua superficial está controlada principalmente por el pH del agua, el tipo y la concentración de los "ligandos", a los que los metales pueden adsorberse, y el estado de oxidación de los componentes minerales y por el ambiente redox del sistema.

El comportamiento de los metales en las aguas naturales es una función de la composición del sedimento o sustrato, de la composición del sedimento suspendido y de la química del agua. El sedimento compuesto de limo, arena y arcilla, tendrá generalmente concentraciones más elevadas de metales en adsorción que aquellos sedimentos compuestos por cuarzo, feldespato o ricos en detritus y carbonatos. Los metales tienen una alta afinidad por los ácidos humitos, las arcillas orgánicas, y los óxidos con revestimiento de materia orgánica.

La química del agua del sistema (cuerpo de agua), controla la velocidad de adsorción o desorción de los metales, al y del, sedimento. La adsorción remueve el metal de la corriente y lo incorpora al sustrato. La desorción reincorpora el metal del sustrato, a la corriente de agua, en la cual, pueden ocurrir donde la recirculación o la bioasimilación. Los metales pueden desorberse del sedimento si el agua experimenta un decremento de la salinidad, del potencial redox o del pH.

Los metales pesados presentes en los sistemas de agua superficial pueden provenir de fuentes naturales o antropogénicas. Generalmente, la incorporación de metales por causas antropogénicas supera a la incorporación producto de los procesos naturales. Los excesos de metales pesados incorporados a los cuerpos de agua constituyen un riesgo para la salud y para el medio ambiente.

2.1.2.3.2. Efectos a la salud.

La ingestión de metales pesados tales como el plomo (Pb), cadmio (Cd), mercurio (Hg), arsénico (As), bario (Ba) y cromo (Cr), representa riesgos considerables a la salud humana. Las cantidades infinitesimas (traza) de metales como el plomo y el cadmio interfieren con la asimilación de nutrientes esenciales de "aparencia" o comportamiento químico similar; por ejemplo, el calcio (Ca²⁺), y el zinc (Zn²⁺).

Plomo : debido a las similitudes de tamaño y carga, el plomo puede substituir al calcio y ser incluido en los huesos. Los niños son especialmente vulnerables al plomo, porque su sistema óseo se encuentra en desarrollo y requiere grandes cantidades de calcio. El plomo que es almacenado en los huesos no producirá daños, pero si posteriormente, se ingieren altos niveles de calcio, el plomo almacenado en los huesos es substituido por el calcio, por lo que se moviliza. Una vez liberado en el organismo, el plomo puede ocasionar nefrotoxicidad, neurotoxicidad o hipertensión.

Cadmio : Este elemento puede interferir con la habilidad de la metalotioneína para regular las concentraciones de zinc y cobre en el cuerpo. La metalotioneína es una proteína que se enlaza a los metales esenciales excedidos, con el fin de limitar su disponibilidad. Cuando el cadmio induce la actividad de la metalotioneína, ésta se enlaza al cobre y al zinc, desequilibrando los niveles homeostáticos. El cadmio se utiliza en los procesos industriales y es un residuo de los procesos de metalurgia del zinc.

Mercurio : Este elemento representa un grave riesgo para la salud humana, especialmente en la forma de metilmercurio. Cuando el mercurio ingresa a los cuerpos de agua es transformado por los microorganismos en metilmercurio, compuesto que tiene una elevada toxicidad. Los síntomas del envenenamiento agudo son: faringitis, gastroenteritis, vómito, nefritis, hepatitis y colapso circulatorio. El envenenamiento crónico es normalmente el resultado de la exposición en el ámbito industrial o de una dieta consistente en pescado contaminado. El mercurio es el único metal bioacumulativo. El envenenamiento crónico puede ocasionar daño al hígado, daño neurológico y teratogénesis.

La ingestión de arsénico, resultado del consumo de agua o alimentos contaminados, puede ocasionar una intoxicación aguda, cuyos síntomas son: vómito, diarrea y anomalías cardíacas.

Cromo : La presencia de abundantes aniones de cromo en el agua, es generalmente el resultado de las actividades industriales. Los efectos adversos a la salud se presentan como afecciones respiratorias y dermatológicas crónicas.

2.1.2.3.3. Efectos al medio ambiente.

Los organismos acuáticos pueden sufrir efectos adversos por los metales pesados introducidos en su medio ambiente. Su toxicidad es mayormente una función de la química del agua, y de la composición del sedimento en los sistemas de agua superficial.

Un ligero incremento de los niveles de metales pesados en los sistemas naturales puede ocasionar los siguientes subefectos letales en los organismos acuáticos:

Daño biológico o morfológico de los tejidos.

Daño fisiológico, tal como la supresión del crecimiento o desarrollo, pobre desempeño natatorio, cambios en el aparato circulatorio.

Cambios en la bioquímica tales como: cambios en la actividad enzimática y en la química sanguínea,

- 4) Cambios en la conducta, y
- 5) Cambios en la reproducción.

Muchos seres vivos tienen la capacidad de regular la concentración de metales pesados en sus tejidos. Los peses y crustáceos pueden excretar los metales esenciales, tales como el cobre, el zinc y el hierro, cuando están presentes en exceso. Algunos pueden también excretar metales no esenciales como el cadmio y el mercurio, aunque esto se cumple con menor éxito.

Los estudios muestran que las plantas acuáticas y los bivalvos no pueden regular exitosamente la ingesta de metales. Por lo tanto, los bivalvos tienden a sufrir la acumulación de metales en ambientes contaminados. En sistemas estuariales, los bivalvos son útiles como organismos bioindicadores cuando se sospecha que existe contaminación. De hecho, se imponen vedas a la pesca de almejas si se detectan niveles altos de metales que puedan representar riesgos a la salud humana.

En comparación con los peces de agua dulce y los invertebrados, las plantas acuáticas son igualmente o un poco menos sensibles al cadmio, cobre, plomo, mercurio, níquel y zinc. Por lo tanto, deben manejarse los recursos acuáticos para la producción de pescado e invertebrados, con el fin de monitorear la tasa de supervivencia de la vegetación acuática. Las razones de asimilación de metales variarán según el organismo y del metal en cuestión, El fitoplancton y el zooplancton a menudo asimilan rápidamente los metales disponibles, puesto que cuentan con un área superficial grande con respecto a su volumen. La capacidad para asimilar metales con que cuentan los peces depende en gran medida de las características físicas y químicas del metal. Con excepción del mercurio, se ha observado escasa acumulación de metales en los organismos acuáticos.

Los metales pueden ingresar al sistema de los organismos acuáticos por tres vías principales:

1. Como iones metálicos libres que son absorbidos por las superficies respiratorias (branquias), mismos que se difunden rápidamente en la corriente sanguínea.
2. Como iones metálicos libres que se adsorben a la superficie, para después difundirse pasivamente al torrente sanguíneo.
3. Metales que se encuentran integrados "sorbidos" en los alimentos o en las partículas y pueden ser ingeridos, así como los iones metálicos libres ingeridos con el agua.

2.1.2.3.4. Efectos a la irrigación.

El agua utilizada para la irrigación puede transportar metales pesados en solución a las tierras agrícolas. Aunque la mayoría de los metales pesados no representan un riesgo para la salud humana, como consecuencia del consumo de las cosechas, el cadmio puede ser incorporado al tejido vegetal. La acumulación normalmente ocurre en las raíces de las plantas, pero puede presentarse en todo la planta.

La mayoría de los sistemas de irrigación se diseñan, considerando que hasta un 30% del agua aplicada no será absorbida y ésta dejará el campo como flujo de retorno. El flujo de retorno puede incorporarse (infiltrarse) al agua subterránea o escurrirse fuera de la superficie regada. El agua de retorno debe a menudo ser reincorporada a alguna corriente superficial para respetar los derechos de terceros aguas abajo o por ser necesario mantener un caudal mínimo. Sin embargo, en algunos casos el agua se recolecta y almacena hasta que sea posible utilizarla para el riego de otras tierras. Normalmente, el agua se almacena en lagunas o bordos, en los que los metales pesados pueden acumularse, en la medida en que el agua se llega y se bombea fuera del bordo. Estos metales eventualmente tendrán un impacto adverso sobre alguna comunidad acuática.

2.1.2.3.5. Fuentes :

2.1.2.3.5.1. Fuentes no puntuales.

- Naturales: Los efectos físicos y químicos del clima sobre rocas ígneas y metamórficas así como sobre los suelos, ocasionan que se liberen metales pesados, tanto a los sedimentos como al aire. Otras contribuciones provienen del detritus generado por la descomposición de plantas y animales, precipitación o deposición atmosférica de partículas suspendidas en el aire, resultado de la actividad volcánica o erosión eólica, deshielos, fuego, transpiración vegetal y de la brisa del mar.

- Antropogénicos: El escurrimiento superficial producto de las operaciones de minería normalmente tiene un pH bajo y contiene elevadas concentraciones de metales pesados tales como: hierro, manganeso, zinc, cobre, níquel y cobalto. La combustión de combustibles fósiles introduce a la atmósfera grandes cantidades de partículas metálicas que, eventualmente se depositan en la superficie terrestre. El escurrimiento pluvial urbano a menudo contiene metales provenientes de las autopistas y del asentamiento atmosférico. Actualmente, las aportaciones de metales pesados a los cuerpos de agua, antropogénicas superan a las naturales.

2.1.2.3.5.2. Fuentes puntuales.

Las aguas residuales domésticas contienen metales provenientes de los desechos metabólicos, de la corrosión de las tuberías, de los bienes de consumo. Los efluentes y lodos

industriales contribuyen substancialmente de la carga de metales pesados a los cuerpos de agua.

2.1.2.3.6. Destino Ambiental y modo de transporte.

2.1.2.3.6.1. *Transporte en agua.*

El agua puede transportar metales que están integrados a las partículas de sedimento. La ruta principal de transporte del conjunto metal-sedimento consiste en el arrastre superficial.

El agua también transporta metales disueltos. Aunque el medio principal para el transporte de los metales disueltos es el acarreo superficial, es posible que exista algún transporte subterráneo. Los metales introducidos a la zona de saturación o la de no-saturación, por lo general, no son transportados grandes distancias. Los metales disueltos que son acarreados por debajo de la superficie, se adsorberán con facilidad a las partículas del suelo o a los materiales líticos, tanto en la zona no saturada como en la saturada.

2.1.2.3.6.2. *Transporte en el aire.*

Los metales introducidos a la atmósfera pueden ser acarreados a la superficie terrestre por precipitación o por simple caída en seco. Además, puesto que los metales se "sorben" con facilidad a diversos tipos de sedimento, el sedimento en las tolvaneras representa un medio potencial importante de transporte de metales pesados.

2.1.2.3.7. Características de los Metales Pesados Consignados en la Legislación.

2.1.2.3.7.1. *Arsénico.*

Este elemento es extremadamente venenoso. Su número atómico es 33 y se encuentra en el grupo 15 (Va) de la tabla periódica.

El arsénico se utiliza en grandes cantidades en la fabricación de vidrio, para eliminar el color verdoso que resulta de la presencia de impurezas compuestas que contienen hierro. Una carga típica de un horno de vidrio contiene un 0.5% de trióxido de arsénico. Algunas veces, se añade arsénico al plomo para endurecerlo, así como en la fabricación de gases venenosos empleados por los militares tales como lewisita y adamsita. El arsénico fue un importante recurso para el tratamiento de la sífilis. En otras aplicaciones medicinales ha sido reemplazado por las sulfas o los antibióticos. El arseniato de plomo, el arseniato de calcio y el "verde de Paris" su utilizan ampliamente como insecticidas. Algunos compuestos del arsénico, tales como el arseniato de galio, se utilizan en la fabricación de semiconductores. El arseniuro de galio (GaAs), se emplea como un material emisor de rayos láser. El disulfuro de arsénico (As₂S₂), conocido como orpimento rojo, o rubí arsénico se utiliza como pigmento en los fuegos artificiales y en la fabricación de pinturas.

El arsénico es venenoso en dosis mucho mayores a 65mg (1 grano) y el envenenamiento puede ser el resultado de una dosis masiva o de muchas dosis pequeñas, como por ejemplo, de la inhalación de vapores o polvos de arsénico. Por el contrario, algunas personas –los llamados comedores de arsénico–, residentes de las montañas del sur de Austria, han descubierto que el arsénico tiene un efecto tonificante y han desarrollado una tolerancia a éste, que les permite ingerir diariamente una dosis que normalmente sería letal. Sin embargo, esta dosis no los protege contra la misma dosis, si les fuera administrada en forma hipodérmica.

Una prueba confiable para la detectar la presencia de cantidades infinitésimas de arsénico es de suma importancia puesto que el arsénico es un veneno violento, y sin embargo, se utiliza ampliamente, por lo que es un contaminante común. La prueba de Marsh, que fue denominada así, en honor de su inventor el químico Inglés James Marsh proporciona un método sencillo para detectar cantidades traza de arsénico tan pequeñas que sería imposible descubrir en un análisis ordinario. La substancia a analizar se coloca en un generador de hidrógeno, por lo que cualquier cantidad de arsénico presente se combina con el hidrógeno para formar arseina (AsH_2), misma que se mezcla con el hidrógeno generado. Si la corriente de hidrógeno se calienta, mientras circula a través de un tubo de vidrio, la arseina se descompone y el arsénico metálico se deposita en el tubo. Una cantidad infinitesimal provoca una mancha apreciable; tanto como 0.1mg de arsénico o de antimonio pueden detectarse mediante la prueba de Marsh.

2.1.2.3.7.2. Cadmio.

El cadmio (Cd) es un elemento metálico de color blanco plateado que es fácilmente moldeable. Su número atómico es 46. El cadmio es uno de los elementos de transición del grupo 12 (11b) de la tabla periódica.

El cadmio puede ser depositado mediante electrólisis como un recubrimiento de metales, principalmente en el hierro y el acero, en los que forma un recubrimiento químicamente resistente. El cadmio reduce el punto de fusión de los metales con los que forma aleaciones. Se utiliza aliado con el plomo, el estaño y el bismuto para la fabricación de "fusibles", tales como los de los sistemas de aspersión contra incendios, alarmas contra incendios y fusibles eléctricos. Una aleación de cadmio con plomo y zinc es lo que se utiliza para fabricar la "soldadura". Las sales de cadmio también se utilizan en fotografía y en la fabricación de artículos como fuegos artificiales, hule, pinturas fluorescentes, vidrio, porcelana.

El cadmio también se ha utilizado en las plantas nucleares para la generación de energía eléctrica como material de control o de aislamiento para la absorción de neutrones de baja energía. El sulfuro de cadmio se emplea en la fabricación de celdas fotovoltaicas de energía solar y en las baterías de níquel-cadmio que se utilizan comúnmente en ciertos dispositivos especializados.

El sulfato de cadmio ($3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) se utiliza como astringente. El sulfuro de cadmio (CdS), que es forma como un precipitado de color amarillo brillante, cuando se hace pasar sulfuro de hidrógeno a través de una solución de sal de cadmio, es un importante pigmento conocido como amarillo cadmio. El selenoide (CdSe) también se utiliza como pigmento. El cadmio y

las soluciones de sus compuestos son altamente tóxicas, con efectos acumulativos similares a aquellos producidos por el envenenamiento con mercurio

2.1.2.3.7.3. Cianuros.

El cianuro de hidrógeno (HCN), también conocido como ácido hidrocianico o ácido prusiano, es un líquido incoloro extremadamente venenoso cuyo olor característico es de almendras rancias. El término cianuro se aplica al ion ($-\text{CN}$). Él (HCN) funde a los -14°C y su punto de ebullición es de 25.7°C . Unos pocos miligramos de esta sustancia o de los cianuros relacionados pueden ser inmediatamente fatales para los seres humanos, bloqueando la capacidad de las células o de la hemoglobina para utilizar el oxígeno. Este compuesto se mezcla con el agua, alcohol y el éter en cualquier proporción. Cuando se presentan impurezas, las moléculas del (HCN) pueden combinarse para formar un sólido de color negro y esta reacción puede ser explosiva a menos que sea inhibida. El (HCN) es flamable y formar mezclas explosivas con el aire. Anteriormente se produjo utilizando el pigmento conocido como azul de Prusia, de ahí su nombre secundario. Actualmente, se elabora en forma comercial mediante la reacción del metano con amoníaco, en presencia de un catalizador de platino.

Una de las aplicaciones más importantes del (HCN) es en la producción del acrilonitrilo, un compuesto base para la fabricación de muchos otros productos. Él (HCN) tiene muchas otras aplicaciones industriales, incluyendo la fabricación de plásticos y de algunos otros cianuros de importancia en la industria. Estos incluyen el cianuro de sodio (NaCN), el cianuro de potasio (KCN), que son compuestos muy importantes en el área de metalurgia. Se utilizan, por ejemplo, para la recuperación del oro y la plata de los minerales brutos. El cianuro de potasio (NaCN) se utiliza para lograr el endurecimiento del acero. Algunos compuestos de cianuro se utilizan en la galvanoplastia de metales como el oro, la plata, el cobre y el platino.

2.1.2.3.7.4. Cromo.

El cromo, cuyo símbolo es (Cr), es un elemento color gris metálico que puede alcanzar un alto grado de pulido. Su número atómico es 24. Este elemento es uno de los elementos de transición de la tabla periódica.

Más de la mitad de la producción de cromo se destina a productos metálicos y una tercera parte se utiliza en la fabricación de refractarios. El cromo es un ingrediente fundamental de varios catalizadores de importancia. El uso principal del cromo es la fabricación de aleaciones, principalmente de hierro, níquel y cobalto. La adición del cromo le proporciona a la aleación dureza, resistencia y resistencia a la corrosión. En los aceros inoxidables, el cromo constituye más del 10% de la composición final del material. Debido a su dureza, se utiliza una aleación de cromo, cobalto y tungsteno para la fabricación de herramientas de corte de alta velocidad para maquinado de metales. Cuando se lo aplica a una superficie metálica mediante galvanoplastia, el cromo proporciona un lustroso acabado superficial de alta dureza y resistencia a la corrosión. Por estos motivos, se utiliza ampliamente en las molduras y defensas de automóviles y otros vehículos. Su uso extendido como un material refractario se debe a su alto punto de fusión, su moderada expansión térmica y a la estabilidad de su estructura cristalina.

2.1.2.3.7.5. Cobre.

El cobre (Cu) es un metal color café rojizo que es uno de los más utilizados. El cobre es uno de los elementos de transición de la tabla periódica. Su número atómico es 29.

El cobre era un metal conocido en las civilizaciones prehistóricas y fue probablemente el primer metal del cual se desarrollaron objetos útiles. Se han encontrado objetos de cobre en los restos de muchas civilizaciones antiguas como las de Egipto, China, Asia menor, la del sudeste europeo, Chipre (de la que se deriva su nombre) y de Creta. También era conocido para las civilizaciones americanas. Los colonizadores encontraron muchos minerales en América y también se encontró en su forma pura.

Debido a sus muchas propiedades deseables tales como su excelente conductividad eléctrica y calórica, su resistencia a la corrosión, su maleabilidad y ductilidad, así como su belleza, el cobre ha sido utilizado a lo largo de la historia de la humanidad, en una infinita variedad de aplicaciones. Sin embargo, su aplicación principal es en la conducción de la electricidad, debido a su altísima conductividad eléctrica, que sólo es superada por la de la plata.

Puesto que el cobre es tan dúctil, puede ser estirado para formar alambres de hasta 0.025mm de diámetro, así como de mayor diámetro. El esfuerzo de tensión del cobre estirado es de unos 4200kg/cm². Puede ser utilizado en líneas de transmisión eléctrica y cables exteriores, así como en cableados domésticos, cordones de aparatos electrodomésticos y como elemento de maquinaria, en el embobinado de motores y generadores, controladores, dispositivos de señalización, electroimanes y en equipos de comunicaciones, por mencionar sólo algunas de sus muchas aplicaciones.

El cobre también se ha utilizado para la fabricación de monedas a lo largo de la historia, así como en la elaboración de utensilios de cocina, además de vasijas y objetos ornamentales. El cobre también se utilizó ampliamente para recubrir el casco de los barcos con el objeto de evitar las filtraciones. El cobre también puede ser aplicado mediante galvanoplastia a otros metales, ya sea sólo o en combinación con otros metales, particularmente en la fabricación de electrotipos o (reproducción de tipos para la imprenta).

Los compuestos cuprosos se oxidan fácilmente para formar compuestos cúpricos, a veces, por la sola exposición al aire, por lo que no tienen mucha importancia en la industria; por el contrario, los compuestos cúpricos son estables. Algunas soluciones de cobre tienen la capacidad de disolver la celulosa por lo que se utilizan grandes cantidades de cobre en la fabricación del rayón. El cobre también se utiliza para la fabricación de muchos pigmentos e insecticidas como el verde de París, fungicidas como en la fórmula de Burdeos, aunque está siendo reemplazado en gran medida por compuestos sintéticos de origen orgánico en esta aplicación.

2.1.2.3.7.6. Mercurio.

Del latín hydrargyrum ("plata líquida"), es un elemento metálico que fluye libremente a la temperatura ambiente. El mercurio es uno de los elementos de transición de la tabla periódica. Su peso atómico es de 80.

El mercurio, "plata líquida" o "plata rápida". Fue muy estudiado por los alquimistas. Fue primeramente reconocido como un elemento por el químico francés Antonie Laurent Lavoisier en sus experimentos sobre la composición del aire.

El mercurio es utilizado en la fabricación de termómetros debido a que su coeficiente de expansión térmica es casi una constante. Es decir, el cambio de volumen que experimenta dado el aumento o disminución de la temperatura en un grado es el mismo. También se utiliza en otros tipos de aparatos científicos tales como: bombas de vacío, barómetros, manómetros y en aparatos como rectificadores, sensores y en interruptores eléctricos. Las lámparas de vapor de mercurio se utilizan para la iluminación y como un medio para generar luz ultravioleta, que se utiliza, por ejemplo, para la esterilización del agua. El vapor de mercurio se utiliza en lugar del vapor de agua en calderas utilizadas para la propulsión de turbogeneradores. El mercurio se combina con todos los metales, excepto con el hierro y el platino, para formar aleaciones conocidas como amalgamas. En un método para la extracción del oro y la plata de sus minerales, los minerales se mezclan con mercurio y luego el mercurio se remueve mediante destilación.

El mercurio forma compuestos monovalentes y divalentes. Entre los compuestos del mercurio que tienen importancia comercial se encuentra el sulfuro de mercurio, que es un antiséptico común y que también se utiliza como pigmento bermellón, el cloruro de mercurio, conocido como calomel y que se utiliza para la fabricación de electrodos y que anteriormente se utilizaba como catártico (purgante), clorato de mercurio, un sublimante corrosivo, y por último, en usos medicinales el mercururocromo.

El mercurio es altamente tóxico, tanto en su forma de vapores como en las sales solubles en agua, mismas que corroen las membranas del cuerpo

El envenenamiento crónico con mercurio tiene lugar cuando pequeñas cantidades del metal o de las sales solubles en los tejidos grasos, particularmente el metilmercurio, son ingeridas repetidamente por largos periodos de tiempo. Estas, causan daños irreversibles al cerebro, hígado y a los riñones. Debido al incremento de la contaminación del agua, se han encontrado cantidades importantes de mercurio en algunas especies de peses, lo que ha ocasionado una preocupación generalizada por su descarga incontrolada al medio ambiente.

2.1.2.3.7.7. Plomo

Símbolo (Pb) plumbium –muy pesado- es un metal denso de color azul grisáceo, que es uno de los metales cuyo conocimiento tiene mayor antigüedad. Su número atómico es 82, está en el grupo 14 (IVa) de la tabla periódica.

El plomo se menciona en el viejo testamento de la Biblia. Fue utilizado por los romanos para fabricar tuberías de agua, mismas que eran soldadas con una aleación de plomo y estaño.

El plomo metálico es un material suave, maleable y dúctil. Si se calienta suavemente puede ser forzado a través de agujeros anulares o "dados", tiene un bajo esfuerzo de tensión y es muy mal conductor eléctrico. Una superficie recién cortada tiene un color brillante que rápidamente se opaca a un color azul grisáceo apagado característico del metal. El plomo funde a 328°C y su punto de ebullición es de 1740°C, su peso específico es de 11.34 y su peso atómico es de 207.20.

El plomo es soluble en ácido nítrico, pero no es afectado por el ácido sulfúrico o el clorhídrico, a temperatura ambiente. En presencia de aire, reacciona lentamente con el agua para formar hidróxido de plomo, mismo que es ligeramente soluble. El plomo es tóxico cuando se ingiere, aunque normalmente el agua contiene sales que forman un recubrimiento en las tuberías, lo que inhibe la formación de hidróxido de plomo. Las tuberías de plomo no deben utilizarse para conducir agua potable.

Se utilizan enormes cantidades de plomo para la fabricación de acumuladores y en recubrimientos aislantes de cables eléctricos. También se utilizan cantidades importantes en el recubrimiento de tuberías, de tanques y de equipos de rayos X. Por su alta densidad y sus propiedades nucleares, el plomo se utiliza ampliamente como un aislante y protector en equipos de radiología. Entre las aleaciones que contienen un alto porcentaje de plomo se encuentran la soldadura, los metales para tipografía y los materiales para cojinetes. También se consumen grandes cantidades de plomo en sus compuestos, particularmente, en la industria de pinturas y colorantes.

El carbonato de plomo básico (PbCO_3)₂ · Pb(OH)_2 , llamado también plomo blanco, ha sido utilizado como pigmento blanco desde hace unos 2000 años. También se utiliza en la fabricación de barnices para cerámica y en la elaboración de otros pigmentos. Sin embargo, en años recientes, debido a los riesgos de envenenamiento con plomo, el uso de pinturas basadas en plomo para interiores casi se ha discontinuado.

El monóxido de plomo (PbO), un polvo cristalino de color amarillo, que se forma calentando plomo en presencia de aire, se utiliza como componente de vidrios y para fabricar secantes para aceites y barnices, así como para elaborar insecticidas. El plomo rojo (Pb_3O_4), un polvo rojo cristalino, formado mediante la oxidación del monóxido de plomo, es el pigmento utilizado en pintura para proteger las estructuras de fierro y acero y las piezas de herrería.

El cromato de plomo o amarillo cromo (PbCrO_4), un polvo cristalino utilizado como pigmento amarillo, se prepara mediante la reacción del acetato de plomo con el dicromato de potasio. Los pigmentos rojo cromo, amarillo cromo anaranjado y amarillo cromo limón son algunos de los colores que se obtienen del dicromato de plomo. El acetato de plomo ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), una sustancia blanca cristalina conocida como azúcar de plomo, debido a su sabor dulce, se prepara comercialmente disolviendo monóxido de plomo en ácido acético y se utiliza como fijador, secante de pinturas y barnices, como pintura y para preparar otros compuestos.

El tetraetilo de plomo ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$) es el componente principal de los aditivos para prevenir la ignición prematura de la gasolina en los motores de combustión interna, por lo que esta sustancia es uno de los principales componentes en el problema de la contaminación ambiental. Actualmente, la mayoría de los automóviles se diseñan para operar con gasolinas sin plomo.

El plomo que es ingerido en cualquiera de sus formas es altamente tóxico. Sus efectos se perciben una vez que se ha acumulado en el organismo durante largos períodos de tiempo. Los síntomas son: anemia, debilidad, estreñimiento, disminución de movilidad o parálisis de muñecas o tobillos. Las pinturas que se descaman o los juguetes de plomo son altamente riesgosos para los niños. Los niños corren un riesgo mayor con niveles antes considerados seguros. El plomo puede reducir su coeficiente intelectual, retardar su desarrollo, disminuir la memoria, causar problemas de audición o de balance. En los adultos, uno de los riesgos causados por dosis de plomo antes consideradas seguras, es la hipertensión. Los tratamientos actuales del envenenamiento con plomo contemplan la administración de disodio de calcio, de ácido etilenediaminetetracíclico (EDTA), un agente quelante. El plomo es removido del organismo mediante la substitución por calcio y su conglomeración por la acción del EDTA, para luego ser excretado por la orina.

2.1.2.3.7.8. Níquel.

Símbolo (Ni) Metal magnético color blanco plateado, que se utiliza principalmente en la fabricación de aleaciones. El níquel es uno de los elementos de transición de la tabla periódica. Su número atómico es 28.

El níquel fue utilizado por varios miles de años para la fabricación de monedas en aleación con el cobre pero no fue reconocido como un elemento hasta 1751, cuando el químico suizo el Barón Axel Frederic Cronstedt aisló el metal extrayéndolo del mineral de nicolita.

El níquel se utiliza como capa protectora y ornamental de recubrimiento para otros metales. Particularmente, en el caso del hierro y del acero, que son muy susceptibles a la corrosión. El recubrimiento de níquel se deposita mediante la electrólisis en una solución de níquel. El níquel finamente dividido puede absorber una cantidad de hidrógeno de hasta 17 veces su volumen, por lo que se utiliza como catalizador de muchos procesos, incluyendo el hidrogenado de aceites.

El níquel se utiliza principalmente en forma de aleaciones. Le imparte al acero una gran fuerza y resistencia a la corrosión. El acero al níquel, que contiene de un 2% a un 4% de níquel, se utiliza en la fabricación de partes automotrices como ejes, cigüeñales, engranes, válvulas, bielas etc., en piezas de maquinaria, en lámina de carrocerías. Algunas de las aleaciones más importantes que contienen níquel son: la alpaca, el invar, el monel, el nicromel y el permaloy. Las monedas están hechas con una aleación de 25% níquel y 75% cobre. También se utiliza el níquel en las baterías níquel-cadmio.

El níquel forma principalmente compuestos divalentes (níquelosos), aunque existen ejemplos de compuestos con estados de oxidación formales con valencias del -1 al +4. La mayoría de las sales de níquel, tales como el cloruro de níquel (NiCl_2), el sulfato de níquel (NiSO_4) y nitrato de níquel ($\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$), son de color verde o azul, y generalmente están hidratados, tal es el caso del sulfato de níquel amonium ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), que se utiliza en las soluciones para recubrimiento electrolítico. Normalmente, los compuestos de níquel se identifican utilizando un reactivo orgánico llamado dimetilgloxina, mismo que reacciona con el níquel formando un precipitado flocular de color rojo.

2.1.2.3.7.9. Zinc.

El zinc (Zn) es un elemento metálico con un color blanco azulado que tiene una gran variedad de aplicaciones industriales. El zinc es uno de los elementos de transición de la tabla periódica. Su número atómico es 30. Desde hace mucho tiempo se conocen los minerales de zinc, pero no fue sino hasta 1746 que se le reconoció como un elemento independiente por el químico alemán Andreas Sigismund Marggraf, quien pudo aislar el metal puro, mediante el calentamiento de la calamina y carbón.

El metal se utiliza principalmente como un recubrimiento protector o galvanizador del hierro y del acero, como ingrediente de varias aleaciones especialmente en el bronce, como placas para celdas eléctricas secas y para piezas extruidas. El óxido de zinc, conocido como "blanco de zinc" "blanco chino" se utiliza como pigmento para pinturas, como relleno de llantas de hule, así como en la medicina, como un ungüento antiséptico. El cloruro de zinc se utiliza como un preservador para madera y como un fluido para soldadura. El sulfuro de zinc se utiliza en aplicaciones de electroluminiscencia, fotoconductividad y semiconductividad y en otros dispositivos electrónicos. Este material también se utiliza como un "fósforo" para cinescopios de monitores de televisión, de recubrimientos fluorescentes de

2.1.3. Diseño y Operación de plantas de tratamiento.

2.1.3.1. Diseño.

Es importante mencionar lo relativo al diseño en el presente trabajo porque los niveles de descontaminación del agua están en función de la efectividad del tratamiento en su conjunto y no de la efectividad de cada uno de los procesos individuales.

Parece obvio pero no lo es, y así lo reflejan los resultados del perfil de contaminantes y el análisis de los expedientes individuales de cada una de las empresas verificadas. Muchas empresas cuentan con tratamientos biológicos del tipo municipal y sus residuos no son compatibles. Muchas otras empresas cuentan con infraestructura de tratamiento sobrada para sus necesidades y otras generan residuos en cantidades que superan con mucho la capacidad de sus plantas de tratamiento.

Esta sección se incluye porque esta problemática no sólo es a nivel industrias, estados y municipios, sino que en la literatura también se puede apreciar esta incompatibilidad de enfoques.

Como se mencionó anteriormente, existe una multitud de profesiones que intervienen en el desarrollo de sistemas de descontaminación y así también son los criterios profesionales que se aplican a la solución del problema.

En el caso del tratamiento de aguas residuales existen dos vertientes muy claras; la descontaminación de los efluentes municipales y la de las aguas residuales industriales. Estas problemáticas son similares pero a veces las soluciones son diametralmente opuestas.

La primera diferencia notoria en cuanto al tratamiento del problema de descontaminación es que, en el caso de los efluentes municipales, el responsable del proceso de tratamiento no conoce a ciencia cierta el contenido y el comportamiento del influente que llega a la planta. Por el contrario, el responsable de una planta de tratamiento industrial, sabe perfectamente a lo que se enfrenta, en cuanto al contenido y al comportamiento de los influentes recibidos.

Otra diferencia diametral en la atención del problema tiene que ver con, la magnitud descomunal de los volúmenes emitidos por los centros urbanos y a la vinculación de éstos con los procesos meteorológicos; en contraposición con las elevadas concentraciones y peligrosidades de los residuos industriales

Los ingenieros "municipales" piensan en "grandes proyectos", en cientos de personas, en maquinaria pesada, en problemas políticos y sociales, en tratamientos de gran capacidad de descontaminación global y deben dejar de lado los aspectos finos tales como que los efluentes de la planta de tratamiento pudieran contener cantidades residuales de metales pesados.

Lo extraño y sorprendente es que se quieran utilizar los mismos criterios de diseño en las instalaciones industriales.

El diseño en las industrias debe ser más modular, más adaptable, más intercambiable y sobre todo, mucho menos condescendiente en cuanto a los errores y los microcontaminantes residuales.

Criterios de diseño y operación.

| Municipal | Industrial |
|--|---|
| Grandes Obras | Modularidad. |
| Influentes desconocidos | Influentes conocidos |
| Tratamiento biológico preferido | Tratamiento químico preferido |
| Grandes contratos y licitaciones que permitan la obtención de recursos en paquete. | Capacidad de crecimiento gradual, modular y adaptativo. |
| Secuencia lógica en el orden de los procesos de tratamiento. (primarios, secundarios, terciarios, avanzados y de potabilización) | Capacidad para secuenciar los tratamientos y evitar las mezclas desfavorables de distintas aguas residuales incompatibles. |
| Economías de escala en diseño, construcción y operación. | Capacidad de subdividir la infraestructura y los procesos para obtener economías de energía, reactivos etc., en épocas de baja productividad o demanda. |
| Incapacidad o imposibilidad de reproceso | Elevados beneficios en reprocesos, mezclas, concentraciones, neutralización y recuperación de residuos. |
| Incapacidad de almacenamiento. | Capacidad de almacenar residuos para obtener economías de escala o la subcontratación del tratamiento. |

El proceso de diseño.

Caracterización de su corriente residual.

Las fuentes; ¿Dónde se generan las aguas residuales?.

El volumen, ¿Qué volumen de aguas residuales se produce?

El patrón de generación ¿Cuándo se descargan?.

Los contaminantes; ¿Que contienen las aguas residuales?, ¿Cuáles de estos contaminantes provienen de los productos que Ud. utiliza?, ¿Qué se remueve de los materiales que se están procesando?.

¿Que saben otros acerca de sus aguas residuales?.

La toma de muestras de sus aguas residuales.

¿Qué corrientes (descargas) se muestrearán?

¿Quién tomará las muestras?.

¿Qué otras medidas preventivas serán necesarias para la toma de muestras?.

Determinación de las limitaciones en la administración de sus aguas residuales.

Consideraciones relativas al marco legal.

Permisos de descarga de aguas residuales.

Drenaje sanitario

Drenaje pluvial.

Sistemas de fosa séptica

Residuos peligrosos

- Residuos sólidos.
- Control de la contaminación del aire.
- Seguridad e higiene industrial.
- Requerimientos de las empresas recicladoras.
- Requerimientos para Sólidos Disueltos Totales.
- Consideraciones económicas y presupuestales.
- Consideraciones de impacto ambiental.

Desarrollo de las alternativas para la administración de las aguas residuales.

- No produzca aguas residuales que no cumplen los límites máximos permisibles de contaminantes.
- Implementar cambios en el proceso productivo.
- Segregar las diferentes corrientes de aguas residuales.
- Cambiar las partes y componentes del producto.
- Evaluar la posibilidad de subcontratar los servicios de tratamiento de aguas residuales.
- Instalar un sistema de tratamiento de aguas residuales modular.
- Análisis de las distintas tecnologías disponibles para el tratamiento de aguas residuales industriales.
- Búsqueda de opciones de tecnologías alternativas para el diseño del sistema.
- Análisis de los sistemas de información y control.

Evaluación de las alternativas.

- Definición de criterios de evaluación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- Evaluación de alternativas para un pretratamiento de aguas residuales

Selección de la mejor alternativa.

- Primera Revisión – Análisis general.
- Segunda revisión – Análisis a detalle.
- Análisis Costo – Beneficio.

Implementación del sistema de tratamiento de aguas residuales.

- Documentación del proceso de diseño.
- Presentación del proyecto final.
- Preparación de los manuales de operación y mantenimiento.
- Obtención de los permisos.
- Capacitación del personal operativo.
- Instalación del sistema

Arranque y evaluación del sistema de tratamiento.

- Solución de problemas.
- Operación y mantenimiento del sistema en funcionamiento estable.

2.1.3.2. Operación de Plantas de Tratamiento.

La operación normal de una planta de tratamiento de aguas residuales es un "proceso continuo", lo que significa que, como todos los procesos industriales y actividades en las que se interrelacionan muchas operaciones independientes, debe ser puesta en marcha y mantenida en condiciones de estabilidad dinámica. En este sentido, esta estabilidad es similar a la de una planta de generación de energía eléctrica. Es decir, no es posible apagarla instantáneamente, ni arrancarla sin un periodo de estabilización. Al igual que una planta de generación, las variaciones súbitas de las entradas y salidas, tienen consecuencias muy significativas y pueden desquiciar el sistema, independientemente de que se instalen un sinnúmero de protecciones. Las variaciones súbitas, también impactan el resultado del proceso en cuanto a su calidad, independientemente de que la operación sea normal y esté bajo control (como en el caso de una planta de generación, cuando se pone en marcha alguna instalación industrial, se perciben variaciones en el voltaje de otras instalaciones, sin que esto sea un problema significativo).

Puesto que los procesos son complejos y están encadenados entre sí, existe la necesidad de mantenerlos dentro de rangos aceptables y por ello se requiere de sistemas de control que respondan a pequeñas variaciones, antes de que el sistema completo pueda desquiciarse.

Sin embargo, la práctica del tratamiento de aguas residuales parece no haber avanzado a la par de todas las demás ramas de la ingeniería de procesos industriales. Persiste la noción de que, una vez puesta en marcha, el operador puede olvidarse para siempre de ella, noción que es impensable si se operara, por ejemplo una caldera o un horno. Otra distorsión común es pensar que, concluida la obra civil y entregada la planta, esta funcionará por toda la eternidad, sin que sean necesarios mantenimientos, pruebas, controles etc.

Estas no son consideraciones personales de un pesimista; son la observación directa de los datos de primera mano, de los expedientes y de los comentarios de los usuarios que dicen; "yo porqué me voy a preocupar si, sale barato contaminar y mis vecinos contaminan 100 veces más que yo". Aún después de pagar la multa.

Como siempre, hay buenas y malas personas y criterios en todas las actividades humanas y muchos usuarios toman muy en serio el manejo de sus plantas de tratamiento. Para todos estos usuarios, la CNA no tiene justificación alguna del argumento de porqué unos usuarios gozan de privilegios en lo relativo a la contaminación.

2.1.3.2.1. La ironía de la prueba de la jarra.

Existiendo las tecnologías espectrofotométricas, los métodos químicos analíticos, los sistemas de control inteligentes o adaptativos, el mejor método para controlar una planta de tratamiento sigue siendo "la prueba de la jarra". Esta consiste en: que el operador de la planta salga corriendo del laboratorio a cucharear una muestra del "caldo" que está en el "tanque", lo lleve al laboratorio, lo ponga en jarras de vidrio, añada los floculantes, coagulantes, y demás químicos que tenga a la mano, para "ver cual de las jarras es la que adquiere mejor transparencia". ¡Este es el método internacionalmente reconocido y aceptado como la mejor práctica, por velocidad y costo!

Obviamente, existen una infinidad de mejores tecnologías, pero en un contexto económico y social en el que solo el 15% de las aguas residuales se tratan, no hay tiempo ni dinero para ser melindrosos. Y los operarios son mucho más inteligentes y adaptativos que los sistemas de control computarizados, y saben por experiencia, qué fábrica operó la semana anterior, cual se echará a andar la semana siguiente y que día inician las clases en las escuelas de la localidad.

En el ámbito industrial sucede casi lo mismo, el ingeniero de proceso sabe exactamente lo que va a ocurrir en su planta de tratamiento, antes de que inicie el proceso o si van a haber cambios en éste, resultado de cambios en la línea de producción. Por eso "no hay pretextos"; para la CNA, todos son contaminadores y transgresores de la ley, aún si pagan los derechos correspondientes cuando se exceden de los Límites Máximos Permisibles; más aún si lo hacen por 10, 50 o 100 veces lo permitido.

Máxime, si se toman 3 ó 4 lecturas al año y son "autodeclaradas".

Es importante señalar que, si hay situaciones y procesos en los que los parámetros pueden razonablemente salirse de control y por eso es que la legislación permite un esquema de penalización razonable de contaminantes excedidos.

Los diseños de las instalaciones en cuanto al dimensionamiento y a las variables que son significativas en los procesos están bien estudiados, caracterizados y elaborados en el ámbito comercial. La descontaminación es el mayor reto de la ingeniería industrial.

Aspectos a considerar en la operación de plantas de tratamiento.

Algunos de los aspectos se utilizaron en los párrafos a manera de ilustrar la variabilidad y diversidad de situaciones que pueden presentarse en cuanto a la operación de una planta de tratamiento.

Sin embargo, el concepto de "planta de tratamiento", tiene un carácter de planta de tratamiento de residuos municipales de una gran ciudad. En realidad, "planta de tratamiento", puede ser algo muy pequeño como un filtro, una fosa séptica o un desmineralizador. Un "operador de una planta de tratamiento", también es un "concepto municipal", en realidad puede ser cualquier persona que esté a cargo de un proceso industrial o el propietario de una casa.

Una cosa es común a todos; esta es que es la persona responsable de que las descargas de aguas residuales se realicen en apego a los lineamientos establecidos en la legislación vigente. Esta responsabilidad les garantiza un lugar en la organización y los compromete con el manejo racional del agua a lo largo de su flujo en los procesos o actividades en las que interviene el fluido. Lo compromete también con el proceso de detección y medición de contaminantes, con la normalización de la materia en un proceso permanente de capacitación.

En relación con la medición y detección de contaminantes, es importante señalar que la mayoría de éstas no son "directas" y esto implica que se deben contar con buenos conocimientos de química, en particular en mediciones analíticas, por lo menos de toma de muestras.

El tema del diseño y operación de plantas de tratamiento es relevante en este trabajo debido a que muchos de los incumplimientos de los límites máximos permisibles y de la incapacidad de lograr los niveles del CCA, tienen que ver con las deficiencias de nuestra cultura ambiental y de un sistema educativo que no considera en sus programas de estudio las problemáticas ecológicas y de la mentalización necesaria para lograr la calidad de nuestras actividades, fundamentada en parámetros cuantitativos (medibles).

Si nuestra apreciación del deterioro ambiental fuera cuantitativa como el dinero, la problemática de la sustentabilidad no existiría.

2.1.3.3. Costos.

No es fácil determinar los costos de tratamientos, procesos unitarios o sistemas completos de tratamiento de aguas residuales, pues estos están expresados en distintas formas según sea la necesidad de quien realiza el análisis. Siempre se realiza un análisis, aunque los resultados sólo son útiles para las condiciones particulares de quien los desarrolla.

En la información consultada se encontraron dos vertientes principales; la información que los proveedores ponen a disposición de los clientes, para equipos específicos y los estudios realizados para plantas de tratamiento, considerando "escenarios" específicos, en los que se revisa la eficacia de los tratamientos uno con respecto del otro y se minimizan los costos de los insumos.

En cualquiera de estos casos, se parte de las especificaciones de los parámetros de calidad del agua que deberán obtenerse para cumplir la normalización vigente y luego se selecciona el conjunto de tratamientos que ofrezcan las mayores ventajas. Esta selección en función de las condiciones específicas de un sitio particular. Se analiza cada posibilidad porque el abanico de tratamientos que pueden emplearse no es muy grande

En el ámbito municipal, se parte de la "decisión política" de sanear las aguas residuales que ya están causando problemas de salud y/o escénicos que irritan a la ciudadanía. Esta molestia, se traducirá, tarde o temprano, en un cambio en las preferencias electorales. En este contexto, se puede decir "alegremente"; ¡Los costos no importan!; importan los votos. Bueno, importan desde la perspectiva del diseñador que deberá elegir entre un conjunto de alternativas; la más económica, decisión que permitirá que el presupuesto de su proyecto sea aprobado.

En el ámbito industrial, en cambio, se ponderan decisiones como: cumplir con las normas establecidas o pagar las sanciones, reutilizar las aguas residuales de proceso y servicios o pagar cuotas mayores por el abastecimiento. La disyuntiva puede ser diseñar procesos de manufactura amigables con el medio ambiente o invertir en otra localidad en que las restricciones ecológicas sean menores. En estos casos, las decisiones son económicas

Desde una perspectiva en que ni la normatividad ni los escenarios son comparables, la determinación de costos de tratamientos de aguas residuales no proporciona elementos útiles para la toma de decisiones de inversión.

Los ingenieros en cambio, realizan cuadros comparativos de equipos o instalaciones de tratamiento, considerando eficiencias, costo de insumos, un tratamiento respecto de otro, una tecnología respecto de otro, la información de proveedores, instituciones educativas, etc.

Respecto de la temática de este trabajo, la valoración de la viabilidad del Certificado de Calidad del Agua, existe un aspecto muy importante; el costo de los análisis de laboratorio, de la toma de muestras y de la periodicidad de las mismas.

A continuación se presentan dos figuras que contienen los costos de los análisis de cada magnitud de laboratorio y un reporte típico emitido por un laboratorio acreditado ante le SINALP.

Lo importante a destacar es que, en la medida que el proceso de tratamiento es supervisado con más rigor, los costos asociados a la medición y control de estos procesos aumentan.

Es importante tener en mente que, un buen diseño del proceso de tratamiento y una buena selección de las variables que serán los indicadores clave, son vitales para abatir los costos del proceso.



TAMAULIPAS
GOBIERNO DEL ESTADO

CONTACTO

Envíe sus mensajes a la M. C. Elia
Casta González, Directora del
Laboratorio Ambiental de

Tamaulipas.

ANTECEDENTESSERVICIOS
ANALITICOSRECONOCIMIENTO
DE RESULTADOSOTRAS
ACTIVIDADESAREAS

LISTADO DE PARAMETROS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INDICE : SFDJE : LABORATORIO AMBIENTAL :
LISTADO DE PARAMETROS

LISTADO DE PARAMETROS

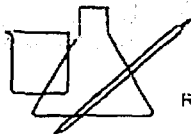
| PARAMETRO | TECNICA ANALITICA EMPLEADA ALTERNATIVA | PRECIO |
|-----------------------------|---|--------|
| Grasas y Aceites | NMX-AA-045-1980 | 95 |
| Nitratos | ASTM-D3867-90 y NMX-AA79-1986 | 55 |
| Nitritos | ASTM-D3867-90 y NMX-AA79-1986 | 55 |
| Nitrógeno Amoniacal | NMX-AA-26-1980 | 55 |
| Nitrógeno Total | NMX-AA-26-1980 y ASTM D-3590-89 | 85 |
| Oxígeno Disuelto | SM-4500 y NMX-12-1980 | 45 |
| pH | NMX-AA-8-1980 y ASTM D-1293-84 | 30 |
| Plata | EPA 3015 y NMX-aa-51-1981 | 125 |
| Plomo | EPA 3015 y NMX-AA-51-1981 | 125 |
| Potasio | SM-3500-KD | 95 |
| Sodio | SM-3500-NAD | 95 |
| Sólidos Disueltos | SM-2540/NMX-AA-20-1980/NMX-AA-4-1977 | 55 |
| Sólidos Sedimentables | SM-2540/NMX-AA-20-1980/NMX-AA-4-1977 | 45 |
| Sólidos Suspendedos Totales | SM-2540/NMX-AA-20-1980/NMX-AA-4-1977 | 55 |
| Sólidos Totales | SM-2540/NMX-AA-20-1980/NMX-AA-4-1977 | 55 |
| Sólidos Volátiles | SM-2540/NMX-AA-20-1980/NMX-AA-4-1977 | 55 |
| Densidad | | 45 |
| Solubilidad | | 45 |
| Sulfatos | ASTM-D-516-90 | 70 |
| Temperatura | NMX-AA-7-1980/SM-2550 | 5.0 |
| Turbidez | ASTM D-1989-88a/NMX-AA-38-1981 | 40 |
| Zinc | EPA 3015 Y NMX-AA-51-1981 | 125 |
| Cloro Residual | FOTOMETRICO | 40 |
| Materia Flotante | NMX-AA-6-1973 | 25 |
| Acidez | ASTM D 1067/NMX-AA-51-1981 | 55 |
| Alcalinidad | ASTM D 1067/NMX-AA-51-1981 | 55 |
| Aluminio | EPA NPDES/1992 Y NMX-11-51-1981 | 125 |
| Arsénico | SM 3114B/NMX-AA-051-1981 | 150 |
| Cadmio | EPA NPDES/1992 Y NMX-AA-58-1982 | 105 |
| Calcio | ASTM D-511-88 | 45 |
| Cianuros (clorimétrico) | ASTM D-2036-89 Y NMX-AA-58-1982 | 125 |
| Cianuros (ión selectivo) | ASTM D-2036-89 | 125 |
| Cloruros | ASTM D-512-89/NMX-AA-73-1981 | 70 |
| Cobre | EPA NPDES/16992 y NMX-AA-51-1981 | 125 |
| Coliformes Fecales | SM-9215/NMXX-AA-58-1982 | 95 |
| Coliformes Totales | SM-9215/NMXX-AA-58-1982 | 95 |
| Color | SM-2120/NMX-AA-93-1984 | 35 |
| Conductividad Eléctrica | ASTM D-1125-82/NMX-AA-93-1984 | 35 |
| Cromo | EPA NPDES/1992 y NMX-11-51-1981 | 125 |

| | | |
|--|---|------|
| DBO | SM 52150/NMX-AA-28-1981 | 85 |
| DQO | ASTM D-1252-88/NMX-AA-30-1981 | 90 |
| Detergentes (SAAM) | ASTM D-2330-88/NMX-AA-39-1981 | 80 |
| Dureza Cálica | ASTM D-1126-86/NMX-AA-72-1981 | 60 |
| Dureza Total | ASTM D-1126-86/NMX-AA-30-1981 | 60 |
| Fenoles Totales | NMX-AA-50-1981 | 105 |
| Hierro | EPA NPDES/1992/SM 3500-F _e B | 125 |
| Fluoruro | ASTM D-1179-88/NMX-AA-77-1982 | 90 |
| Fosfatos(ortofosfatos) | ASTM D-515-88 | 60 |
| Fosfatos Totales | ASTM D-151-88 | 90 |
| Mercurio | EPA 241.1A | 150 |
| Colonias en agar | SM-9215A | 65 |
| Cromo Total | EPA 3015 y NMX-AA-51-1981 | 125 |
| Cromo Hexavalente | NMX-AA-44-1981/ ASTM D-1687-86-A | 75 |
| Magnesio | ASTM D-511-88 | 35 |
| Boro | SM 4500-B | 75 |
| Selenio | SM 3114-B | 150 |
| Silíce | SM 3500 Si B | 125 |
| Níquel | NMX-AA-51-1981 | 125 |
| Bario | NMX-AA-51-1981 | 125 |
| Manganeso | SM 3500-Mn B | 125 |
| Cobalto | SM 3500-Co B | 125 |
| Molibdeno | SM 3500-Mo B | 125 |
| Titanio | SM 3500-Ti B | 125 |
| Vanadio | SM 3500-V B | 125 |
| Estaño | SM 3500-Sn B | 125 |
| Berilio | SM 3500-Be B | 125 |
| CRETIB | | 5500 |
| PCB's (Bifenilos Policlorados) | | 600 |
| Hidrocarburos tot.(Expresados como Metano)P/muestras de aire | | 450 |
| Hidrocarburos totales del Petróleo (TPHs) Agua y Suelo | | 550 |
| NOM-001-ECOL/96 | | 1800 |
| NOM-002-ECOL/96 | | 1500 |
| NOM-003-ECOL/96 | | 1575 |
| Pte. CNA para agua de a | | 575 |

Nota: Al Costo de la NOM-001 se de deberá agregar el costo individual de Grasas y Coliformes según el N^o. De submuestras adicionales que se tomen a la NOM-002 el de Grasas

ACTUALIZACION: 19/06/01
SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN



OROZCO Y ASOCIADOS

ANALISIS QUIMICOS INDUSTRIALES

Río Moctezuma No. 224 Col. San Cayetano Tel 274-21-21 San Juan del Río, Qro



SINALP
0-137-104/97

ELIC. GUSTAVO ARAUJO.
GRAFICAS MONTE ALBAN, S.A. DE C.V
FRACC. INDUSTRIAL LA CRUZ LOTE 37
EL MARQUEZ, QRO.

INFORME DE RESULTADOS



0-137-104/99

Pág. 1 de 2.
Diciembre 03 del 2001.
FOLIO: 01-1162.

DATOS DE LA MUESTRA:

PRODUCTO MUESTREADO: Agua Residual Tratada.

FECHA DE MUESTREO: Noviembre 23 del 2001.

HORA DE MUESTREO: 09:00 a 15:00 Hrs.

LUGAR DE MUESTREO: Tomada del Efluente Final.

FECHA DE RECEPCION: Noviembre 23 del 2001.

HORA DE RECEPCION: 18:00 Hrs.

IDENTIFICACION DEL CLIENTE: No Tiene.

METODOLOGIA DE MUESTREO: Norma Oficial Mexicana NOM-AA-3-1980.

| PARAMETRO | RESULTADO | MAX. PERMISIBLES | METODOLOGIA |
|-------------------------------|-------------------|------------------|--------------------|
| Sólidos Sedimentables | <0.5 ml/l | 2 ml/l | NMX-AA-33 |
| Sólidos Suspendedos Totales | 133.3 mg/l | 200 mg/l | NMX-AA-34 |
| Grasas y Aceites | 19.77 mg/l | 25 mg/l | NMX-AA-05 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | 732.98 mg/l | 200 mg/l | NMX-AA-28 |
| - biológico total | 77.99 mg/l | 60 mg/l | NMX-AA-26 |
| Batería Flotante | Ausente | Ausente | NMX-AA-06 |
| Fósforo Total | 1.28 mg/l | 30 mg/l | NMX-AA-29 |
| Cianuros | <0.02 mg/l | 3.0 mg/l | NMX-AA-28 |
| Huevos de Helmineto | Negativo | 5 oros/l | Huonción de Huevos |
| Arsénico | <0.005 mg/l | 0.1 mg/l | NMX-AA-46 |
| Cadmio | <0.01 mg/l | 0.4 mg/l | NMX-AA-60 |
| Cromo Total | <0.05 mg/l | 1.5 mg/l | NMX-AA-51 |
| Mercurio | <0.004 mg/l | 0.02 mg/l | NMX-AA-64 |
| Cobre | <0.04 mg/l | 6.0 mg/l | NMX-AA-66 |
| Níquel | <0.1 mg/l | 1.0 mg/l | NMX-AA-76 |
| Plomo | <0.02 mg/l | 1.0 mg/l | NMX-AA-57 |
| Zinc | <0.068 mg/l | 20 mg/l | NMX-AA-58 |
| Coliformes Fecales | 26,796 NMP/100 ml | 200 NMP/100 ml | NMX-AA-77 |

ESTE INFORME NO PODRA SER REPRODUCCION SIN LA AUTORIZACION PREVIA DEL LABORATORIO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



OROZCO Y ASOCIADOS

ANALISIS QUIMICOS INDUSTRIALES

Río Moctezuma No 224 Ccl. San Cayetano Tel 274-21-21 San Juan del Río, Oro.



INFORME DE RESULTADOS



Q-137-104/99

Pág. 2 de 2.

Diciembre 03 del 2001.

FOLIO: 01-1162.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

VALORES INSTANTANEOS

| HORA DE MUESTREO | TEMPERATURA | PH unidades | GRASAS Y ACEITES | COLIFORMES FECALES | CONDUCTIVIDAD ELECTRICA | HUEVOS DE HELMINTO |
|------------------|-------------|-------------|------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|
| 09:00 | 20.3 °C | 7.23 | 17.94 mg/l | 21,390 NMP/100 ml | 965 micromhos | Negativa |
| 11:00 | 22.3°C | 7.15 | 21.05 mg/l | 110,000 NMP/100 ml | 959 micromhos | Negativo |
| 15:00 | 21.6°C | 7.03 | 21.25 mg/l | 24,090 NMP/100 ml | 1082 micromhos | Negativo |
| 15:00 | 21.4°C | 6.92 | 18.86 mg/l | 9,300 NMP/100 ml | 1096 micromhos | Negativo |

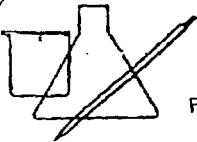
RESPONSABLES DE:

| |
|---|
| MUESTREO: Jesús Saenz Pérez. = |
| ANALISIS FISICOQUIMICOS: Q. F. B. Rafael Acevedo Parada. ** |
| ANALISIS FISICOQUIMICOS: Téc. Efraín Enrique Reyes Félix. = |
| ANALISIS FISICOQUIMICOS: Téc. Gonzalo Cuéllar Basante. = |
| ANALISIS FISICOQUIMICOS: LQ. Angelica Marina Pérez Ríos. = |
| ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS: Biol. Martha Jeniffer Galicia Laureano. = |

ATENTAMENTE

Q. en A. Mariana Orozco Márquez

D. Sector



OROZCO Y ASOCIADOS

ANALISIS QUIMICOS INDUSTRIALES

Río Moctezuma No. 224 Col. San Cayetano Tel. 4-21-21 San Juan del Río, Qro. 19434



INFORME DE RESULTADOS



C. P. GUSTAVO SERVIN PACHECO.
J. H. MILL, S.A. DE C.V.
ROSAL #34 COL. LOMA LINDA.
SAN JUAN DEL RIO, QRO.

Pág. 1 de 2.
Octubre 19 del 2000.
FOLIO: 00-1020.

DATOS DE LA MUESTRA:

PRODUCTO MUESTREADO: Agua Residual de Servicios de Lavado y Teñido.

FECHA DE MUESTREO: Octubre 12 del 2000.

HORA DE MUESTREO: 11:45 Hrs.

LUGAR DE MUESTREO: Tomada del Efluente de las Lavadoras a la Fosa.

FECHA DE RECEPCION: Octubre 12 del 2000.

HORA DE RECEPCION: 12:30 Hrs.

IDENTIFICACION DEL CLIENTE: No Tiene.

METODOLOGIA DE MUESTREO: Norma Oficial Mexicana NMX-AA-3-1980.

| PARAMETRO | RESULTADO | MAX.PERMISIBLES | METODOLOGIA |
|-------------------------------|--------------|-----------------|--------------------|
| Sólidos Sedimentables | <0.5 ml/l | 2 ml/l | NMX-AA-04 |
| Sólidos Suspendedos Totales | 184 mg/l | 200 mg/l | NMX-AA-34 |
| Grasas y Aceites | 66.38 mg/l | 25 mg/l | NMX-AA-05 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | 361.36 mg/l | 200 mg/l | NMX-AA-28 |
| Nitrógeno Total | 104.42 mg/l | 60 mg/l | NMX-AA-26 |
| Materia Flotante | Ausente | Ausente | NMX-AA-06 |
| Fósforo Total | 1.12 mg/l | 30 mg/l | NMX-AA-29 |
| Arsénico | <0.005 mg/l | 0.4 mg/l | NMX-AA-46 |
| Cadmio | <0.1 mg/l | 0.4 mg/l | NMX-AA-60 |
| Cianuros | <0.02 mg/l | 3.0 mg/l | NMX-AA-58 |
| Cobre | <0.1 mg/l | 6.0 mg/l | NMX-AA-66 |
| Cromo Total | <0.05 mg/l | 1.5 mg/l | M.E. 3500-Cr D. |
| Mercurio | 0.0067 mg/l | 0.02 mg/l | NMX-AA-64 |
| Níquel | <0.1 mg/l | 4.0 mg/l | NMX-AA-76 |
| Plomo | <0.1 mg/l | 1.0 mg/l | NMX-AA-57 |
| Zinc | <0.1 mg/l | 20 mg/l | NMX-AA-78 |
| Huevos de Helminto | Negativo | 2 org/l | Flotación de Faust |
| Coliformes Fecales | <3 NMP/100ml | 2000 NMP/100 ml | NMX-AA-42 |

ESTE INFORME NO PODRA SER REPRODUCIDO SIN LA AUTORIZACION PREVIA DEL LABORATORIO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OROZCO Y ASOCIADOS

ANALISIS QUIMICOS INDUSTRIALES

Río Moctezuma No. 224 Col. San Cayetano Tel. 4-21-21 San Juan del Río, Qro.

INFORME DE RESULTADOS



Pág. 2 de 2.
Octubre 19 del 2000.
FOLIO: 00-1020.

PARAMETROS DE CAMPO:

| PARAMETROS | RESULTADO | MAX-PERMISSIBLE | METODOLOGÍA |
|-------------------------|---------------|-----------------|-------------|
| Potencial de Hidrógeno | 9.19 Unidades | 5-10 unidades | NMX-AA-08 |
| Conductividad Eléctrica | 578 micromhos | * | NMX-AA-93 |
| Temperatura | 72.7 °C | 40 °C | NMX-AA-07 |

RESPONSABLES DE:

| |
|--|
| MUESTREO: Téc. Felipe Blanco Jaime. |
| ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS: Q. F. B. Rafael Acevedo Parada. |
| ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS: Biol. M. Jennifer Galicia L. |
| ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS: Biol. M. Jennifer Galicia L. |



ATENTAMENTE

Q. en A. Mónica Orozco Márquez
Directora

OBSERVACIONES:

1. Los datos reportados se refieren exclusivamente a la muestra descrita.
 2. Se emite el original y una copia que queda en poder de Orozco y Asociados.
- * Máximos Permisibles no reportados en la NOM-001-ECOL/96.

ESTE INFORME NO PODRÁ SER REPRODUCIDO SIN LA AUTORIZACIÓN PREVIA DEL LABORATORIO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.2. Aspectos Económicos

La paulatina degradación de la calidad y la notable disminución de los mantos acuíferos disponibles para satisfacer las crecientes demandas de la población mundial, han orillado a las autoridades en todo el mundo a la revisión de los esquemas de aprovechamiento del agua y en general de los recursos naturales

Esta tendencia mundial se refleja en una revisión y adecuación de las distintas legislaciones, primero de los naciones industrializadas y posteriormente de los países en vías de desarrollo. Los primeros, porque ya han tenido que enfrentar los impactos negativos del aprovechamiento irracional de sus recursos naturales y los efectos adversos de la contaminación ambiental. Los segundos, porque han cobrado conciencia de las industrias transnacionales y sus propios ciudadanos pueden depredar rápidamente sus recursos naturales y por la propia presión de los organismos internacionales, que condicionan los créditos, a la aplicación de políticas de racionalidad del gasto público y a la aplicación de esquemas de mercado, que incluyen también una valoración apropiada de los recursos naturales. En la siguiente sección se discuten los mecanismos de mercado Vs. Los mecanismos "estatistas", así como las modificaciones realizadas a las distintas legislaciones en el ámbito mundial, que buscan enfrentar el deterioro acelerado del medio ambiente.

Se presenta también una discusión sobre los impactos de los patrones de globalización de la economía mundial y sus efectos en la distribución de la riqueza. En el análisis que realiza la FAO, se plantean las tendencias de polarización en la distribución de la riqueza, que son el resultado de las capacidades desiguales de los países ricos y pobres para generar riqueza y satisfactores para sus pobladores, con el consecuente efecto de presión sobre los recursos naturales

Revisadas las tendencias mundiales y sus impactos sobre los recursos naturales, la discusión se centra en el valor del agua como el "bien de cambio" en el que se ha convertido. Aquí se presentan las distintas apreciaciones: la del consumidor y el proveedor del servicio y, la del Estado y los concesionarios del bien (los organismos operadores). Se revisa como estas relaciones de intercambio económico tienen un impacto directo sobre el tratamiento del agua por la sociedad en general y la industria manufacturera.

Considerando las tendencias mundiales y nacionales de conversión a esquemas "de mercado" para la administración de los recursos naturales, se presenta la contradicción existente en el otorgamiento de subsidios al aprovechamiento del agua en el uso agrícola, revisándose también las posibles consecuencias de su eliminación y la apreciación del análisis de economía ambiental, sustentado en el enfoque de cuencas hidrográficas.

Establecida la importancia estratégica de la valoración apropiada de los recursos naturales y de la congruencia que debe existir entre las actividades económicas y el medio natural, se presenta la situación del esquema de cobros utilizado en nuestro país, respecto de las cuotas por el aprovechamiento del agua y por la emisión de contaminantes transportados en ella.

Por último se exponen los esfuerzos que a la fecha se vienen realizando para revalorizar los recursos naturales en el ámbito nacional. Esto, mediante la modernización del esquema de contabilidad nacional, para incorporarle variables económicas que tomen en cuenta, tanto el agotamiento de los recursos naturales, como la degradación de su calidad.

2.2.1. Economía del Agua.

El crecimiento poblacional, la industrialización, la mecanización de la agricultura y otras fuentes de contaminación han contribuido a que el agua dejara de ser considerada como un recurso abundante y renovable.

Aun cuando los estudios científicos han revelado los efectos y consecuencias del deterioro ambiental, los gobiernos no cuentan con una solución tecnológica acorde con el ritmo de destrucción de las sociedades contemporáneas. Primero, se optó por desconocer, luego minimizar, ahora se acepta y quizás en una generación, se tomen las medidas congruentes para remediar el deterioro ambiental existente. En este proceso de maduración, uno de los detonadores más importantes ha sido la conciencia de la limitada disponibilidad de agua.

Existen en el contexto internacional, dos esquemas distintos en relación con la administración del agua. El primero "Estatista", concibe la tarea de la administración del agua como una responsabilidad gubernamental. En este modelo, el agua es un recurso finito, que por su valor, debe administrarse racionalmente y la propiedad del recurso corresponde al Estado, en función de los problemas sociales que representaría el que los particulares se adueñaran del recurso para sus fines de lucro. Otro criterio que apoya esta tesis es que, puesto que las aguas se encuentran en el subsuelo, son propiedad de quien posee ese territorio en su parte superficial; el Estado.

Por el contrario, en el esquema "de mercado", el agua es un bien como cualquier otro, que tiene un valor económico y que puede ser intercambiado, en el marco de las leyes económicas de oferta y demanda. El Estado, en este modelo, es propietario del agua, pero sólo en tanto ésta se concesiones a los particulares (en la etapa de transición), puesto que el agua es un bien "móvil" (por su naturaleza fluida), y una vez distribuidos los volúmenes disponibles, serán las leyes del mercado las que gobiernen su movilidad, determinen su valor y condicionen su aprovechamiento racional.

Estos esquemas son opuestos absolutos. Ambos tienen algo de verdad y algo de ingenuidad complaciente para con los grupos de poder económico. Los dos aplicados en su forma pura, traen consigo consecuencias negativas en cuanto a concentración de la riqueza y en el deterioro del medio ambiente.

Hasta hace poco más de un siglo, la disponibilidad de un recurso natural tan básico como el agua no representaba un problema de dimensiones tan desmesuradas. La participación de los Estados sólo se limitaba al reparto "equitativo" de los recursos naturales, bajo la premisa de que éstos existen, en cantidad y calidad suficiente para la población nacional. Y si no existieran, siempre era posible despojar a otra nación de los suyos. Bastaba repartirlos para satisfacer las demandas sociales.

El crecimiento poblacional, la industrialización y un modelo económico dispendioso, aunados a la inherente naturaleza depredadora del hombre y a la irreversibilidad de muchos procesos

industriales., han ocasionado que, por primera vez en la historia, los Estados tengan que cuestionar la operatividad de los modelos económicos.

Hasta hace unas dos décadas, los recursos naturales se clasificaban en renovables y no renovables. Ahora se sabe que los recursos naturales no son renovables, al ritmo de deterioro actual y que la capacidad de regeneración natural disminuye rápidamente. Son renovables, en la medida en que exista un proceso (natural o artificial) que los regenere. En tanto no existan las tecnologías para regenerar los recursos a sus condiciones originales, debe reducirse el crecimiento poblacional y racionalizarse su aprovechamiento.

Históricamente, lo que las naciones se han disputado es la propiedad de la tierra. Los recursos naturales estaban indefectiblemente ligados a ella. Simplemente, había tierras de mayor o menor riqueza. Ahora se sabe que hay una sola tierra cuyas riquezas se agotan. La concepción del valor de los recursos naturales está cambiando. Se sabe bien que el uso de los recursos es inadecuado y que éstos deben valer más para desalentar su consumo irracional. El problema estriba en determinar el monto.

Para los gobiernos, el problema ya no es la posesión del recurso, sino la forma en la que cual el aprovechamiento de éste se controla.

En los esquemas estatistas, los gobiernos deciden la forma en que los recursos habrán de aplicarse, en función de expectativas de desarrollo nacional. La responsabilidad de vigilar su aprovechamiento es por entero, de las autoridades. El control se ejerce mediante la restricción o negación de la dotación del recurso. Sin embargo, siempre habrá un grupo de poder que corrompe las estructuras gubernamentales y obtiene privilegios respecto de los demás. La asignación se hará mediante el intercambio de favores e influencias.

En los sistemas de mercado, una vez asignado el bien, la propiedad se transmite a los particulares por cierto tiempo. El control lo ejercen los particulares, limitando el desperdicio del recurso, porque éste tiene un valor de cambio

Las legislaciones de todas las naciones se están modificando gradualmente, de un contexto estatista a un modelo de mercado, (aunque nunca se llegue al esquema puro), para evitar que los grupos con mayor poder económico acaparen el recurso y desamparen a los grandes núcleos de población.

En la mayoría de los países se está gestando un modelo de "mercados restringidos". Esto es; el Estado es el árbitro y las transacciones se autorizan, siempre y cuando estas sean viables desde la perspectiva geohidrológica.

La tendencia a utilizar el mercado como un elemento de contención del deterioro ambiental está cobrando cada vez más fuerza porque el mercado regula muchas otras actividades de las economías y porque las leyes que lo gobiernan son universales. Sin embargo, existe el problema de que las leyes del mercado consideran los elementos de valor de los bienes en el "momento presente". Los recursos naturales son difíciles de evaluar porque no se puede precisar su disponibilidad futura o si serán de interés, a consecuencia del surgimiento de nuevas tecnologías.

En México, se están dando pasos en la dirección correcta, es decir, en tratar de establecer "un valor", - el que sea - para los recursos naturales, en función de estimaciones sobre los

impactos que tendrán el deterioro de los recursos naturales - la merma en los inventarios nacionales - y la degradación de la calidad de los mismos. Otro criterio comúnmente utilizado consiste en estimar los costos que implicará la descontaminación de tales recursos.

Actualmente, la metodología, los criterios para la valoración de los recursos naturales están en proceso de desarrollo. Este esfuerzo involucra una estrecha coordinación entre las dependencias del sector público, las instituciones académicas, los organismos internacionales y demás instancias involucradas en los esfuerzos de conservación ambiental. Están apareciendo publicaciones metodológicas y los primeros resultados - indicadores ambientales -, que reflejan ya un impacto importante en los recursos nacionales. La atención de estos grupos de instituciones y entidades se concentra en el desarrollo de "indicadores ambientales", es decir, de variables ambientales fácilmente cuantificables y/o determinables, que reflejen el cambio de las condiciones ambientales y los impactos que estas transformaciones tendrán en la salud ambiental nacional.

Por ejemplo, en el caso de las aguas residuales, para determinar el nivel de contaminación de los cuerpos de agua, se prefiere el nivel de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), como un parámetro clave que indica la salud general del cuerpo de agua.

2.2.2. Indicadores Ambientales.

El acelerado deterioro ambiental ha hecho necesario que los gobiernos presten mayor atención a la forma en la que consideran los recursos naturales. Tradicionalmente, los recursos de una nación eran considerados como bienes libres y no como bienes económicos. El rápido deterioro de los bosques, los suelos, el aire y el agua ha hecho necesario, por una parte, contabilizar y vigilar las áreas protegidas y administrar los recursos que se explotan y por la otra, buscar mecanismos para que su valor real se refleje en los aspectos económicos y en los ámbitos de decisión política. El bienestar de una nación se monitorea a través de sus indicadores económicos como la generación de riqueza, el empleo, la esperanza de vida etc. El PIB, por ejemplo, es un indicador que refleja el monto del valor agregado a los insumos, a través de los procesos de transformación o de manufactura. Es el indicador clásico de la generación de riqueza y pujanza de una economía.

Sin embargo, en este parámetro no se consideran los efectos de las transformaciones productivas sobre el medio ambiente.

Las instituciones de estadísticas nacionales en todo el mundo, están enfocando su atención al desarrollo de metodologías para incorporar a su acervo de indicadores económicos, variables que expresen los impactos al medio ambiente que tienen los procesos de producción y actividades económicas.

El más importante es el PINE (Producto Interno Neto Ecológico) que es una variable que considera los costos asociados a la generación de riqueza, disminuyendo del PIB, los costos de, por decirlo de alguna manera, la depreciación de los inventarios nacionales. Estos, reflejados en la degradación del aire, del agua y del suelo, producto de la contaminación, así como del deterioro de los recursos naturales, ocasionado por la explotación de los inventarios nacionales, como el petróleo, los bosques, los recursos minerales, etc.

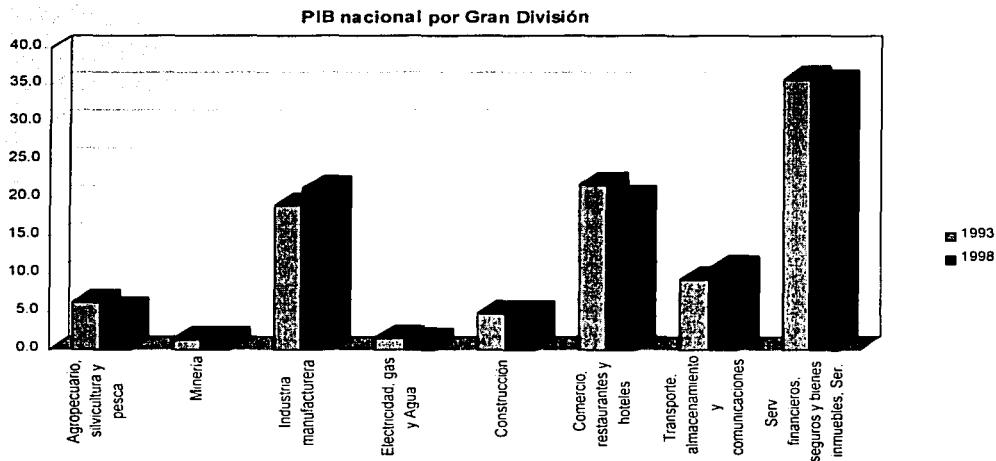
En México, el INEGI, en coordinación con las Naciones Unidas, está desarrollando una metodología de presentación de la contabilidad nacional y transformando sus sistemas de información para compatibilizarlos con los de los países avanzados, introduciendo un nuevo sistema de contabilidad nacional.

Se han presentado últimamente, un conjunto de publicaciones con "indicadores ambientales", que sin duda serán la forma en que las autoridades gubernamentales informen sobre el progreso nacional en los próximos años.

2.2.2.1. La generación de riqueza y el impacto ambiental.

El primer planteamiento cuando se analiza el aprovechamiento sustentable del agua es el de la asignación a los distintos usos. Se habla de un "uso competitivo de los sectores económicos" y de permitir que los agentes económicos que generan la mayor riqueza tengan preferencia sobre los otros. Un indicador preferido para medir la generación de riqueza en un país es el PIB, porque éste representa el monto del valor agregado a los bienes.

Las siguientes gráficas muestran, en forma reveladora, la problemática de la asignación de recursos desde la perspectiva del valor agregado.



El uso agrícola consume más del 80% del agua y sólo genera el 7% del PIB.

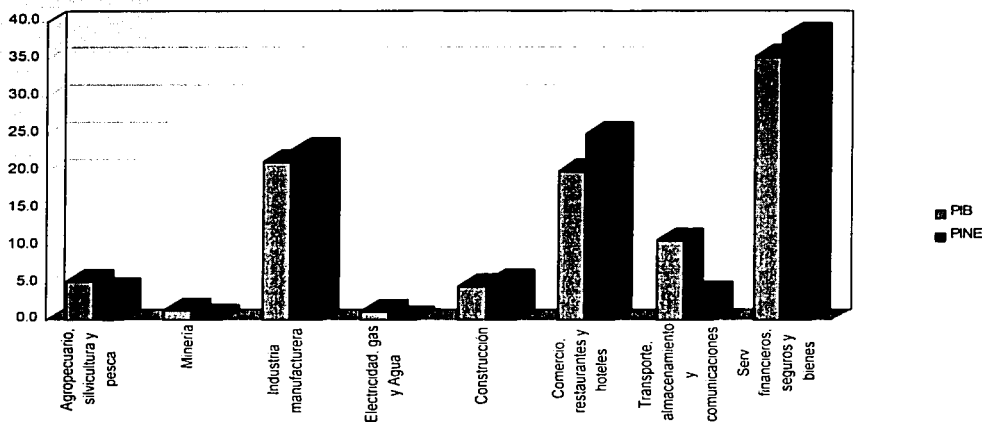
Las actividades comerciales y de prestación de servicios, generan la mayor parte de la riqueza y en éstas no se corren riesgos equivalentes a los que se enfrenta el productor agrícola.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

La figura muestra la distribución porcentual del valor económico (monetario), para cada sector económico, pero ¿es realmente justa esta asignación de valor?. ¿Que ocurriría con todos esos generadores de riqueza si no tuvieran que comer?

La figura muestra también la variación de la distribución porcentual en el período 1993 a 1998, que es casi nula. Sin embargo, es apreciable un incremento de la participación de la industria y del transporte, respecto de la agricultura y la minería. ¿Producto del TLC o de la pauperización del sector primario?

PIB Vs. PINE respecto de la generación de riqueza considerando el medio ambiente.

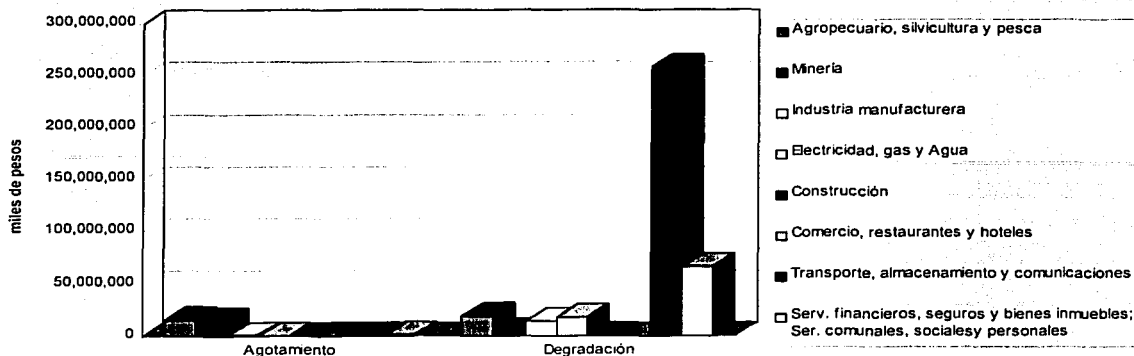


Esta gráfica muestra la repercusión de las actividades productivas respecto del medio ambiente. Además, se comparan los indicadores económicos PIB - PINE y se puede observar que el impacto, de disminuir los costos del deterioro ambiental. Pudiera pensarse que el sector primario tuviera un impacto significativo por el manejo inadecuado de los suelos, o que el sector industrial impactara el medio ambiente significativamente, respecto de los servicios.

No es así, los costos del deterioro ambiental siguen sin ser correctamente valorados. La destrucción de la biodiversidad no se puede revertir.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Costos ambientales en 1998



En la figura se presentan los costos ambientales ocasionados por el desarrollo de las actividades económicas. Sorprende la importancia del sector transporte a la contribución del deterioro ambiental, cuando en lo relacionado con el agua, el sector agropecuario ocupa más del 80% del volumen total. También es interesante señalar el bajo aporte de la actividad industrial al deterioro ambiental.

Estos valores no parecen representativos de la realidad que se aprecia en el paisaje nacional. Lo que ocurre es que los montos están referidos al valor económico de los bienes, no a su valor ecológico.

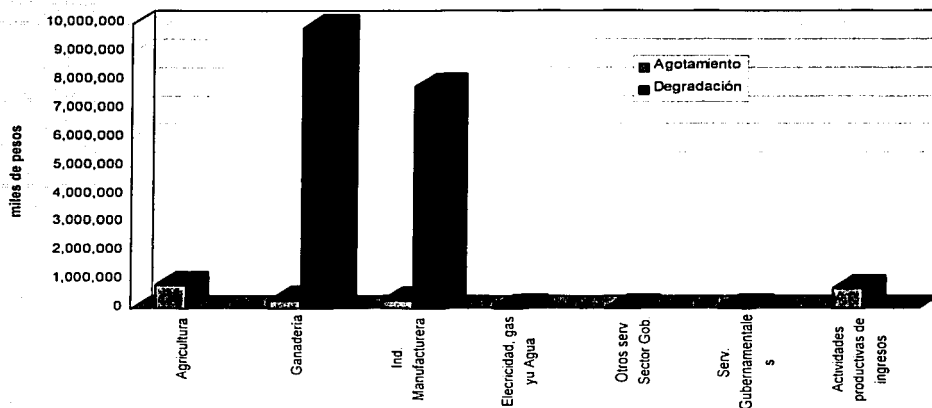
La metodología del INEGI explica que la determinación de los costos de degradación y agotamiento se obtuvieron bajo la premisa del monto económico necesario para reparar el daño ocasionado al recurso natural, restableciéndolo a las condiciones que permitan su explotación continua. En el caso del agua, se considera como el daño a reparar, el costo del líquido extraído en exceso; no la extracción irracional (únicamente la sobreexplotación del acuífero).

2.2.2.2. Costos por Agotamiento y degradación del recurso Agua.

Costos totales por agotamiento y degradación en sector primario y sector manufacturero.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Costos ambientales de la sobreexplotación y contaminación del agua en 1998.



La gráfica muestra una situación congruente con la información contenida en el Sistema de administración y Control de Descargas de Querétaro, en cuanto a que las actividades con mayores problemas de emisión de contaminantes son las actividades pecuarias e industriales.

Por el contrario, no se aprecia la problemática del sector agrícola, puesto que los resultados mostrados en la gráfica se expresan en términos del valor económico del recurso. El valor del agotamiento del agua se ha estimado respecto al costo en que se incurre por la sobreexplotación de los mantos acuíferos, es decir, el desbalance entre la extracción y la recarga, no respecto al uso o aprovechamiento del mismo. Esto significa que para el SCEEM, no se incurrirá en un costo ambiental, independientemente del uso ineficiente del recurso, en tanto no se sobreexplota el acuífero, aun cuando el uso agrícola se favorezca a expensas de la dotación de otros usos o de los ecosistemas.

Llama la atención, que el sector público contribuye al agotamiento de los recursos en igual medida que el sector agrario, hecho que puede ser indicativo de bajos niveles de eficiencia en el uso de instalaciones públicas o a la desincorporación inconclusa de los servicios de suministro de agua potable.

Llama la atención también que se considere que la industria manufacturera no contribuye al agotamiento del recurso. Esto significaría que existe una cuota preestablecida de explotación del recurso para cada sector económico.

2.2.3. ¿Cultura ambiental?

Independientemente de los aspectos técnicos, económicos y legales que rodean la concepción de la sociedad respecto de los recursos naturales, y en particular respecto del agua, existen consideraciones de índole social

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El análisis de los factores sociales como parte de los aspectos económicos obedece a que la percepción social de la importancia del agua impacta primordialmente las consideraciones sobre su valor, aún más que los desarrollos tecnológicos y la evolución de la legislación. Lo que ha ocurrido con todos los recursos naturales es que no se han valorado como frágiles y el desarrollo tecnológico se ha dado en otras áreas.

Esta sección tiene por objeto exponer algunas consideraciones culturales prevalentes en la sociedad mexicana, con el fin de evaluar su impacto en el valor económico del agua. Todas las consideraciones anteriores, se presentan aquí porque afectan el interés en realizar modificaciones al esquema legal vigente y por consiguiente, la valorización de los recursos naturales

Sin duda habrá quien considere que el sólo hecho de vincular las creencias religiosas de la sociedad con la administración de los recursos naturales no tiene sentido y está fuera de lugar, porque los límites del pensamiento racional y la fe, son distintos para cada individuo, pero desafortunadamente, los conceptos expuestos a continuación, si reflejan las creencias de amplios sectores de la población de México y por ello deben ser consideradas con el carácter de "restricciones ficticias", de modificación del esquema tarifario vigente en relación con el agua.

2.2.3.1. Agua como un recurso renovable

En las clases de geografía de la primaria siempre se nos dijo que el agua es un recurso renovable y lo creímos a fuerza de repetición. Pero, ¿qué tan renovable es el agua?. Para propósitos prácticos el agua no es renovable. Se requieren en promedio de 50 a 100 años para que, por virtud del ciclo hidrológico, las aguas que emanan de un manantial retornen al manto acuífero, en el que el "ciclo hidrológico" inicia. Esta estimación considera que tiene que ocurrir un proceso de tratamientos naturales consecutivos similar al que ocurre en las plantas de tratamiento de aguas residuales (sedimentación, descomposición biológica, remoción por arrastre y filtración).

La realidad es que estos procesos naturales ya no ocurren porque el flujo en los cuerpos de agua ha sido controlado mediante la construcción y operación de presas y sistemas de almacenamiento orientados a la satisfacción de las necesidades agropecuarias y de abastecimiento público urbano.

Como resultado del deterioro progresivo de los cuerpos de agua superficial y por su alto contenido de materia orgánica en descomposición, éstos se utilizan principalmente para la satisfacción de los requerimientos del sector agrícola, sin que ello signifique que las aguas superficiales sean la principal fuente de abastecimiento de dicho sector.

Las aguas subterráneas, por tener un nivel de pureza aceptable constituyen la fuente de abastecimiento preferida por todos los sectores, de los que el abastecimiento público urbano recibe la mayor prioridad, seguido por las necesidades de la industria o las actividades agropecuarias, indistintamente según sea la orientación de las políticas públicas a nivel regional.

A consecuencia de la acelerada deforestación, destrucción y pérdida de suelos, la urbanización anárquica y la alteración morfológica de la topografía y la hidrografía, los procesos de recarga de los mantos acuíferos se han visto seriamente afectados.

Por lo anterior, ahora el recurso agua se considera como no renovable y las fuentes de abastecimiento, para propósitos prácticos, están limitadas a la disponibilidad que existe en los mantos acuíferos.

2.2.3.2. Aguas residuales como algo único

Por todas las consideraciones sanitarias y dificultades técnicas para la descontaminación de las aguas residuales, pero principalmente por los antecedentes históricos de su manejo, existe un estereotipo con relación a las "aguas negras", que se constituye en una restricción ficticia a la capacidad de éstas para ser reutilizadas como agua con la calidad equiparable a la de las fuentes de abastecimiento convencionales, e incluso para su utilización en cualquier otro uso.

Para la sociedad mexicana, no hay distintos tipos de aguas residuales respecto de su reutilización. La clasificación de aguas común es: "de garrafón o botella" - como potable, "de la llave" - como potable bajo su responsabilidad, en el ámbito del agua útil; "las tratadas" - sospechosas, que se utilizan en el riego y las "aguas negras" - que no se pueden o deben utilizar, pero que se utilizan de todas maneras en el ámbito de todas las cosas que están fuera de control.

Esto es, no en función de los tratamientos utilizados o del potencial del agua en sus distintas fases, como pudiera pensarse en el caso del reciclado del plástico o del vidrio, para los que el reuso, está dado por sus parámetros de calidad objetivos y para los que existen normas y criterios.

Resumiendo en pocas palabras; Nadie se tomaría el agua tratada al nivel de potabilidad a sabiendas de que está certificada por algún organismo en México, simplemente porque el gobierno no es de fiar.

Esto es verdad, porque efectivamente no existen los mecanismos normativos para dar certeza al usuario de los niveles de calidad del agua, y si los hay, son susceptibles a conflictos de intereses, corruptibilidad o discrecionalidad.

2.2.3.3. El problema de las aguas residuales desaparece cuando éstas se descargan en cuerpos receptores

Para propósitos legales y en el ámbito social, la responsabilidad social sobre el agua termina una vez que esta ha sido devuelta a los cuerpos receptores y se deja a la naturaleza la tarea de descontaminación total, en el caso de las aguas residuales provenientes de los centros urbanos y de tratamiento terciario, en el caso de las aguas residuales industriales.

Aunada a la creencia de que, por obra de la divina providencia en agua se descontamina está la desinformación de que, en el recorrido natural de las corrientes superficiales, en México las

aguas residuales de un centro urbano muy probablemente sean las fuentes de abastecimiento para otro, aunque la gente no lo sepa, ni quiera enterarse.

La responsabilidad del suministro de agua potable ha sido del gobierno tanto tiempo y su campaña de desinformación tan sistemática que la gente considera que el agua limpia es su derecho "divino" y que la sólo la conducción responsabilidad del gobierno. Y por supuesto, el gobierno hace importantes esfuerzos por hacerla llegar a los usuarios; pero, ya dios no la limpia como antes.

2.2.3.4. Confinamiento como mejor alternativa

Otra creencia arraigada en nuestra sociedad es que los desechos pueden ser confinados de manera segura Ningún sistema de confinamiento está exento de fugas, afirmación para la que existe un amplio respaldo científico. Es por ello que se ha propuesto el envío de los residuos peligrosos al espacio exterior como único medio de eliminar los efectos adversos de los residuos que inexorablemente terminarán por contaminar los mantos acuíferos.

La idea de deshacerse de los residuos fue lógica y funcional hasta el siglo XX; ahora, con el acelerado aumento de la población y las actividades de todos los sectores económicos, la capacidad de asimilación que tenía el medio natural ha disminuido substancialmente y al ritmo actual, las actividades humanas terminaran por interrumpir el ciclo ecológico en un plazo no mayor a 100 años, según las estimaciones conservadoras de la FAO, o por lo menos, de trastocarlo de manera irreparable para el año 2050. Aún tomándose todas las acciones posibles de mitigación el ritmo de deterioro sólo se reduce en un 50%, considerando que se mantiene el modelo económico y de distribución de la riqueza vigente.

En términos del confinamiento de los desechos industriales la opción preferida entonces es de desarrollar sistemas productivos de impacto cero y políticas económicas de "equilibrio dinámico", es decir, en las que los residuos de una actividad económica sean compatibles con, o sean los insumos de otro sector económico. En lugar de considerar la generación indiscriminada e irracional de residuos como una situación necesaria o de "riesgo ponderado", máxime si los beneficios no serán tangibles a los ciudadanos del país en que se desarrollan las actividades productivas.

Las consideraciones desembocan en una situación de índole social; la realidad técnica dicta, sin lugar a dudas, que el deterioro ambiental es irreversible y que el modelo económico de mercado vigente favorece la destrucción acelerada del medio natural. La sociedad simplemente se resiste a creerlo y busca mecanismos para enmascarar lo que es obvio. En un contexto "de mercado", las políticas públicas de mitigación del deterioro también deben funcionar con mecanismos que operen obedeciendo las leyes del mercado.

Es importante señalar que, si bien el modelo de mercado impacta la forma en que se aprovechan los recursos naturales, su aprovechamiento racional puede darse también en la economía de mercado. En contraposición, los sistemas en los que el estado tiene la rectoría de las actividades económica, como los de Europa oriental, no propiciaron condiciones para el aprovechamiento racional de los recursos naturales y se han encontrado evidencias de desastres ecológicos de enormes proporciones una vez desintegrado el bloque oriental encabezado por la Unión Soviética.

Desafortunadamente, se ha buscado asociar la idea del deterioro ambiental con la existencia de un sistema económico para resaltar los beneficios del otro, con el propósito de establecer una tendencia política y con ello imponer una preferencia por un partido político o por la propuesta de la reimplantación de barreras arancelarias al comercio.

El impacto del modelo económico de mercado sobre la degradación y deterioro de los recursos naturales es el producto de la modificación de las preferencias del consumidor, que obedecen a conductas de consumo irracional

En una economía de mercado pueden existir políticas públicas en las que se establecen mecanismos económicos para el desarrollo de actividades industriales "cíclicas" y estimaciones racionales del impacto de los procesos industriales, siempre que los recursos naturales sean valorados adecuadamente por la sociedad. La industria responde adecuadamente a los mecanismos de mercado y las decisiones sobre proyectos industriales producirán resultados racionales siempre que las señales económicas que envía el gobierno a través de sus políticas tributarias sean consistentes, con el valor real de sus inventarios de recursos naturales.

Las preferencias del consumidor tienen una naturaleza "social"; la moda, las tendencias de diseño, la educación, etc. La industria responderá a estas directrices, creando productos y servicios para satisfacerlas. En cambio, el comportamiento industrial sobre el reciclado está determinada por el valor de los recursos naturales que son concesionados por el estado, en todas las naciones. Por ejemplo, el reciclado de productos de plástico está condicionado por el valor del petróleo, el reuso de botellas de vidrio por el valor del vidrio y del plástico. El reciclado del agua, por la política tributaria.

2.2.3.5. Convicción de que la recuperación no es viable.

Por las razones anteriores, en nuestra percepción social nacional, existe persiste la idea de que México cuenta con inagotables riquezas "el cuerno de la abundancia", por lo que los esfuerzos de recuperación y reciclado son absurdos y sí acaso, viables en algunas situaciones específicas. La preocupación en este sector es "válida", pero no merece un análisis serio.

* Naturaleza "bíblica" respecto de la depredación de los recursos naturales y la fatalidad de las acciones de conservación en el contexto del "Apocalipsis".

Uno de los motores más fuertes del comportamiento social es la religión. Aproximadamente un 98% de la población de México profesa o tiene por lo menos, una fundamentación de principios morales en la cosmogonía judeocristianas y una proporción menor es fervientemente católica. En este "sistema de creencias", por llamar de algún modo al conjunto de principios morales, a la teología y a la concepción del hombre respecto de su papel en el contexto universal, el destino del hombre no es su responsabilidad directa, ni tampoco se concibe como a sí mismo como un elemento de la naturaleza, que forma parte de ella, como lo es, para las religiones, fundamentadas los sistemas de creencias orientales, como el budismo. En el contexto creacionista judeocristiano, primero fueron creados los elementos inertes que constituyen la tierra, luego las formas vivientes y por último, el hombre, con la

potestad divina para hacer uso irrestricto y exclusivo de los recursos naturales, incluidos los demás seres vivos, que por ende, tienen una categoría inferior en la escala de valores; "antropocentrismo". Además, en los textos bíblicos de la creación está prescrito el comportamiento poblacional que deberían tener los seres vivos; crecer.

¿Cómo cambiarlos?

2.2.3.6. El fin del mundo.

En la mayoría de las culturas y en nuestra sociedad mexicana, predominantemente católica, el fin del mundo es algo "lógico" y ya determinado de antemano, con fechas y causas específicas. Algunos piensan que 2327, otros que ya debía haber ocurrido con el cambio de milenio y otros más ya están contabilizando todas las especies que se habrán perdido en 50 años. Lo importante del fin del mundo es que ya le toca a nuestra generación o la de nuestros hijos.

En términos de los recursos naturales lo que esta lógica produce es una sensación de "ya para qué", se hacen modificaciones, se administra, se piensa. Es decir, la sociedad no puede ni debe preocuparse por hacer esfuerzos en materia de sustentabilidad ambiental

2.2.3.7. Los desarrollos tecnológicos futuros que hacen irrelevantes las preocupaciones actuales; "ya se inventará algo para resolver los problemas ambientales".

Esto es una idea arraigada en los sectores progresistas de la sociedad, sustentada en que mediante la tecnología puede lograr grandes transformaciones de nuestra forma de vida, sin que sean necesarios esfuerzos correspondientes por nuestra parte. Efectivamente, los desarrollos tecnológicos sí generan grandes transformaciones de nuestra forma de vida, pero la irreversibilidad de los procesos químicos involucrados en las transformaciones de los recursos naturales también ha sido demostrada, mediante las mismas herramientas tecnológicas utilizadas en el desarrollo de la cultura moderna, con carácter de irrefutable (existe una dirección preferida de los procesos químicos en términos de energía, que obedece a las leyes de la termodinámica). ¿Por qué, es que la humanidad se resiste a creer lo que la ciencia misma ha demostrado?. ¿De donde provendrá toda la energía necesaria para llevar los residuos a sus condiciones originales mediante procesos industriales?. Baste mencionar la reacción de combustión del hidrógeno que trae como resultado el agua y el costo energético para revertirla y obtener el hidrógeno y el oxígeno iniciales.

No se inventará una nueva tecnología que revierta los daños causados a la naturaleza; los mecanismos de la naturaleza son la mejor tecnología; esta tiene 4 mil millones de años de aplicación y fue desarrollada mediante el método de "prueba y error".

2.3. Aspectos Legales.

Se presenta el orden jerárquico existente en la legislación mexicana, las confusiones que surgen en la práctica como resultado de las inconsistencias existentes en la estructura legal, que son el producto de las enmiendas y modificaciones que realizan las dependencias en sus distintos ámbitos de competencia.

En esta sección se analizan las principales dificultades que obstaculizan el proceso de aprobación de las leyes y se enumeran los cambios recientes al sistema, que involucran avances técnicos y de las instituciones públicas. En particular, el proceso de aprobación de la Ley Federal de Derechos involucra varios ámbitos de la legislación e ilustra la problemática del proceso legislativo. Esta Ley es de carácter fiscal y tiene que ceñirse al marco general del Código Fiscal de la Federación, pero es también una Ley que contiene distintas características técnicas y económicas establecidas por otras instancias del Ejecutivo Federal.

Se examinan los distintos ámbitos a considerar en la legislación para el buen manejo del agua y las aguas residuales, como son el registral (concesiones), el fiscal, el técnico y el social. Se expone la importancia y el peso específico de cada uno en el contexto de la administración eficiente del agua. Asimismo, se presentan los puntos principales a considerar para la autorización de las inversiones en infraestructura industrial, en términos de "Impacto Ambiental".

Se presentan también los cambios en la legislación que responden a las tendencias de homologación en el ámbito de la globalización y la revalorización de los recursos naturales en el contexto de los sistemas de libre mercado.

Se presenta el proceso de normalización, como la confluencia de los sectores sociales involucrados por las convergencias de índole técnico. Se explican las diferencias entre la legislación y la normalización y como la confusión del os ámbito tiene repercusiones desfavorables en las funciones de vigilancia de la autoridad.

Se enumeran las características principales de la estructura organizacional de la Comisión Nacional del Agua, las funciones y responsabilidades que la Ley le confiere, sus objetivos, estrategias y líneas de acción.

Se exponen las características y objetivos de los distintos grupos con representatividad social que se han creado para constituirse como elementos que contribuyen a la toma de decisiones sobre el manejo del agua en el ámbito de las cuencas hidrográficas, tales como, Los consejos de Cuenca, los COTAS y demás entidades de participación ciudadana.

Se expone también la situación y perspectivas de la red nacional de laboratorios secundarios, el Sistema Nacional de Laboratorios de Pruebas SINALP y el Acreditamiento de laboratorios. Se explica con ello el impacto que su situación tiene sobre el control de la calidad de las aguas y aguas residuales, tanto en los aspectos técnicos como económicos.

2.3.1. Marco legal

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en el artículo 27, consagra el principio de que la propiedad de las aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originalmente a la Nación, y sólo por excepción, cuando se demuestre que las aguas no tienen tal carácter, se considerarán de propiedad privada. Por tanto, las aguas nacionales son bienes del dominio público y, en consecuencia, son inalienables, imprescriptibles e inembargables, en los términos de la Ley General de Bienes Nacionales.

La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, según lo dispuesto en el citado artículo 27 Constitucional, sólo podrá realizarse por los particulares mediante concesiones que otorgue el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes, en cuyo otorgamiento se tiene que observar lo dispuesto en el antepenúltimo párrafo del artículo 28 Constitucional, que establece no sólo el principio de legalidad para otorgar concesión, sino además la facultad potestativa de concesionar en casos de interés general.

El marco jurídico general que constituye el derecho positivo vigente que regula toda la materia de aguas en nuestro país, queda representado, en principio, por los preceptos constitucionales que han sido enunciados y además, por las distintas leyes emanadas de la propia Constitución, y otras disposiciones de observancia general relativas a la administración del recurso hidráulico como son:

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, artículo 27, párrafo quinto, así como el artículo 115, modificado en el año de 1987.

###Ley de Aguas Nacionales, promulgada en diciembre de 1992.- Es una ley reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia de aguas nacionales.

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 12 de enero de 1994.

###Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

###Decreto por el que se crea la Comisión Nacional del Agua, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 16 de enero de 1989.

###Ley Federal de Derechos, promulgada en 1982.

###Ley de Ingresos de la Federación.

###Ley de Contribución de Mejoras por Obras Públicas Federales de Infraestructura Hidráulica, vigente a partir de 1991.

###Leyes estatales en materia de agua potable y alcantarillado, promulgadas de 1969 a 1994 en las 31 entidades federativas y en el Distrito Federal.

###Ley General de Bienes Nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de enero de 1982.

###Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, promulgada en 1987.

###Tratado sobre la Distribución de Aguas Internacionales entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América, celebrado el 3 de febrero de 1944 y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de marzo de 1946.

###Decreto presidencial de creación del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) del 7 de agosto de 1986.

2.3.1.1. Organización institucional

La CNA, creada por Decreto Presidencial el 16 de enero de 1989 como un órgano desconcentrado de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, es la única autoridad federal facultada para administrar las aguas nacionales. En diciembre de 1992, la Ley de Aguas Nacionales formalizó los avances institucionales que se habían logrado con la CNA y abrió espacios para que en el futuro ésta pudiera desarrollarse en otros aspectos.

En 1994, con la nueva administración federal, la CNA cambió del sector agricultura al de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales (SEMARNAT), como un órgano desconcentrado. Esta reubicación obedece a la importancia que concede el Gobierno Federal al cuidado del medio ambiente y al aprovechamiento de los recursos naturales de los cuales el agua forma parte, y fortalece el ejercicio de la autoridad al no estar sectorizado con los usos del agua.

La CNA informa a un Consejo Técnico integrado por los titulares de las Secretarías de Hacienda y Crédito Público; de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural; de Desarrollo Social; de Salud; de Energía; de Contraloría y Desarrollo Administrativo; y de la SEMARNAT. El titular de esta última lo preside. Una de las facultades del Consejo es llevar a cabo la programación y acción coordinada entre las dependencias de la Administración Pública Federal que deban intervenir en asuntos del agua.

Con objeto de atender las estrategias enunciadas en el Plan Nacional de Desarrollo, la CNA lleva a cabo actualmente sus acciones en el nivel central, a través de seis áreas sustantivas: Operación, Construcción, Técnica, Administración del Agua, Programación, y Administración. Además, cuenta con las siguientes áreas de apoyo: Programas Rurales y Participación Social, Comunicación Social, Contraloría General, Asuntos Jurídicos, y Revisión y Liquidación de Créditos Fiscales.

Existen seis gerencias regionales, que dependen de la Dirección General y que agrupan, cada una, varios estados de la República, seleccionados de tal manera que las fronteras entre las gerencias regionales casi coincidan con los parteaguas de cuencas o grupos de cuencas. Las gerencias estatales en cada entidad federativa dependen de la Gerencia Regional correspondiente.

Las gerencias regionales organizan y coordinan el manejo del agua, tomando en cuenta la naturaleza regional del recurso, ya sea por cuenca hidrológica o por acuífero. Estas fronteras hidrológicas no coinciden con la división política de estados y municipios.

Las gerencias estatales trabajan en contacto pleno con los usuarios y con el sistema hidrológico, conocen a mayor detalle los problemas locales y son enlace con autoridades estatales y municipales, así como con los representantes de los diferentes sectores de la sociedad.

Además de la administración directa a través de la estructura mencionada, se han formado Consejos de Cuenca en los ríos Lerma y Bravo y recientemente, en la cuenca del Valle de México. En estas cuencas existen problemas de contaminación y competencia por el uso del agua, tanto superficial como subterránea; el río Bravo, es además frontera con los EUA. Estos consejos, como indica la Ley de Aguas Nacionales, son instancias de coordinación entre la CNA, dependencias federales, estatales y municipales, y representantes de los usuarios en la cuenca hidrológica, y se integran con objeto de formular y ejecutar programas para el mejor manejo de las aguas, el desarrollo de la infraestructura hidráulica y servicios respectivos, así como para la preservación de los recursos de la cuenca.

La organización de la CNA le permite ocuparse del carácter multisectorial del agua en el ámbito central a través de su Consejo Técnico y en el regional, a través de los Consejos de Cuenca. Esta integralidad institucional se ve reforzada por la integralidad ambiental de la Ley de Aguas Nacionales, que trata en forma unitaria los aspectos de cantidad y calidad tanto de las aguas superficiales como subterráneas, en el ámbito de las cuencas hidrológicas.

El apoyo tecnológico del sector lo realiza el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), creado en 1986, como organismo desconcentrado. El IMTA tiene las funciones básicas para realizar investigación, para desarrollar, adaptar y transferir tecnología. Además presta servicios tecnológicos y prepara recursos humanos calificados para la administración, conservación y mantenimiento de la calidad del agua, a fin de contribuir al desarrollo sustentable de México. Cuenta con áreas técnicas dedicadas a la investigación y desarrollo tecnológico y áreas de servicio para la transferencia de la tecnología. Sus laboratorios están certificados por el Sistema Nacional de Acreditación de Laboratorios de Prueba (SINALAP) y administra cinco centros de capacitación y tecnología regionales.

2.3.1.2. Administración de los usos de agua

El artículo primero de la Ley de Aguas Nacionales establece que su objetivo 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. Esta tarea se divide en dos aspectos, el referente a la ocurrencia del recurso y su control para tenerla disponible y evitar daños, y el relativo a la regulación de su aprovechamiento por parte de los usuarios, aspecto que se denomina administración de los usos del agua.

La CNA regula la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales y sus bienes inherentes, otorgando a los usuarios la autorización para su utilización, establece las condiciones que deben cumplirse para su uso considerando la no afectación a terceros ni al medio ambiente, y vigila que se cumplan los derechos y obligaciones de los usuarios, de acuerdo a la Ley de Aguas Nacionales y las disposiciones fiscales federales en materia de agua.

Los derechos y obligaciones de los usuarios para la utilización de las aguas nacionales, se establecen en tres documentos: los títulos de concesión y de asignación en los cuales se autoriza el uso de aguas nacionales, zonas federales, extracción de materiales, así como la construcción, operación o uso de la infraestructura hidráulica, y el permiso, en el cual se autoriza la descarga de aguas residuales a cuerpos receptores propiedad de la nación, considerando determinadas condiciones de calidad. Asimismo, la Ley Federal de Derechos establece que los usuarios deben pagar una contribución por el uso de las aguas nacionales y sus bienes inherentes, incorporando el principio de que paga más quien utiliza más agua y también quien descarga mayor carga de contaminante paga más, independientemente de que se cuente o no, con el título o permiso correspondiente.

El proceso de la administración de los usos del agua, se inicia con la solicitud del usuario para utilizar aguas nacionales o sus bienes inherentes, misma que se dictamina por la CNA y autoriza en caso de existir disponibilidad; posteriormente se inscribe en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) y finalmente se entrega al usuario el documento que garantiza jurídicamente sus derechos. Posteriormente, se vigila que se cumpla con los derechos y obligaciones establecidas.

Existe también una clasificación para las regiones hidrológicas del país que la CNA denomina y utiliza como subregiones de planeación, las cuales son 61, agrupadas en las 13 regiones administrativas a nivel nacional, al estado de Querétaro se le ubica dentro de las subregiones VIII.1 Alto Lerma (perteneciente a la Región VIII Lerma – Santiago - Pacífico) e IX.3 Pánuco (que pertenece a la Región IX Golfo Norte).

Subregiones de Planeación.



Fuente: Información de la CNA.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.3.1.3. *Ámbito Estatal y Municipal*

Del análisis del Marco Normativo se desprende que el Estado de Querétaro dispone de un conjunto de Leyes, Normas y Reglamentos relacionados con el agua más amplio que en otras Entidades de la República. Esto no sólo por el número de ordenamientos, sino también por el enfoque moderno que se observa en algunos de ellos (sobresaliendo lo relacionado con el cuidado y la conservación del recurso), y por la actualización reciente de los documentos normativos tomando como modelo los avances y lineamientos de la Federación en la materia. También sobresalen las propuestas de planeación sectorial formulados por las dependencias locales.

Un aspecto a resaltar es la adecuación de algunos de sus principales ordenamientos a las políticas federales plasmadas en el Programa Hidráulico 1995-2000, en la Ley de Aguas Nacionales (LAN) y con respecto al denominado Derecho de las Descargas (DDAR); buscando con ello dar congruencia a las políticas y acciones en el ámbito local, sobre el aprovechamiento y uso de los recursos hidráulicos, tanto para las dependencias públicas encargadas de la prestación de servicios públicos como por los usuarios particulares demandantes de agua.

De esta forma han sentado las bases - al menos en forma teórica- para la modernización del sector agua en el Estado. Hasta el momento no ha sido posible evaluar de forma puntual los resultados de estas adecuaciones legales, pero el hecho de que exista voluntad política y preocupación de las autoridades estatales y que estas inquietudes se institucionalicen -como se demuestra con la continuidad que se observa para actualizar la normatividad local, formular estudios técnicos y las herramientas de planeación sectorial - sitúan al sector hidráulico estatal en una posición de vanguardia. Falta todavía la instrumentación de estos ordenamientos y sus efectos en las acciones sectoriales tanto de agentes privados como públicos, ya que se puede considerar de reciente aplicación, además que es necesaria una mejor difusión y acciones de apoyo para inducir a la aplicación generalizada y su cumplimiento.

Otro aspecto a destacar es el de la Participación Ciudadana a través de organizaciones creadas ex profeso; se identificaron cinco - independientemente de los Consejos de Cuenca y sus órganos de participación -, tanto de usuarios como aquellos creados para promover la defensa y conservación de corrientes y cuerpos de agua. Estas dos características aparte de mostrar el interés de la sociedad queretana en participar en la preservación y cuidado de los recursos hidráulicos, se deben tomar como fortalezas a potencializar para futuras reformas al marco normativo que permitan modernizar las políticas y la administración del agua en la Entidad.

Pero aunque se considere como avanzado el Marco Legal, también resalta que no tiene cohesión entre los diferentes ordenamientos, ya que por un lado disponen de leyes y reglamentos que establecen políticas, ordenamientos o acciones modernas, interesantes y hasta innovadoras, pero por otro se detectan incongruencias, falta de sustento de algunos reglamentos y, preocupantemente, severas contradicciones de algunos lineamientos con respecto a políticas y regulaciones federales.

Ahora bien, de las debilidades observadas se mencionan a continuación las más relevantes; al igual que en la mayoría de las Entidades Federativas, en este caso el Marco Legal en

materia de agua se enfoca preponderantemente a los servicios de agua potable, omitiendo o subestimando otros usos. En todo caso algunos ordenamientos se contraponen a la LAN, a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) y a la propia Constitución local, pudiendo sentar precedentes negativos para la aplicación de la LAN, especialmente en el sentido de insistir en los conceptos de "aguas, cauces y cuerpos de agua de propiedad estatal". Este aspecto es preocupante desde varios enfoques, el primero que se contrapone al espíritu del Art. 27 Constitucional y el hecho que una normatividad estatal dé por sentado que existe otro tipo de aguas diferentes a las nacionales, puede generar argumentos por parte de usuarios de aguas nacionales para pretender evadir el cumplimiento de la LAN y la respectiva de Derechos; otra situación que deja en entredicho estos ordenamientos es que la Constitución local no contempla en su articulado los bienes del dominio público (quizás por estar normados éstos por la Constitución General de la República) y por lo tanto al no estar tipificados en la Ley mayor del Estado, no puede aplicarse porque un Reglamento así lo ordene; sin embargo aunque estos preceptos estén viciados de origen, pueden dar lugar a confusiones, argumentos de defensa para los usuarios que simplemente dificulten la administración del recurso en la Entidad.

Insistiendo en el mismo tema, otro aspecto ambivalente es el hecho de que contemplan la intervención privada en los sistemas de tratamiento de aguas residuales, bajo la supervisión del Estado, pero dan la facultad a los Organismos Operadores, cuando en la Constitución local se estipula que sólo el Ejecutivo Estatal puede concesionar servicios públicos.

También se adolece de la deficiencia común de la legislación en materia de agua, en el sentido de no establecer instrumentos concretos para su aplicación, ya que aunque regulan los usos, aprovechamientos y disposición de las aguas; establecen los motivos de infracción y sus respectivas sanciones; no presentan elementos que garanticen los objetivos que promueven, tales como la conservación y preservación del agua.

De la misma forma todos los ámbitos de legislación promueven nuevos esquemas de uso, como la cultura del agua, mercados, precios, etc.; pero no establecen las bases o mecanismos para poder instrumentar los esquemas propuestos. Así en conceptos tan indispensables y relevantes como el mercado del agua (que se propone desde la promulgación de la LAN en 1992), se ha avanzado poco en realizar estudios de los mecanismos de aplicación al nivel nacional o a las diferentes regiones del país.

Obviamente estas incongruencias deben de corregirse con el consenso de los dos niveles de autoridad, se debe aprovechar la propuesta de la nueva Ley Estatal, para que se eliminen las contradicciones y que se le dé un enfoque integral incluyendo la regulación de casi todos los usos del agua y actividades relacionadas con ésta; ya que en el borrador de la ley citada continúan manejando equivocadamente el concepto de "aguas de jurisdicción estatal" y adolece de estar enfocada a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Resumiendo lo planteado hasta ahora, por un lado se dispone de una base legal avanzada, que incluye la promoción de la cultura del agua, la participación de los usuarios (especialmente en la vigilancia de la aplicación de las normas), la conservación de los recursos tanto por los agentes gubernamentales como por los usuarios privados y las sanciones por el desperdicio y la contaminación del recurso. Pero por otro se encuentran disposiciones referente a atribuciones que asumen en detrimento de las de la CNA o de la LAN, otras que no pueden aplicarse por ser viciadas de origen - al no estar contempladas en las Leyes generales o de la materia - y que de esta manera contradicen a las federales.

Sin embargo todo esto debe ser corregido y de hecho el momento es adecuado, ya que se esta promoviendo una nueva Ley Estatal de Aguas para el Estado de Querétaro, que se encuentra a nivel de borrador para discusión y aunque persisten en manejar el concepto de "aguas de jurisdicción estatal" es conveniente que estos planteamientos normativos se discutan conjuntamente entre autoridades estatales y federales para coordinar adecuadamente la autorización de la nueva ley y que ésta se apegue y complemente con la Nacional.

Por lo tanto en las adecuaciones al marco legal, debe considerarse el establecimiento de los mecanismos para instrumentar las acciones que marcan los diferentes documentos normativos analizados y que son prioritarias en su aplicación como el programa de cultura del agua, de ahorro del agua y la denuncia popular. También se deben integrar estas acciones a la operatividad institucional y difundir los procedimientos a seguir por la ciudadanía, así como las oficinas donde se atenderán este tipo de acciones.

Vigilar más la instrumentación de las acciones y recomendaciones planteadas en las vertientes obligatoria e inductiva del proceso de planeación; como por ejemplo la participación ciudadana que se promueve desde la normatividad federal, en la local y de la cual se encuentran ya resultados en la entidad, así como de las reglas de los Consejos de Cuenca.

Es recomendable en este aspecto definir claramente los requerimientos de acreditación de grupos organizados de usuarios del agua en los Consejos de Administración, tanto de los Consejos de Cuenca como en los Organismos Operadores y en el Distrito de Riego; priorizando la ciudadanización de éstos sobre las representaciones institucionales. De la misma forma fomentar la integración de otros órganos de representación social a nivel consultivo, de contingencias, de difusión y de investigación para sentar las premisas de una colaboración comprometida del mayor numero de estratos sociales.

Al realizar los análisis particulares a cada ordenamiento, se encontraron las observaciones que a continuación se detallan y en los cuadros anexos se puede observar objetivamente los resúmenes de los ordenamientos estatales en materia de agua:

En la Constitución Política del Estado de Querétaro se plantea la facultad de los municipios para promover la eficaz prestación del servicio público de agua potable; por lo que es recomendable precisar explícitamente las atribuciones municipales para la prestación de estos servicios, incluyendo el alcantarillado y el saneamiento de las aguas residuales, en concordancia con las reformas al Artículo 115 de la Constitución General de la República y a las políticas hidráulicas impulsadas por la CNA.

El Código Urbano para el estado de Querétaro en su Título VI reforma el Decreto de Creación de la CEA; en este ordenamiento si se precisa la responsabilidad de los municipios en la prestación de los servicios públicos de agua potable, alcantarillado y saneamiento; sin embargo debe de estar considerado así en la ley mayor del Estado, para que así se deriven en otros ordenamientos que reglamentan a la Constitución. De las propuestas sobresalientes está la de promover la participación ciudadana y el destinar un porcentaje de los recursos de la CEA para desarrollar la cultura del agua.

En este mismo documento se encuentra la imprecisión en los conceptos de Derechos y Tarifas (para el cobro de los servicios de agua potable), ya que los manejan como sinónimos, cuando para efectos legales tienen diferente acepción. De la misma forma no precisan ni

fundamentan la denominada limitación del servicio, lo cual puede generar recursos de defensa por usuarios morosos; asimismo es conveniente fundamentar en la normatividad fiscal la tipificación de los adeudos por concepto de agua potable como créditos fiscales.

A su vez el Reglamento del Uso Eficiente del Agua en las poblaciones del estado de Querétaro es interesante e innovador por que establece normas y procedimientos para todos los usuarios de agua, para promover su uso eficiente; de la misma forma retoma la política que impulsa la CNA e incorpora la promoción a la Cultura del Agua.

En el Reglamento para el control de las descargas de Aguas Residuales a los sistemas de alcantarillado del estado de Querétaro se encontraron aspectos contrastantes, ya que por un lado el disponer de esta regulación en el ámbito estatal, como complemento a la federal es un avance importante; pero resulta que se detectaron deficiencias y contradicciones, a pesar de que el Reglamento Estatal pretende trasladar a su ámbito jurisdiccional los planteamientos federales.

De las observaciones se puede comentar que omiten establecer la clasificación de los cuerpos receptores en función de sus niveles de contaminación para efectos de continuar recibiendo nuevas descargas.

En este Reglamento manejan reiteradamente el concepto de "aguas de propiedad estatal o municipal", o cual se considera riesgoso para la aplicación de la normatividad federal, ya que ni en la CPEUM ni en la LAN se considera que pueda existir otro tipo de agua diferentes a las nacionales; en descargo a este concepto cabe mencionar que ninguna Ley de mayor jerarquía en el Estado se tipifica este planteamiento, por lo que es discutible su aplicación toda vez que cualquier reglamento, como es este el caso, se deriva de una ley de aplicación general y al no estar considerado este concepto es nulo de origen. Sobre de esto es recomendable que se aclare este concepto para evitar contraposiciones legales que sólo beneficiarían a los usuarios remisos de aguas nacionales.

De la misma forma establece atribuciones a los Organismos Operadores que no aparecen ni en sus Decretos ni en otros ordenamientos de mayor jerarquía y que pueden invadir esferas de atribuciones federales ya que plantea controlar los cuerpos receptores de descargas de "competencia estatal o municipal", a menos que existan convenios para la transferencia de estos bienes al ámbito estatal. Aquí también es conveniente se aclare este concepto.

Otro aspecto contradictorio es que faculta también a los Organismos Operadores a concesionar o contratar los sistemas de tratamiento de aguas residuales; sin embargo en la Constitución local esta facultad es exclusivamente del Ejecutivo y no de los Organismos Operadores, a menos que existan convenios al respecto; pero aún en este caso sería entre los ejecutivos estatal y el municipal. Además este planteamiento difiere del Código Urbano porque en aquel sí reconocen que para concesionar servicios públicos se requiere la aprobación previa del Cabildo local.

La Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente es la versión estatal de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; también insisten en manejar el término de "aguas de jurisdicción estatal"; además otorgan la facultad de autorizar el aprovechamiento de este tipo de aguas así como de conceder permisos de descarga en cuerpos receptores, en contraposición de las facultades de la CNA que es la única dependencia que administra los recursos hidráulicos. Al marcar las competencias para formular criterios para la preservación y control de la contaminación del agua, omiten a las

Dependencias Federales, por lo que es importante aclarar esta facultad, para evitar la invasión de atribuciones.

Sobre este mismo aspecto es conveniente que se precisen las jurisdicciones de cada nivel institucional de las responsabilidades que asignan, para evitar también la invasión de esferas. La propuesta de incluir un componente ambiental en las tarifas de agua potable es innovadora y además es recomendable ampliarlo a todas las tarifas y derechos relacionados con el aprovechamiento del recurso.

Por último en el Decreto de creación de la Junta de Agua Potable y Alcantarillado Municipal de San Juan del Río no hay correspondencia en lo que respecta a los estudios y autorizaciones tarifarias, ya que mencionan que el director las propone, pero no estipulan quién las autoriza.

En cuanto al Marco Jurídico Federal aplicable, al igual que en todo el País rigen todos los ordenamientos que se han venido actualizando por parte del Ejecutivo Federal. De esta forma se parte del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas.

A partir de diciembre de 1992 entra en vigor la Ley de Aguas Nacionales reglamentaria del Art. 27 Constitucional, como el instrumento legal aplicable en el manejo de los recursos hidráulicos, incluyendo las disposiciones relativas a la Programación Hidráulica; a la integración de los Consejos de Cuenca; la promoción a la participación privada en la construcción y operación de obras hidráulicas, así como la participación ciudadana en la atención de la problemática de su administración; y al fomento del establecimiento del mercado del agua.

En enero de 1994 entra en vigor a su vez el Reglamento de la LAN (RLAN) con el objetivo de precisar para su aplicación y evaluación los ordenamientos contenidos en la LAN.

Otra Ley reglamentaria es la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, vigente a partir de 1987; que establece entre sus objetivos el control y la prevención de la contaminación del agua, promoviendo su aprovechamiento racional y de los ecosistemas acuáticos; asimismo determina normas técnicas para el tratamiento y disposición de aguas residuales; esta Ley, como ya se mencionó tiene su equivalente a nivel estatal, pero es necesario reformarlo para evitar las contradicciones y la invasión de esferas en las atribuciones encomendadas.

Otro ordenamiento de importante aplicación es la correspondiente a la Ley Federal de Derechos en lo que respecta a los bienes del dominio público en materia de agua; estos preceptos se viene aplicando desde 1982 y establece las contribuciones fiscales que deben cubrir las personas físicas o morales que usen o aprovechen los bienes de dominio público tipificados, así como por la carga contaminante con que descarguen las aguas residuales. Otros documentos normativos de aplicación general son:

Ley de Contribución de mejoras por Obras Públicas de Infraestructura Hidráulica.

Ley General de Salud

Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Por último, pero no menos importantes, son los Decretos de Veda aplicables al estado de Querétaro, que se establecieron con el objetivo de preservar los acuíferos.

2.3.2. Análisis de la legislación relativa a las descargas de aguas residuales.

2.3.2.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente.

- Criterios de evaluación del Estudio de Impacto Ambiental.

Reformas 1996.

- Se otorgan mayores facultades a las Entidades Federativas, mediante convenios de colaboración para la vigilancia de, por ejemplo, zonas federales.

2.3.2.2. Ley de Aguas Nacionales (LAN).

Art. 85.- La calidad del agua es de interés público

Art. 86.- Responsabilidades de la CNA.

Art. 87.- La CNA determinará los niveles de los contaminantes.

Art. 88.- Las personas requieren permiso para descargar aguas residuales.

Art. 89.- Factores a tomar en cuenta por la CNA para el otorgamiento del permiso.

Art. 90.- Características del permiso de descarga otorgado por CNA.

Art. 91.- Se requiere permiso de CNA y apego a las Normas, para la infiltración de aguas residuales a los acuíferos

Art. 92.- La CNA podrá ordenar la suspensión de las actividades que den origen a la descarga.

Art. 93.- Causas de revocación del permiso de descargas.

Art. 94.- Paralización de plantas de tratamiento de aguas residuales.

Art. 95.- La CNA realizará la inspección de las descargas de aguas residuales.

Art. 96.- Manejo de sustancias nocivas en zonas de contaminación extendida o dispersa.

Las disposiciones relativas a las descargas de aguas residuales están comprendidas en el "Título séptimo: Prevención y control de la contaminación de las aguas".

Cabe señalar que el drenaje agrícola está cubierto en el título sexto, capítulo II, sección quinta, es decir, no se le incluye en el título séptimo, como una fuente importante de

emisión de contaminantes, sino en términos de las obras de infraestructura para su disposición.

Se considera entonces, que las aguas residuales contaminantes son las generadas por los municipales y la actividad industrial.

Responsabilidad de la CNA respecto del control de la contaminación de la infraestructura hidráulica

Se establece la necesidad de un Permiso de descargas

2.3.2.3. Reglamento de la LAN.

Art. 133.- Ejercicio de las facultades federales de vigilancia relativas a la prevención y control de la contaminación.

Art. 134.- Obligación de las personas físicas y morales a restituir las aguas utilizadas, en condiciones adecuadas al medio ambiente.

Art. 135.- Obligaciones de quienes descargas aguas residuales.

Art. 136.- Obligaciones de quienes se encargan de las redes municipales de drenaje y alcantarillado.

Art. 137.- Obligación de todos los usuarios respecto del cumplimiento de la normalización en vigor para la prevención y control de la contaminación.

Art. 138.- Contenido de las solicitudes de permiso de descarga de aguas residuales.

Art. 139.- Los permisos de descarga contendrán la ubicación y descripción de los parámetros, volumen y calidad de la misma

Criterios para la determinación de las condiciones particulares de descarga por CNA.

Art. 141.- Emisión y modificación de las condiciones particulares de descarga.

Art. 142.- Publicación de las condiciones particulares de descarga mínimas.

Art. 143.- Fijación de condiciones particulares de descarga para aguas residuales que sean depuradas para ser reinyectadas a un acuífero.

Art. 144.- Apego a los procedimientos establecidos en la normalización para la toma de muestras.

Art. 145.- Diseño, construcción y operación de plantas de tratamiento, con apego a las normas oficiales mexicanas.

- Art.146.- Contratación de terceros para el tratamiento de descargas y su responsabilidad de gestionar el permiso y apegarse a las disposiciones aplicables para el caso.
- Art. 147.- Suspensión del proceso generador de la descarga en caso de suspensión temporal de las actividades de tratamiento de aguas residuales.
- Art. 148.- Los lodos producto del tratamiento de aguas residuales deberán estabilizarse conforme a las disposiciones legales y reglamentarias de la materia.
- Art. 149.- Aviso a la CNA de descargas fortuitas para que se verifiquen las medidas correctivas tomadas.
- Art. 150.- Adopción de medidas preventivas y correctivas para evitar la contaminación.
- Art. 151.- Se prohíbe la disposición de desechos, lodos o basura en cuerpos receptores o zonas federales.
- Art. 153.- Obligación de quienes suministran agua potable de apegarse a las normas para tal fin.
- Art. 154.- Monitoreo sistemático y permanente de la calidad del agua (continentales, costeras, descargas y plantas de tratamiento).
- Art.155.- Atribuciones de la CNA para la preservación de los humedales.
- Art. 156.- Acciones de promoción de la CNA en los ámbitos educativo, industrial y científico para evitar la contaminación de las aguas nacionales.

Comentarios Generales.

La ley y su reglamento establecen las atribuciones de la CNA y las obligaciones y derechos de los usuarios. En el caso de las descargas de aguas residuales, se ha enfatizado el papel que desempeñan las descargas municipales e industriales en la contaminación ambiental (las fuentes puntuales) y se ha cubierto vagamente la contaminación proveniente de las actividades agrícolas (fuentes no puntuales), misma que es el resultado del uso de fertilizantes y plaguicidas.

La complejidad del sector agrario supera con mucho la competencia institucional y mucho se ha logrado con que se permita la transmisión de derechos.

Aquí se alude el tema, no por su relación con las descargas industriales, sino por el profundo impacto que tendrán las modificaciones a las políticas relativas a los subsidios a las actividades agropecuarias.

La disponibilidad del recurso será el punto de mayor peso cuando se evalúen las estrategias respecto de las inversiones en plantas de tratamiento; no los costos.

Las disposiciones legales y reglamentarias hablan de normas oficiales para el desempeño y construcción de plantas de tratamiento que permitan cumplir con las normas en vigor, lo que

significa que se habla de, por lo menos, tratamientos secundarios, e incluso prohíben la disposición de las aguas residuales sin tratamiento alguno.

Estas situaciones hacen mucho más atractiva la perspectiva de la reducción, reciclado y reuso que la del tratamiento de grandes volúmenes, aunque éste sea excelente y con él se logre el CCA.

La legislación define muchos aspectos y deja muchos más descubiertos, por lo que la discrecionalidad es un factor muy importante. Lo anterior ha generado que se haya elaborado toda una estructura documental para darle coherencia al marco legal. Este conjunto de documentos ha sido generado tanto por el ejecutivo como por la propia CNA. Aun cuando existe, está sujeto a importantes modificaciones de forma y fondo mismas que ocurren cada año, debido al carácter fiscal de los derechos del agua.

Los documentos técnicos no varían en la misma forma pero sí con la misma velocidad, respecto de los límites máximos permisibles y los parámetros considerados críticos.

Este proceso evolutivo no es casual, aunque lo parece. Las disposiciones se adoptan en un año y se derogan al siguiente sin aparente lógica. Las disposiciones se introducen para corregir una situación y se eliminan si no tienen el efecto esperado. Sin embargo, para el industrial establecido o para quien planea invertir en nuestro país, el proceso de enmienda y corrección de la legislación no tiene lógica, es difícil de seguir y genera mucha inseguridad jurídica desde la perspectiva de las inversiones.

2.3.2.4. Ley Federal de Derechos.

Art. 276.- Quiénes están obligados al pago de derechos por uso o goce de bienes nacionales como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales.

Art. 277.- Definiciones y características de las aguas residuales, así como las definiciones de cada uno de los contaminantes considerados.

Art. 278.- Establece la obligatoriedad del pago de derechos, según el volumen y los contaminantes.

Art. 278-A.- Se definen todos los cuerpos receptores por entidad y municipio.

Art. 278-B.- Procedimiento para la determinación del volumen descargado y la carga de contaminantes, así como el procedimiento de muestreo.

Art. 278-C.- Determinación del monto del derecho a pagar.

Art. 281-A.- Disminución del costo de los equipos de medición y de los gastos de instalación.

Art. 282.- Excepciones del pago de derechos.

Art. 282-A.- Excepciones para quienes rebasen los límites máximos permisibles y presenten un programa de acciones para mejorar la calidad de sus descargas.

Art. 282-B.- Las empresas que presten el servicio de tratamiento de aguas residuales deben cumplir con las disposiciones aplicables. Las empresas que contraten estos servicios serán solidariamente responsables.

Art. 282-C.- Descuentos en derechos por consumo de aguas nacionales a quienes alcancen mejores niveles de tratamiento de sus aguas residuales.

Art. 282-D.- Obliga al cumplimiento de los límites máximos permisibles para quienes incrementen su carga de contaminantes después de 1997.

Art. 283.- Realización de pagos provisionales en enero, abril, julio y octubre y declaración anual.

Art. 284.- Casos en los que procede la determinación presuntiva del derecho

Art. 285.- Procedimiento para la determinación presuntiva del derecho.

2.3.2.5. Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Establece el procedimiento de consulta mediante el que se elaboran las normas.

Establece la existencia de un Comité Consultivo Nacional de Normalización.

Formaliza la institución del CENAM.

2.3.2.6. Normas Oficiales Mexicanas.

NOM-001-ECOL-1996.- Norma Oficial Mexicana que establece los Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a aguas y bienes nacionales.

Establece los LMP que se indican en la LFD. Esta situación es inconveniente, puesto que la LFD es un ordenamiento de carácter fiscal y no uno técnico. La determinación de estos parámetros le corresponde a un conjunto de instancias técnicas tan calificadas como la SHCP. Las normas oficiales mexicanas son exactamente eso; Normas Oficiales Mexicanas, no Normas Mexicanas, ni criterios ni recomendaciones. La Norma Oficial Mexicana es distinta a la Norma Mexicana en que, las Dependencias Gubernamentales están facultadas para imponer sanciones económicas y administrativas a quienes las infrinjan. Las Normas Mexicanas son las "buenas prácticas" técnicas recomendadas por el Estado Mexicano.

Los parámetros de calidad del agua (buenos - CCA y malos - LMP), aparecen en la legislación fiscal porque formalmente, los cuatro elementos de la contribución deben estar, clara y explícitamente definidos en el ordenamiento legal; sujeto, objeto, forma y monto.

Los parámetros (LMP y CCA) consignados en la LFD, son los establecidos en la normalización mexicana, pero para propósitos fiscales, podrían ser los del CFR 40 o cualesquiera. Los LMP los la NOM-001-ECOL-1996, los del CCA, una combinación de los de la MOM -CC-127-SSA- , y las disposiciones relativas a la toxicidades de plaguicidas.

Conforme el deterioro ambiental se agudice, estos parámetros serán revisados y reducidos, como ocurre en otras naciones. Sin embargo, existe una inconsistencia en cuanto a que las normas técnicas constituyen la documentación de "buenas prácticas"

Deben existir normas que establezcan los límites aceptables para el desempeño de los tratamientos (a la entrada como a la salida de los procesos) para lograr la interconectividad de los procesos primario - secundario - terciario.

Es necesario contar con Normalización de información al consumidor, para la prestación de los servicios de tratamiento de aguas residuales. Esto se debe a que los resultados de los tratamientos no pueden ser juzgados por los usuarios, tal como podría ser la resistencia del concreto, hasta que las consecuencias son irreparables. Más aún, el daño y los perjuicios son al patrimonio nacional, cuando lo que se afectan son los cuerpos de agua propiedad de ésta. En el caso en cuestión, los clientes son las comunidades a través de sus autoridades municipales, que no tendrán la capacitación técnica para realizar una adecuada selección de proveedores. Cabe señalar, que los recursos utilizados para la construcción de infraestructura de tratamiento serán recursos federales.

La norma cuenta con un listado de normas mexicanas mediante las que especifica la realización de la determinación de los parámetros.

La norma cuenta con un anexo, consistente en un procedimiento para la determinación de huevos de helminto.

NOM -002-ECOL-1996.- Norma Oficial Mexicana que establece los Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

NOM -003-ECOL-1996.- Norma Oficial Mexicana que establece los Límites máximos permisibles de contaminantes para aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.

Estas normas regulan el reuso de aguas residuales tratadas para el riego de áreas verdes. Lo importante de estos documentos normativos es que su expedición sea en cercana concordancia con la NOM - 001- ECOL, en cuanto a que no existan parámetros que no concuerden con ésta o con las Normas Mexicanas utilizadas para su muestreo y detección.

2.3.2.7. Normas Mexicanas.

- Construcción de plantas de tratamiento.
Pruebas específicas para la determinación de contaminantes.

Norma Mexicana NMX-AA-003 Aguas residuales - Muestreo, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 25 de marzo de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-004 Aguas - Determinación de sólidos sedimentables en aguas residuales - Método del cono Imhoff, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 13 de septiembre de 1977.

Norma Mexicana NMX-AA-005 Aguas - Determinación de grasas y aceites - Método de extracción soxhlet, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 8 de agosto de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-006 Aguas - Determinación de materia flotante - Método visual con malla específica, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 5 de diciembre de 1973.

Norma Mexicana NMX-AA-007 Aguas - Determinación de la temperatura - Método visual con termómetro, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 23 de julio de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-008 Aguas - Determinación de pH - Método potenciométrico, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 25 de marzo de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-026 Aguas - Determinación de nitrógeno total - Método Kjeldahl, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 27 de octubre de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-028 Aguas - Determinación de demanda bioquímica de oxígeno - Método de incubación por diluciones, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 6 de julio de 1981.

Norma Mexicana NMX-AA-029 Aguas - Determinación de fósforo total - Métodos espectrofotométricos, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 21 de octubre de 1981.

Norma Mexicana NMX-AA-034 Aguas - Determinación de sólidos en agua - Método gravimétrico, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 3 de julio de 1981.

Norma Mexicana NMX-AA-042 Aguas - Determinación del número más probable de coliformes totales y fecales - Método de tubos múltiples de fermentación, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de junio de 1987.

Norma Mexicana NMX-AA-046 Aguas - Determinación de arsénico en agua - Método espectrofotométrico, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 21 de abril de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-051 Aguas - Determinación de metales - Método espectrofotométrico de absorción atómica, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de febrero de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-057 Aguas - Determinación de plomo - Método de la ditizona, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 29 de septiembre de 1981.

Norma Mexicana NMX-AA-058 Aguas - Determinación de cianuros - Método colorimétrico y titulométrico, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 14 de diciembre de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-060 Aguas - Determinación de cadmio - Método de la ditizona, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 26 de abril de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-064 Aguas - Determinación de mercurio - Método de la ditizona, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 3 de marzo de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-066 Aguas - Determinación de cobre - Método de la neocuproína, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 16 de noviembre de 1981.

Norma Mexicana NMX-AA-078 Aguas - Determinación de zinc - Métodos colorimétricos de la ditizona I, la ditizona II y espectrofotometría de absorción atómica, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 12 de julio de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-079 Aguas Residuales - Determinación de nitrógeno de nitratos (Brucina), publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 14 de abril de 1986.

Norma Mexicana NMX-AA-099 - Determinación de nitrógeno de nitritos - Agua potable, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 11 de febrero de 1987.

2.3.2.8. Programa de acciones para mejorar la calidad de las descargas de aguas residuales.

Desde el punto de vista empresarial, este es el ordenamiento legal más importante de todos. En él, se establece la exención de pago de derechos por concepto de descargas que exceden los límites máximos permisibles establecidos en la NOM 001 Ecol, siempre que se informe semestralmente a la CNA de las acciones emprendidas para mejorar la calidad de las descargas de aguas residuales de acuerdo a un proyecto con plazos establecidos por el propio usuario.

La difusión ha sido tan pobre y el criterio de los industriales tan reticente -por factores culturales- que este beneficio no ha sido aprovechado.

En realidad la única supervisión que realiza la CNA es que los formatos se entreguen en las fechas señaladas. No se cuenta todavía con criterios para normar la eficacia de los proyectos presentados y, sólo en algunos casos se realizan visitas de inspección, una vez terminada la obra.

Aún así, las empresas no aprovechan el beneficio de la exención, ni aquellos de obtener asesoría tecnológica implícita respecto de la presentación del proyecto. Prefieren pagar los derechos o peor aún, las sanciones, por simple negligencia..

2.3.3. Sumario Legal

| Referencia | Documento | Actualización. |
|------------|---|-----------------------|
| 0.0 | Index | |
| 1. | Leyes | |
| 1.1 | Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. | |
| 1.2 | Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. | |
| 1.3 | Ley de Aguas Nacionales | |
| 1.4 | Ley de Ingresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal de 1998. | |
| 1.5 | Ley Federal de Derechos (1998) | |
| 1.6 | Ley Federal de Procedimiento Administrativo | D.O.F. 24 DIC 1996 |
| 1.7 | Ley de Contribución de Mejoras por Obras Públicas Federales de Infraestructura Hidráulica. | |
| 1.8 | Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. | D.O.F. 13 DIC 1996 |
| 1.9 | Ley General de Bienes Nacionales. | |
| 1.10 | Ley Federal de Metrología y Normalización. | D.O.F. 24 DIC 1996 |
| 2 | CODIGOS | |
| 2.1 | Código Fiscal de la Federación | D.O.F. 30 DIC 1996 |
| 3. | REGLAMENTOS | |
| 3.1 | Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. | |
| 3.2 | Reglamento Interior de la SEMARNAP | D.O.F. 8 JUL 1996 |
| 3.3. | Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento y Desechos y Otras Materias.. | |
| 3.4. | Reglamento del Código Fiscal de la Federación. | |
| 4. | JURISPRUDENCIA. | |
| 4.1 | Fundamento y Motivación de un Acto de Autoridad Administrativa. | |
| 4.2. | Visitas Domiciliarias | |
| 4.3. | Jurisprudencia, Precedentes y Tesis de la Suprema Corte de Justicia de la Nación : Aguas Nacionales. | |
| 4.4. | Principales Disposiciones Jurídicas Relacionadas con el Agua. | |
| 5. | TESIS IMPORTANTES. | |
| 5.1. | Visitas Domiciliarias. | |

| | | |
|------|--|----------------------------|
| 5.2. | Competencia. | |
| 6. | RESOLUCIONES | |
| 6.1 | Resolución para 1995 : Reglas Generales Aplicables a los Impuestos y Derechos Federales. | D.O.F. 29 MARZO 1996 |
| | SUMARIO ADMINISTRATIVO. | |
| 7 | DECRETOS | |
| 7.1 | Decreto por el que se crea la Comisión Nacional del Agua | D.O.F. 16 ENERO 1989 |
| 7.2 | Decreto que Condoa y Otorga Diversas Facilidades Administrativas en Materia de COntribuciones Federales | D.O.F. 15 JULIO 1994 |
| 7.3 | Decreto que Otorga Facilidades Administrativas y Condoa Contribuciones a Usuarios de Aguas Nacionales y Bienes Públicos Inherentes, con Actividades de Carácter Agrícola, Silvícola, Pecuario y Acuícola. | D.O.F. 11 octubre 1995 |
| 7.4 | Decreto que Otorga Facilidades Administrativas y Condoa Contribuciones a Usuarios de Aguas Nacionales y sus Bienes Públicos Inherentes, que se dediquen a Actividades Industriales, Comerciales y de Servicios. | D.O.F. 11 octubre 1995 |
| 7.5 | Decreto mediante el cual se otorgan facilidades administrativas y condonan contribuciones al Distrito Federal, Estados y Municipios, usuarios de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes | D.O..F. 11 octubre 1995 |
| 7.6 | Decreto que reforma el Diverso, publicado el 11 de octubre de 1995, mediante el cual se otorgan facilidades administrativas y se condonan contribuciones a los usuarios de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, que realicen actividades agrícola, silvícola, pecuario y acuícola | D.O.F. 11 OCT 1996 |
| 7.7 | Decreto que reforma el Diverso publicado el 11 de octubre de 1995 ; mediante el cual se otorgan facilidades administrativas y se condonan contribuciones a los usuarios de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, que realicen actividades industriales, comerciales y de servicios. | D.O.F. 11 OCT 1996 |
| 7.8 | Decreto que reforma el Diverso publicado el 11 de octubre de 1995 ; mediante el cual se otorgan facilidades administrativas y se condonan contribuciones al Distrito Federal, Estados y Municipios, usuarios de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes. | D.O.F. 11 OCT 1996 |
| 7.9 | Decreto por el que se reforman los Diversos publicados el 11 de octubre de 1995 ; mediante los cuales se otorgan facilidades administrativas y se condonan | D.O.F. 11 OCT 1996 |

| | | |
|-------|---|---------------------------|
| | contribuciones a los usuarios de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, que realicen actividades de carácter agrícola, silvícola, pecuario y acuícola y al Distrito Federal, Estados y Municipios, usuarios de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes. | |
| 7.10 | Decreto que reforma el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales | D.O.F. 10 de Dic. 1997 |
| 7.11 | Decreto por el que se presenta el catálogo de Zona de Veda | D.O.F. |
| | | |
| 8 | ACUERDOS | |
| | | |
| 8.1 | Acuerdo por el que se delegan funciones y atribuciones en las unidades administrativas regionales y estatales de la Comisión Nacional del Agua | D.O.F. 10 - DIC-1998 |
| 8.2. | Acuerdo por el que se amplía el plazo para que se inscriban los permisos y autorizaciones cuyos aprovechamientos tengan una antigüedad mayor a cinco años anteriores a la entrada en vigor de la ley de aguas nacionales | D.O.F. 24-MAR-1995 |
| 8.3 | Acuerdo por el que se substituye el permiso de descargas de aguas residuales por un simple aviso | D.O.F. 30 -JUN 1995 |
| 8.4. | Acuerdo por el que se delegan facultades a los titulares de las gerencias adscritas a la Subdirección General de Administración del Agua, de la Comisión Nacional del Agua | D.O.F. 15-FEB-1996 |
| 8.5 | Acuerdos de coordinación, convenios de concertación y anexos de ejecución | |
| 8.5.1 | Acuerdos de coordinación entre el ejecutivo federal y los ejecutivos de los estados, con el objeto de realizar acciones encaminadas a apoyar, fomentar y desarrollar los sistemas de agua potable y alcantarillado en la entidad (con los 32 estados de la república mexicana). | |
| 8.5.2 | Acuerdos de coordinación entre el Ejecutivo Federal y los Ejecutivos de los estados de Guanajuato y Jalisco, con el objeto de lograr el aprovechamiento integral de las aguas del Río Verde, en beneficio de los usuarios de aguas residuales (may-1997) | |
| 8.5.3 | Acuerdo de coordinación entre el Ejecutivo Federal y los Ejecutivos de los estados, en Baja California, Campeche (nov-1996), Colima, Sinaloa, (oct-1996) y Morelos (dic-1996), con el objeto de impulsar un nuevo federalismo, mediante la conjunción de acciones y la descentralización de programas a la entidad y fomentar el desarrollo regional. | |
| 8.5.4 | Acuerdos de coordinación entre el Ejecutivo Federal y los ejecutivos de los estados de Durango, Michoacán, con el objeto de establecer las bases y criterios que fundamenten y orienten, para la ejecución y operación de | |

| | | |
|-------|--|---------------------------|
| | obras y la prestación de servicios en las materias de medio ambiente, recursos naturales y pesca | |
| 8.5.5 | Convenios de concertación entre : El Ejecutivo Federal y la Confederación Nacional de Propietarios Rurales CNA - UNORCA - OCT 1995. CNA - Consejo Nacional Agropecuario OCT 1997. | D.O.F. JUL 1997 |
| 8.5.6 | Anexos de ejecución que celebran, el Ejecutivo Federal y el Ejecutivo del estado ; Querétaro (o-FEB-1996), Sinaloa (OCT-1996). | |
| 8.5.7 | Acuerdo de Colaboración entre la CNA y la PROFEPA. | |
| 8.6 | Acuerdo por el que se autoriza en todas la zonas de veda reglamentada, la transmisión de los derechos de agua en la propiedad de la tierra. | |
| 9 | Plantes y Programas. | |
| 9.1 | Programa de Modernización de la Administración Pública 1995-2000. | D.O.F. 28 MAYO 1996 |
| 10 | NORMAS OFICIALES MEXICANAS. | |
| 10.1 | Norma Oficial Mexicana, NOM- 012-SCFI-1993.-Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos.- Medidores para agua potable fría.- Especificaciones - | D.O.F. 14 OCTUBRE 1993 |
| 10.2 | Norma Oficial Mexicana - NOM - 014 - SSA1- 1993- Procedimientos Sanitarios para el muestreo para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento público y privados. - | D.O.F. 12 AGOSTO 1994 |
| 10.3 | Norma Oficial Mexicana NOM 006-ENER-1995. - Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación - Límites y métodos de prueba. | D.O.F . 8 NOV 1995 |
| 10.4 | Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994.- Salud ambiental.- Agua para uso y consumo humano.- Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. | D.O.F. 18-ENE-1996 |
| 10.5 | Norma Oficial Mexicana NOM-001-CNA-1995.- Sistema de alcantarillado sanitario.- Especificaciones de hermeticidad. | D.O.F. 11-OCT-1996 |
| 10.6 | Norma Oficial Mexicana NOM-002-CNA-1995.- Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable.- Especificaciones y métodos de prueba. | D.O.F. 14-OCT-1995 |
| 10.7 | Norma Oficial Mexicana 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. 6-ENE-1997 |

| | | |
|-----------|---|----------------------|
| 10.8 | Norma Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996.- Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos. | D.O.F. 3-FEB-1997 |
| 10.9 | Norma Oficial Mexicana NOM-008-CNA-1997.- Metrología para la evaluación de la metodología de aguas nacionales. | |
| 10.A | NORMAS MEXICANAS. | |
| 10.B | NORMALIZACIÓN INTERNACIONAL. | |
| 11 | Criterios interpretativos aplicados por CNA resultado de la consulta con las dependencias del Ejecutivo Federal (SHCP, SEMARNAP, SECOFI, SECODAM, CENAM), respecto de la legislación vigente. | |
| 11.1 | Facilidades administrativas y condonación de contribuciones. | |
| 12 | Criterios técnicos aplicados por CNA. | |
| 13 | Disposiciones Administrativas - CNA . | |
| 13.1 | Aprovechamientos con registro nacional permanente. | |
| 13.2 | Autorización de obras en zonas federales. | |
| 13.3 | Delegación de funciones. | |
| 13.5 | Operación de la Ventanilla única. | |
| 13.6 | Reconocimiento de Actas constitutivas de unidades de riego para el desarrollo rural (URDERALES). | |
| 13.7 | Reconocimiento de la propiedad o posesión de los terrenos de los organismos operadores de agua potable. | |
| 13.8 | Registro Público de Derechos de Agua. | |
| 13.9 | Regularización de Aprovechamientos de aguas nacionales y permisos de descargas de aguas residuales. | |
| 13.1 0 | Regularización de usuarios de aguas nacionales | |
| 13.1 1 | Acuerdos de coordinación y anexos de ejecución. | |
| 13.1 2 | Comprobación de la propiedad o posesión de los terrenos donde se ubican los aprovechamientos. | |
| 13.1 3 | Descargas de aguas residuales. | |
| 13.1 4 | Legalidad de los actos administrativos de la CNA. | |
| 11.1 5 | Transmisión de títulos de concesión o asignación. | |

| | | |
|-----------|---|--|
| 13.1 6 | Acuerdos de coordinación específicos de descentralización en materia de programas de agua. | |
| 13.1 7 | Pago en parcialidades. | |
| 13.1 8 | Programa de Modernización de la Administración Pública 1995-2000. | |
| 11.1 9 | Programa de desregulación económica y simplificación administrativa SEMARNAP-SECOFI. | |
| | | |
| 14 | CRITERIOS - CNA (Discrecional) | |
| 14.1 | Criterios para la aplicación de los Decretos publicados el 11 de octubre de 1995, en relación a la condonación de la actualización y regargos por el ejercicio de 1995. | |
| 14.2 | Criterios para la elaboración de dictámenes técnicos sobre solicitudes de regularización de aprovechamientos de aguas subterráneas. | |
| | | |
| 15 | Formatos e instructivos de llenado. | |
| 15.1 | Solicitud única de servicios hidráulicos e instructivo de llenado. | |
| 15.2 | Título de Concesión o permiso. | |
| 15.3 | Simple aviso para descarga de aguas residuales. | |
| 15.4 | Formato SHCP-10, Declaración de pago de derechos de aguas y derechos por uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la nación, de terrenos federales a cargo de la CNA. | |
| 15.5 | Formato para acogerse a los beneficios de los Decretos publicados el 11 de octubre de 1995. | |
| 15.6 | Formato para la condonación de adeudos de usuarios agropecuarios. | |
| 15.7 | Formato para la condonación de adeudos de usuarios industriales, comerciales y de servicios | |
| 15.8 | Formato para la condonación de adeudos del D.F., Estados y Municipios. | |
| 15.9 | Formato de presentación del Programa constructivo agropecuario. | |
| 13.1 0 | Formato de presentación del Programa constructivo de usuarios industriales, comerciales y de servicios. | |
| 15.1 1 | Formato de presentación del programa constructivo del D.F., Estados y Municipios. | |
| 15.1 2 | Formato para la condonación de adeudos por descargas de aguas residuales. | |
| 15.1 3 | Formato para la presentación, vigilancia y seguimiento del Programa de acciones para mejorar la calidad de aguas residuales. | |
| 15.1 4 | Formato para información relativa a programas y condonaciones, con base en los Decretos del 11 OCT 1995. | |

2.3.4. Artículos Clave de la Ley Federal de Derechos.

2.4. Certificado de Calidad del Agua.

2.4.1. Artículo 224.

No se pagará el derecho a que se refiere este Capítulo, en los siguientes casos:

- I.- Por la extracción o derivación de aguas nacionales que realicen personas físicas dedicadas a actividades agropecuarias para satisfacer las necesidades domésticas y de abrevadero, siempre que el uso o aprovechamiento se realice por medios manuales sin desviar las aguas de su cauce natural.
- II.- Por el uso o aprovechamiento de aguas residuales, cuando se deje de usar o aprovechar agua distinta a ésta en la misma proporción o cuando provengan directamente de colectores de áreas urbanas o industriales.
- III.- Por las aguas que broten o aparezcan en el laboreo de las minas o que provengan del desagüe de éstas, salvo las que se utilicen en la explotación, beneficio o aprovechamiento de las mismas, para uso industrial o de servicios.
- IV.- Por usos agropecuarios, incluyendo a los distritos y unidades de riego, así como a las juntas de agua, con excepción de las usadas en la agroindustria. Tampoco se pagará el derecho establecido en este Capítulo, por el uso o aprovechamiento que en sus instalaciones realicen las instituciones educativas que cuenten con autorización o con reconocimiento de validez oficial de estudios en los términos de las leyes de la materia.
- V.- Por las aguas que regresen a su fuente original o que sean vertidas en cualquier otro sitio previamente autorizado por la Comisión Nacional del Agua en los términos de la Ley de Aguas Nacionales, siempre que tengan el certificado de calidad del agua expedido por esta última en los términos del Reglamento de la citada Ley de Aguas Nacionales, de que cumple, con los lineamientos de calidad del agua señalados en la siguiente tabla, de acuerdo con el grado de calidad correspondiente al destino inmediato posterior y se acompañe una copia de dicho certificado a la declaración del ejercicio. Estos contribuyentes deberán tener instalado medidor tanto a la entrada como a la salida de las aguas.

TABLA

LINEAMIENTOS DE CALIDAD DEL AGUA

| PARÁMETROS UNIDADES EN MG/L SI NO SE INDICAN OTRAS | USOS | | | |
|--|-------|---------|----------------------|-----------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| PARÁMETROS INORGÁNICOS | | | | |
| ALCALINIDAD (como CaCO ₃) | 400.0 | . | (I) | (I) |
| ALUMINIO | 0.02 | 5.0 | 0.05 | 0.2 |
| ANTIMONIO | 0.1 | 0.1 | 0.09 | . |
| ARSENICO | 0.05 | 0.1 | 0.2 (como As III) | 0.04 (como As III) |
| ASBESTOS (fibras/L) | 3000 | . | . | . |
| BARIO | 1.0 | . | 0.01 | 0.5 |
| BERILIO | 0.005 | (III) | 0.003 | 0.1 |
| BORO | 1.0 | 0.7 (V) | . | 0.009 (XII) |
| CADMIO | 0.01 | 0.01 | (XIII) | 0.0002 |
| CIANURO (como CN) | 0.02 | 0.02 | 0.005 (XII) | 0.005 |
| CLORUROS (como Cl) | 250 | 150 | 250 | . |
| COBRE | 1.0 | 0.20 | (VII) | 0.01 |
| CROMO TOTAL | 0.05 | 0.1 | 0.05 | 0.01 |
| FIERRO | 0.3 | 5.0 | 1.0 | 0.05 |
| FLUORUROS (como F) | 1.4 | 1.0 | 1.0 | 0.5 |
| FOSFATOS (como PO ₄ ³⁻) | 0.1 | . | (IX) | 0.002 |
| MANGANESO | 0.05 | 0.2 | . | 0.02 |
| MERCURIO | 0.001 | . | 0.0005 | 0.0001 |
| NIQUEL | 0.01 | 0.2 | (X) | 0.002 |
| NITRATOS (NO ₃ como N) | 5.0 | . | . | 0.04 |
| NITRITOS (NO ₂ como N) | 0.05 | . | . | 0.01 |
| NITROGENO AMONIAICAL (como N) | . | . | 0.06 | 0.01 |
| OXIGENO DISUELTO (XI) | 4.0 | . | 5.0 | 5.0 |
| PLATA | 0.001 | . | (XIV) | 0.002 |
| PLOMO | 0.05 | 0.5 | (XV) | 0.01 |
| SELENIO (como Selenato) | 0.01 | 0.02 | 0.008 | 0.005 |
| SULFATOS (como SO ₄ ²⁻) | 250 | 250 | . | . |
| SULFUROS (como H ₂ S) | 0.2 | . | 0.002 | 0.002 |
| TALIO | 0.01 | . | 0.01 | 0.02 |
| ZINC | 5.0 | 2.0 | (XVII) | 0.02 |

| PARÁMETROS UNIDADES EN MG/L SI NO SE INDICAN OTRAS | USOS | | | |
|--|--------|-------|---------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| PARÁMETROS ORGÁNICOS | | | | |
| ACENAFTENO | 0.02 | . | 0.02 | 0.01 |
| ACIDO 2.4 | 0.1 | . | . | . |
| DICLOROFENOXIACÉTICO | . | . | . | . |
| ACRILONITRILIO | 0.0006 | . | 0.07 | . |
| ACROLEINA | 0.3 | 0.1 | 0.0007 | 0.0005 |
| ALDRIN | 0.001 | 0.02 | 0.0003 | 0.0074 |
| BENCENO | 0.01 | . | 0.05 | 0.005 |
| BENCIDINA | 0.0001 | . | 0.02 | . |
| BIFENILOS POLICLORADOS | 0.0005 | . | 0.0005 | 0.0005 |
| BHC (IV) | . | . | 0.001 | 0.000004 |
| BHC (LINDANO) | 0.003 | . | 0.002 | 0.0002 |
| BIS (2 CLOROETIL)ÉTER | 0.0003 | . | 0.00238 | . |
| BIS (2 CLOROISOPROPIL)ÉTER | 0.03 | . | 0.00238 | . |
| BIS (2 ETILHEXIL)FTALATO | 0.032 | . | 0.0094 | 0.02944 |
| 4 BROMOFENIL FENIL ÉTER | . | . | 0.01 | . |
| BROMOFORMO | 0.002 | . | . | . |
| BROMURO DE METILO | 0.002 | . | . | . |
| CARBONO ORGÁNICO | . | . | . | . |
| EXTRACTABLE EN ALCOHOL | 1.5 | . | . | . |
| EXTRACTABLE EN CLOROFORMO | 0.3 | . | . | . |
| CLORDANO (Mezcla Técnica de Metabolitos) | 0.003 | 0.003 | 0.002 | 0.00009 |
| CLOROBENCENO | 0.02 | . | 0.0025 | 0.0016 |
| 2 CLOROETIL VINIL ÉTER | . | . | 0.5 | . |
| 2 CLOROFENOL | 0.03 | . | 0.04 | 0.1 |
| CLOROFORMO | 0.03 | . | 0.03 | 0.1 |
| CLORONAFTALENOS | . | . | 0.02 | 0.0001 |
| CLORURO DE METILENO | 0.002 | . | . | . |
| CLORURO DE METILO | 0.002 | . | . | . |
| CLORURO DE VINILO | 0.005 | . | . | . |
| DDD= Diclorofenildicloroetano | 0.001 | . | 0.00001 | 0.00001 |
| DDE= 1.1 D(clorofenil) 2.2 dicloro-etileno | . | 0.04 | 0.01 | 0.0001 |
| DDT= 1.1 D(clorofenil) 2.2.2 tricloretano | 0.001 | . | 0.001 | 0.0001 |
| DICLOROBENCENOS | 0.4 | . | 0.01 | 0.02 |
| 1.2 DICLOROETANO | 0.003 | . | 1.2 | 1.1 |
| 1.1 DICLOROETILENO | 0.003 | . | 0.116 | 2.24 |
| 1.2 DICLOROETILENO | 0.0003 | . | 0.116 | 2.24 |
| 2.4 DICLOROFENOL | 0.03 | . | 0.02 | . |
| 1.2 DICLOROPROPANO | . | . | 0.2 | 0.1 |
| 1.2 DICLOROPROPILENO | 0.09 | . | 0.06 | 0.008 |
| DIELDRIN | 0.001 | 0.02 | 0.002 | 0.0009 |
| DITILFTALATO | 0.35 | . | 0.0094 | 0.02944 |
| 1.2 DIFENILHIDRACINA | 0.0004 | . | 0.003 | . |
| 2.4 DIMETILFENOL | 0.4 | . | 0.02 | . |
| DIMETILFTALATO | 0.3 | . | 0.0094 | 0.02944 |
| 2.4 DINITROFENOL | 0.07 | . | 0.002 | 0.05 |
| DINITRO- <i>o</i> -CRESOL | 0.01 | . | . | 0.01 |
| 2.4 DINITROTOLUENO | 0.001 | . | 0.0033 | 0.0059 |

| PARÁMETROS UNIDADES EN MG/L SI NO SE INDICAN OTRAS | USOS | | | |
|--|---------|-------|----------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2,6 DINITROTOLUENO | - | - | 0.0033 | 0.0059 |
| ENDOSULFAN (Alfa y Beta) | 0.07 | - | 0.0002 | 0.00003 |
| ENDRIN | 0.0005 | - | 0.00002 | 0.00004 |
| ETILBENCENO | 0.3 | - | 0.1 | 0.5 |
| FENOL | 0.001 | - | 0.1 | 0.06 |
| FLUORANTENO | 0.04 | - | - | 0.0004 |
| GASES DISUELTOS | - | - | (XVIII) | (XVIII) |
| HALOMETANOS | 0.002 | - | 0.1 | - |
| HEPTACLORO | 0.0001 | 0.02 | 0.0005 | 0.0005 |
| HEXACLOROBENCENO | 0.00005 | - | 0.0025 | 0.0016 |
| HEXACLOROBUTADIENO | 0.004 | - | 0.0009 | 0.0003 |
| HEXACLOROCICLOPENTADIENO | 0.001 | - | 0.0001 | 0.0001 |
| HEXACLOROETANO | 0.02 | - | 0.01 | 0.009 |
| HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLINUCLEARES | 0.0001 | - | - | 0.1 |
| ISOFURONA | 0.052 | - | 1.2 | 0.1 |
| METOXICLORO | 0.03 | - | 0.000005 | 0.00044 |
| NAFTALENO | - | - | 0.02 | 0.02 |
| NITROBENCENO | 0.020 | - | 0.3 | 0.07 |
| 2 NITROFENOL Y 4 NITROFENOL | 0.07 | - | 0.002 | 0.05 |
| N NITROSODIFENILAMINA | 0.05 | - | 0.0585 | 0.033 |
| N NITROSODIMETILAMINA | 0.0002 | - | 0.0585 | 0.033 |
| N NITROSODI-N PROPILAMINA | - | - | 0.0585 | 0.033 |
| PARATIÓN | 0.0001 | - | 0.0001 | 0.0001 |
| PENTAFLOROFENOL | 0.03 | - | 0.0005 | 0.0005 |
| SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO | 0.5 | - | 0.1 | 0.1 |
| 2,3,7,8 TETRAFLORODIBENZO P DIOXIN A | 0.0001 | - | 0.0001 | 0.0001 |
| 1,1,1,2 TETRAFLOROETANO | 0.002 | - | 0.09 | 0.09 |
| TETRAFLOROETILENO | 0.008 | - | 0.05 | 0.1 |
| TETRAFLORURO DE CARBONO | 0.0002 | - | 0.3 | 0.5 |
| TOLUENO | 0.7 | - | 0.2 | 0.06 |
| TOXAFENO | 0.005 | 0.005 | 0.0002 | 0.0002 |
| 1,1,1 TRICLOROETANO | 0.2 | - | 0.2 | 0.3 |
| 1,1,2 TRICLOROETANO | 0.006 | - | 0.2 | - |
| TRICLOROETILENO | 0.03 | - | 0.01 | 0.02 |
| 2,4,6 TRICLOROFENOL | 0.01 | - | 0.01 | - |

| PARÁMETROS UNIDADES EN MG/L SI NO SE INDICAN OTRAS | USOS | | | |
|--|----------------|-------------|-----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| PARÁMETROS FÍSICOS | | | | |
| ASPECTOS ESTÉTICOS | (II) | (II) | (II) | (II) |
| COLOR (Unidades de Escala Pt.Co) | 75.0 | . | (VIII) | (VIII) |
| CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (microsiemens/cm) | . | 1000 | . | . |
| GRASAS Y ACEITES | AUSENTE | . | AUSENTE | AUSENTE |
| MATERIA FLOTANTE | AUSENTE | AUSENTE | AUSENTE | AUSENTE |
| OLOR | AUSENTE | . | . | . |
| POTENCIAL HIDRÓGENO (pH) (unidades de pH) | 6.0 - 9.0 | 6.0 - 9.0 | 6.5 - 8.5 | 6.0 - 9.0 |
| SABOR | CARACTERÍSTICO | . | . | . |
| SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES | 500.0 | 500.0 (XVI) | . | . |
| SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES | 50.0 | 50.0 | (VIII) | (VIII) |
| SÓLIDOS TOTALES | 550.0 | . | . | . |
| TEMPERATURA (°C) | CN + 2.5 | . | CN + 1.5 | CN + 1.5 |
| TURBIEDAD (Unidades de turbiedad nefelométricas) | 10 | . | (VIII) | (VIII) |
| PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS | | | | |
| COLIFORMES FECALES (NMP/100 ml) | 1000 | 1000 | 1000 | 240 |

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Para la aplicación de los valores contenidos en la tabla anterior, se deberá estar a lo siguiente:

- USO 1: Fuente de abastecimiento para uso público urbano.
- USO 2: Riego agrícola.
- USO 3: Protección a la vida acuática: Agua dulce, incluye humedales.
- USO 4: Protección a la vida acuática: Aguas costeras y estuarios.
- (I): La alcalinidad natural no debe reducirse en más del 25%, ni cuando esta sea igual o menor a 20 mg/l.
- (II): El cuerpo de agua debe estar libre de sustancias que:
- Formen depósitos que cambien adversamente las características físicas del agua;
 - Contengan materia flotante que den apariencia desagradable;
 - Produzcan olor, sabor o turbiedad;
 - Propicien la vida acuática indeseable o desagradable.
- (III): Para riego continuo, un máximo de 0.1 mg/l y para suelos alcalinos y de textura fina, un máximo de 0.5 mg/l.
- (IV): Los datos para BHC involucran la mezcla de isómeros alfa, beta y épsilon.
- (V): Cultivos sensibles al boro, un máximo de 0.75 mg/l; otros hasta 3 mg/l.
- (VI): La concentración promedio de cadmio de 4 días en mg/L no debe exceder más de una vez cada 3 años el valor de la siguiente ecuación:
 $C(\text{mg/L}) = \exp(0.7852[\ln(\text{dureza})] - 3.49)$
Dureza=mg/l como CaCO₃
- (VII): La concentración promedio de cobre de 4 días en mg/L no debe exceder más de una vez cada 3 años el valor de la siguiente ecuación:
 $Cu(\text{mg/L}) = \exp(0.8545[\ln(\text{dureza})] - 1.465)$
Dureza=mg/l como CaCO₃
- (VIII): Los sólidos suspendidos en combinación con el color, no deben reducir la profundidad del nivel de compensación de la luz para las actividad fotosintética en más de 10% a partir del valor natural.
- (IX): En influentes de los embalses, el fósforo no debe exceder de 0.05 mg/l; dentro del embalse, menor a 0.0059 mg/l; y para ríos hasta 0.1 mg/l.
- (X): La concentración promedio de níquel de 4 días en mg/L no debe exceder más de una vez cada 3 años el valor numérico en la siguiente ecuación:
 $Ni(\text{mg/L}) = \exp(0.846[\ln(\text{dureza})] + 1.1645)$
Dureza=mg/l como CaCO₃
- (XI): Valores mínimos admisibles.
- (XII): La concentración promedio de 4 días de esta sustancia no debe exceder este nivel, más de una vez cada 3 años.
- (XIII): La concentración promedio de cadmio de 4 días, en µg/L, no debe exceder más de una vez, cada 3 años, el valor numérico de la siguiente ecuación:
 $Cd(\mu\text{g/L}) = \exp(0.7852[\ln(\text{dureza})] - 3.490)$; Dureza=mg/l como CaCO₃
- (XIV): La concentración de plata en mg/L no debe exceder el valor numérico dado por la siguiente ecuación:
 $Ag(\text{mg/L}) = \exp(1.72[\ln(\text{dureza})] - 6.52)$ Dureza=mg/l como CaCO₃

- (XV): La concentración promedio de plomo de 4 días en mg/L no debe exceder más de una vez cada 3 años el valor numérico en la siguiente ecuación:
 $Pb(mg/L) = \exp(1.273[\ln(\text{dureza})] - 4.075)$
Dureza = mg/L como CaCO₃
- (XVI): Cultivos sensibles 500-1000 mg/l;
Cultivos con manejo especial 1000-2000 mg/l;
Cultivos tolerantes en suelos permeables 2000-5000 mg/l;
Para frutas sensibles relación de absorción de sodio (RAS) <= 4, y para forrajes de 8-18.
- (XVII): La concentración promedio de zinc de 4 días en mg/L no debe exceder más de una vez cada 3 años el valor numérico en la siguiente ecuación:
 $Zn(mg/L) = \exp(0.8473[\ln(\text{dureza})] + 10.3604)$
Dureza = mg/l como CaCO₃
- (XVIII): La concentración total de gases disueltos no debe exceder a 1.1 veces el valor de saturación en las condiciones hidrostáticas y atmosféricas prevalentes.
- C.N. Condiciones Naturales del cuerpo receptor.
- NMP= NÚMERO MÁS PROBABLE. BHC=HCH=1,2,3,4,5,6 HEXACLOROCICLOHEXANO.
NIVELES MÁXIMOS EN mg/L, EXCEPTO CUANDO SE INDIQUE OTRA UNIDAD.

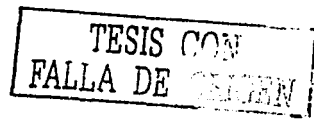
Lo dispuesto en esta fracción no será aplicable al agua que se use o aproveche para la generación de energía hidroeléctrica.

- VI.- Por la explotación, extracción, uso o aprovechamiento de las aguas interiores salobres, cuando se obtenga certificado expedido por la Comisión Nacional del Agua en el que establezca que dicha agua contiene más de 2,500 miligramos por litro, de sólidos disueltos totales, independientemente de si se desaliniza o se trata. Dicho certificado será válido únicamente por el ejercicio fiscal por el que se expide.

Las personas físicas o morales que estén exentas en los términos del presente artículo y que realicen usos o aprovechamientos diferentes a éstos, deberán medir los volúmenes y pagar los derechos respectivos en los términos del presente Capítulo. Cuando no se midan los volúmenes exentos respecto de los que sí causan derechos, estarán obligados al pago de los mismos por la totalidad de los volúmenes de agua que usen o aprovechen, quedando sin efecto las citadas exenciones.

- VII.- Por el uso o aprovechamiento de aguas efectuado por las poblaciones rurales de hasta 2,500 habitantes de conformidad con el último Censo General de Población y Vivienda y por los organismos operadores de agua potable y alcantarillado, públicos o privados, que abastezcan de agua para consumo doméstico a estas poblaciones, por los volúmenes suministrados para este fin.
- VIII.- Por el uso o aprovechamiento de aguas nacionales efectuada por entidades públicas o privadas, que sin fines de lucro presten servicios de asistencia médica, servicio social o de impartición de educación escolar gratuita en beneficio de poblaciones rurales de hasta 2,500 habitantes de conformidad con el último Censo General de Población y Vivienda.

2.4.1.1. Dedución de Equipos de Medición.



Artículo 224-A.

Los contribuyentes de los derechos a que se refiere la presente Sección al momento de presentar sus declaraciones, podrán disminuir del pago del derecho respectivo, las cantidades siguientes:

- I.- El costo comprobado de los aparatos de medición y los gastos de su instalación que se efectúen a partir de 1998, sin incluir las cantidades que además se carguen o cobren al adquirente por otras contribuciones, para calcular el volumen de agua explotada, usada o aprovechada, en los términos de la presente Ley.

A fin de hacer efectiva dicha disminución, los contribuyentes deberán presentar la factura de compra del aparato de medición y de su instalación en las oficinas de la Comisión Nacional del Agua, para su verificación y sellado.

- II.- \$1.0019 por cada metro cúbico de agua potable que se proporcione al Distrito Federal o a los municipios del Valle de México, a través de su conexión transitoria a la respectiva red de agua potable, tratándose de pozos que no sean propiedad de dichas instancias de gobierno, pero que por necesidad pública las mismas requieran de su uso o aprovechamiento.

La disminución a que se refiere este artículo, se efectuará en la declaración del ejercicio de que se trate. En caso de que el monto del derecho del ejercicio resulte inferior al monto a disminuir conforme a este artículo, la diferencia podrá ser acreditada en la declaración definitiva del siguiente ejercicio, debiendo actualizarse de conformidad con lo previsto en el artículo 17-A del Código Fiscal de la Federación, por el periodo transcurrido desde la fecha en que se presentó la declaración del ejercicio de que se trate, hasta la fecha en que se presente la declaración del ejercicio inmediato posterior al mismo.

2.4.1.2. Descuentos por mejorar calidad de Descargas.

2.4.1.3. Definiciones.

2.4.1.4. Artículo 277

Para los efectos del presente Capítulo se consideran:

- I.- Aguas residuales: Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.
Cuando el contribuyente no separe en la descarga de agua residual el agua que no tiene este carácter, toda la descarga se considerará de agua residual para los efectos de esta Ley.
- II.- Carga de Contaminante: Cantidad de un contaminante expresada en unidades de masa sobre unidad de tiempo, aportada en una descarga de aguas residuales.
- III.- Cianuros: Suma de las concentraciones de todas las formas químicas simples y complejas que contengan el ion cianuro;
- IV.- Coliformes Fecales: Bacterias aerobias Gram-negativas, no formadoras de esporas, de forma bacilar, y que incubadas a 44.5°C en un término de 48 horas, fermentan la lactosa con producción de gas, pudiendo ser residentes del tracto digestivo humano y de animales de sangre caliente;
- V.- Cuerpo Receptor: Corrientes, depósitos naturales de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales 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;
- VI.- Demanda Bioquímica de Oxígeno Total: Cantidad de oxígeno consumido por la actividad metabólica de microorganismos, en un periodo de cinco días, a 20°C, considerando la suma de las concentraciones solubles y en suspensión;
- VII.- Descarga: Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor en forma continua, intermitente o fortuita.
- VIII.- Fósforo Total: Suma de las concentraciones de fosfatos, ortofosfatos, polifosfatos, fósforo inorgánico y fosfatos orgánicos;
- IX.- Grasas y Aceites: Cualquier material que puede ser recuperado como una sustancia soluble, en los siguientes solventes: n-hexano, triclorotrifluoroetano o una mezcla de 80% de n-hexano y 20% de metilterbutileter;
- X.- Índice de Incumplimiento: Cantidad de veces que la concentración de cada contaminante en las descargas de aguas residuales vertidas, rebasa los límites máximos permisibles establecidos en las condiciones particulares de descarga o a falta de éstas, los establecidos en esta Ley, la cual se obtiene de la diferencia entre la concentración de contaminantes de las descargas de aguas residuales y la concentración establecida como límite máximo permisible en esta Ley y dividida entre esta última.
- XI.- Límite Máximo Permissible: Valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales;
- XII.- Metales Pesados: Suma de las concentraciones de los metales en solución o disueltos y en suspensión;
- XIII.- Nitrógeno Total: Suma de las concentraciones de nitrógeno Kjeldahl, nitritos y nitratos;
- XIV.- Población: Corresponde al número de habitantes indicado en el Censo General de Población y Vivienda de 1990.
- XV.- Potencial Hidrógeno (pH): Concentración de iones Hidrógeno expresada como logaritmo negativo que representa la acidez o alcalinidad del agua;
- XVI.- Tipos de contaminantes:
 - a) Contaminantes Básicos: Son aquellos compuestos y parámetros que se presentan en las descargas de aguas residuales y que pueden ser removidos o estabilizados mediante tratamientos convencionales. En lo que corresponde a esta Ley sólo se consideran las grasas y aceites, los sólidos suspendidos totales, la demanda bioquímica de oxígeno total, el nitrógeno total (suma de las concentraciones de nitrógeno Kjeldahl, de nitritos y de nitratos, expresadas como mg./litro de nitrógeno), el fosforo total y el pH;
 - b) Contaminantes Patógenos y parasitarios: Son aquellos microorganismos, quistes y huevos de parásitos que pueden estar presentes en las aguas residuales y que representan un riesgo para la salud humana, flora o fauna. En lo que corresponde a esta Ley sólo se consideran los coliformes fecales;
 - c) Metales pesados y cianuros: Son aquellos que en concentraciones por encima de determinados límites, pueden producir efectos negativos en la salud humana, flora o fauna. En lo que corresponde a esta Ley se consideran el arsénico, el cadmio, el cobre, el cromo, el mercurio, el níquel, el plomo, el zinc y los cianuros;
- XVII.- Sólidos Suspendidos Totales: Concentración de partículas que son retenidas en un medio filtrante de microfibras de vidrio, con un diámetro de poro de 1.5 micrómetros o su equivalente;
- XVIII.- Uso Consuntivo: Volumen de agua de una calidad determinada que se consume al llevar a cabo una actividad específica, el cual se determina como la diferencia del volumen de una calidad determinada que se extrae, menos el volumen de una calidad también determinada que se descarga, y que se señalan en el título respectivo.

2.4.1.5. Responsabilidad de descarga a cuerpos receptores.

2.4.1.6. Artículo 278.

Por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales, se causará el derecho de acuerdo con el tipo del cuerpo receptor en donde se realice la descarga, conforme al volumen de agua descargada y los contaminantes vertidos, en lo que rebasen los límites máximos permisibles establecidos en las condiciones particulares de descarga o a falta de éstas, los previstos en la presente Ley.

Los responsables de las descargas de aguas residuales las deben verter dentro de los límites máximos permisibles establecidos en sus condiciones particulares de descarga u optar, si sus condiciones particulares de descarga, fueron fijadas con anterioridad al 7 de enero de 1997, por las establecidas en esta Ley, previa notificación a la Comisión Nacional del Agua.

El responsable de las descargas de aguas residuales que cuente con condiciones particulares de descarga, que no haya ejercido la opción del párrafo anterior, y rebase cualquiera de los valores fijados en sus condiciones particulares de descarga, deberá efectuar el cálculo del derecho conforme a la presente Ley, por cada uno de los contaminantes que rebasen los límites máximos permisibles, establecidos en sus condiciones particulares de descarga, a excepción de aquellos contaminantes no considerados en esta Ley.

Artículo 282-C.- Los contribuyentes que cuenten con planta de tratamiento de aguas residuales y aquéllos que en sus procesos productivos hayan realizado acciones para mejorar la calidad de sus descargas y éstas, sean de una calidad superior a la establecida en los límites máximos permisibles señalados en sus condiciones particulares de descarga y a falta de éstas, los establecidos en esta Ley, podrán gozar del descuento en el pago del derecho por uso o aprovechamiento de aguas nacionales a que se refiere el Capítulo VIII de esta Ley. Este beneficio se aplicará únicamente a los aprovechamientos de aguas nacionales que generen la descarga de aguas residuales, de acuerdo con lo indicado en la Tabla IV, de este Capítulo, siempre y cuando los contribuyentes cumplan con las disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y esta Ley.

TABLA IV

| DESCUENTO EN EL PAGO DEL DERECHO POR USO O APROVECHAMIENTO DE AGUAS NACIONALES | | |
|--|--------------------------------|----------------|
| CALIDAD ESTABLECIDA PARA DESCARGAS A CUERPOS RECEPTORES TIPO | TIPO DE CALIDAD DE LA DESCARGA | % DE DESCUENTO |
| A | B | 12 |
| A | C | 18 |
| A | NOM-127-SSA1-1994 | 44 |
| B | C | 6 |
| B | NOM-127-SSA1-1994 | 32 |
| C | NOM-127-SSA1-1994 | 26 |

Este porcentaje de descuento, se aplicará al monto del derecho a que se refiere el Capítulo VIII del Título II de esta Ley, sin incluir el que corresponda al uso consuntivo del agua. En este caso, a la declaración del pago del derecho por uso o aprovechamiento de aguas nacionales, se deberán acompañar, bajo protesta de decir verdad, los resultados de la calidad del agua.

2.4.1.7. Cálculo de Cuotas.

Artículo 278-B.- El volumen de agua residual y las concentraciones de contaminantes descargados al cuerpo receptor se determinarán trimestralmente, conforme a lo siguiente:

I.- Volumen:

- Quando el caudal de la descarga se efectúe en forma continua, intermitente o fortuita, y sea igual o mayor a 9,000 metros cúbicos en un trimestre, el contribuyente deberá instalar medidores totalizadores o de registro continuo en cada una de las descargas de agua residual. El volumen de cada descarga corresponderá a la diferencia entre la lectura tomada el último día del trimestre de que se trate y la lectura efectuada el último día del trimestre anterior.
- Quando el caudal de la descarga sea continuo, intermitente o fortuito y menor a 9,000 metros cúbicos en un trimestre, el usuario podrá optar entre instalar medidores o efectuar cada trimestre bajo su responsabilidad la determinación del volumen con otros dispositivos de aforo. Dicha determinación se deberá manifestar bajo protesta de decir verdad en la declaración correspondiente.

En caso de que no se pueda medir el volumen de agua descargada, a falta de medidor o como consecuencia de la descompostura de éste, por causas no imputables al contribuyente, o cuando no se hubiere reparado o repuesto dentro de los tres meses siguientes a su descompostura, el volumen a declarar no podrá ser inferior al que resulte de aplicar el procedimiento previsto en el artículo 285, fracción I de esta Ley.

II.- Concentración promedio de contaminantes:

El responsable de la descarga tendrá la obligación de realizar el muestreo y análisis de la calidad del agua descargada, en muestras de cada una de sus descargas que reflejen cuantitativa y cualitativamente el proceso más representativo de las actividades que den origen a la descarga y por todos los contaminantes que genere, previstos en sus condiciones particulares de descarga o a falta de éstas, los establecidos en esta Ley.

Asimismo, cuando por la naturaleza de sus procesos productivos y conforme a las disposiciones del presente Capítulo, se genere o presente periódicamente un contaminante específico, como base para el pago del derecho, podrá efectuar la determinación de su pago únicamente por este contaminante, no estando obligado al análisis y muestreo de los demás.

El contribuyente determinará, conforme al promedio de las muestras tomadas, la concentración promedio de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros en su descarga, en miligramos por litro. En caso de los parámetros potencial Hidrógeno y coliformes fecales, se determinarán en sus respectivas unidades.

En el caso de que el agua de abastecimiento registre alguna concentración promedio mensual de los parámetros referidos en la tabla 1 del presente artículo, se podrá restar de la concentración de la descarga, siempre y cuando se notifique por escrito a la Comisión Nacional del Agua.

Una vez determinadas las concentraciones de los contaminantes básicos, metales pesados y cianuros, expresados en miligramos por litro o en las unidades respectivas, se compararán con los valores correspondientes a los límites máximos permisibles, por cada contaminante establecido en sus condiciones particulares de descarga y a falta de éstas, los que se establecen en este Capítulo. En caso de que las concentraciones sean superiores a dichos límites, se causará el derecho, por el excedente del contaminante correspondiente.

TABLA I

| PARAMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique). | CUERPOS RECEPTORES | | | | | | | | |
|--|---|--|---------------------------------|--|---|--------------------------------------|-----------|---------------------|--|
| | TIPO A | | | TIPO B | | | TIPO C | | |
| | Ríos con uso de riego agrícola; acuíferos | Aguas costeras con explotación pesquera, navegación y otros usos | Suelo con uso en riego agrícola | Ríos con uso público urbano; acuíferos | Embalses naturales y artificiales con uso en riego agrícola | Aguas costeras con uso en recreación | Estuarios | Humedales naturales | Ríos con Uso en protección de vida acuática; embalses naturales con uso público urbano acuíferos |
| | P.M. | P.M. | P.M. | P.M. | P.M. | P.M. | P.M. | P.M. | P.M. |
| Grasas y aceites | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Sólidos suspendidos totales | 150 | 150 | N.A. | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 40 |
| Demanda bioquímica de oxígeno | 150 | 150 | N.A. | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 30 |
| Nitrógeno total | 40 | N.A. | N.A. | 40 | 40 | N.A. | 15 | N.A. | 15 |
| Fósforo total | 20 | N.A. | N.A. | 20 | 20 | N.A. | 5 | N.A. | 5 |
| Arsénico (*) | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Cadmio (*) | 0.2 | 0.1 | 0.05 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Cianuros (*) | 2.0 | 1.0 | 2.0 | 1.0 | 2.0 | 2.0 | 1.0 | 1.0 | 1 |
| Cobre(*) | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4 |
| Cromo (*) | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.0 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Mercurio (*) | 0.01 | 0.01 | 0.005 | 0.005 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.005 | 0.005 |
| Níquel (*) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Plomo (*) | 0.5 | 0.2 | 5 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Zinc (*) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

(*) Medidos de manera total
N.A. No Aplica
P.M. Promedio Mensual

Para los efectos de la Tabla I, se entiende que la concentración de los contaminantes Arsénico, Cadmio, Cianuros, Cobre, Cromo, Mercurio, Níquel, Plomo y Zinc debe ser considerada en forma total.

Para coliformes fecales, si la descarga presenta un valor que supere el límite máximo permisible de 1,000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 mililitros, se causará el derecho conforme a las disposiciones del presente Capítulo.

Para el potencial Hidrógeno (pH), si la descarga presenta un valor superior a 10 o inferior a 5 unidades, se causará el derecho conforme a las disposiciones del presente Capítulo.

La Comisión Nacional del Agua publicará en el Diario Oficial de la Federación el procedimiento obligatorio para el muestreo de las descargas.

Tarifas para Descargas de aguas Residuales.

Artículo 278-C.- Para calcular el monto del derecho a pagar por cada tipo de contaminante que rebase los límites máximos permisibles, se considerará el volumen de aguas residuales descargadas por trimestre y la carga de los contaminantes respectivos, de la siguiente forma:

- I.- Para coliformes fecales, el importe del derecho se determinará conforme a lo siguiente: si la descarga presenta un valor que supere el límite máximo permisible de 1,000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 mililitros, el volumen descargado a que se refiere la fracción I, del artículo 278-B, de esta Ley, se multiplicará cada metro cúbico descargado al trimestre por \$0.5888 (1º semestre 1998), \$0.6389 (2º semestre 1998) por metro cúbico, si se trata de un cuerpo receptor tipo A y por \$0.2943 (1º semestre 1998) 0.3193 (2º semestre 1998) por metro cúbico, para un cuerpo receptor tipo B o C.
- II.- Para el potencial Hidrógeno (pH), el importe del derecho se determinará de acuerdo con las cuotas indicadas en la Tabla II de este Capítulo, para ello, si la descarga se encuentra fuera de los límites máximos permisibles, superior a 10 o inferior a 5 unidades, el volumen descargado a que se refiere la fracción I, del artículo 278-B de esta Ley, se multiplicará por la cuota que corresponda según el rango en unidades de pH a que se refiere la citada Tabla.

| TABLA II ART. 278-C. FRACC. II CUOTAS EN PESOS POR METRO CÚBICO PARA POTENCIAL HIDRÓGENO (pH). | | |
|--|--|-------------|
| RANGO EN UNIDADES DE pH | CUOTA POR CADA METRO CÚBICO DESCARGADO | |
| | 1º SEMESTRE | 2º SEMESTRE |
| menor de 5 y hasta 4 | \$0 028 | 0 30 |
| menor de 4 y hasta 3 | 0 087 | 0 094 |
| menor de 3 y hasta 2 | 0 264 | 0 286 |
| menor de 2 y hasta 1 | 0 765 | 0 830 |
| menor de 1 | 1 059 | 1 149 |
| mayor de 10 y hasta 11 | \$0 134 | 1 145 |
| mayor de 11 y hasta 12 | 0 410 | 0 444 |
| mayor de 12 y hasta 13 | 0 581 | 0 630 |
| mayor de 13 | 0 824 | 0 894 |

III.- Para los contaminantes básicos, metales pesados y cianuros, las concentraciones de cada uno de ellos que rebasen los límites máximos permisibles, expresadas en miligramos por litro, obtenidas conforme al artículo anterior, se multiplicarán por el factor de 0.001, para convertirlas a kilogramos por metro cúbico. Este resultado, a su vez, se multiplicará por el volumen de aguas residuales, en metros cúbicos descargados en el trimestre correspondiente, obteniéndose así, la carga de contaminantes, expresada en kilogramos por trimestre descargado al cuerpo receptor.

Para determinar el índice de incumplimiento y la cuota en pesos por kilogramo, a efecto de obtener el monto del derecho para cada uno de los contaminantes básicos, metales pesados y cianuros, se procederá conforme a lo siguiente:

- Para cada contaminante que rebase los límites señalados, a la concentración del contaminante correspondiente, se le restará el límite máximo permisible respectivo, cuyo resultado deberá dividirse entre el mismo límite máximo permisible, obteniéndose así el índice de incumplimiento del contaminante correspondiente.
- Con el índice de incumplimiento, determinado para cada contaminante conforme al inciso anterior, se seleccionará el rango que le corresponda de la Tabla III de este Capítulo y se procederá a identificar la cuota en pesos por kilogramo de contaminante que se utilizará para el cálculo del monto del derecho.
- Para obtener el monto a pagar por cada contaminante, conforme al tipo de cuerpo receptor de que se trate, se multiplicarán los kilogramos de contaminante por trimestre, obtenidos de acuerdo con esta fracción, por la cuota en pesos por kilogramo que corresponda a su índice de incumplimiento, de acuerdo con la Tabla III de este Capítulo, obteniéndose así el monto del derecho.

Para los contaminantes básicos, el resultado se multiplicará por 0.56 cuando la descarga sea a un cuerpo receptor tipo "A"; por 1.0 cuando la descarga sea a un cuerpo receptor tipo "B"; y por 1.2 cuando la descarga sea a un cuerpo receptor tipo "C".

| TABLA III ART. 278-C. FRACC. III CUOTA EN PESOS POR KILOGRAMO POR ÍNDICE DE INCUMPLIMIENTO DE LA DESCARGA | | | | |
|---|-----------------------|-------------|----------------------------|-------------|
| Rango de Incumplimiento | Cuota por kilogramo | | | |
| | Contaminantes básicos | | Metales pesados y cianuros | |
| | 1º Semestre | 2º Semestre | 1º Semestre | 2º Semestre |
| Mayor de 0 0 y hasta 0 10 | \$ 0 00 | \$ 0 00 | \$ 0 00 | \$ 0 00 |
| Mayor de 0 10 y hasta 0 20 | 1 10 | 1 19 | 44 73 | 48 53 |
| Mayor de 0 20 y hasta 0 30 | 1 31 | 1 42 | 53 10 | 57 61 |
| Mayor de 0 30 y hasta 0 40 | 1 45 | 1 57 | 58 71 | 63 70 |
| Mayor de 0 40 y hasta 0 50 | 1 55 | 1 68 | 63 03 | 68 39 |
| Mayor de 0 50 y hasta 0 60 | 1 65 | 1 79 | 66 61 | 72 27 |
| Mayor de 0 60 y hasta 0 70 | 1 72 | 1 85 | 69 68 | 75 60 |
| Mayor de 0 70 y hasta 0 80 | 1 80 | 1 95 | 72 40 | 78 56 |
| Mayor de 0 80 y hasta 0 90 | 1 85 | 2 00 | 74 83 | 81 19 |
| Mayor de 0 90 y hasta 1 00 | 1 91 | 2 07 | 77 05 | 83 60 |
| Mayor de 1 00 y hasta 1 10 | 1 96 | 2 12 | 79 07 | 85 79 |
| Mayor de 1 10 y hasta 1 20 | 2 01 | 2 18 | 80 97 | 87 86 |
| Mayor de 1 20 y hasta 1 30 | 2 05 | 2 22 | 82 73 | 89 77 |
| Mayor de 1 30 y hasta 1 40 | 2 09 | 2 26 | 84 39 | 91 57 |
| Mayor de 1 40 y hasta 1 50 | 2 14 | 2 32 | 85 94 | 93 25 |
| Mayor de 1 50 y hasta 1 60 | 2 17 | 2 35 | 87 42 | 94 85 |
| Mayor de 1 60 y hasta 1 70 | 2 20 | 2 38 | 88 84 | 96 40 |
| Mayor de 1 70 y hasta 1 80 | 2 24 | 2 43 | 90 18 | 97 85 |
| Mayor de 1 80 y hasta 1 90 | 2 27 | 2 46 | 91 47 | 99 25 |
| Mayor de 1 90 y hasta 2 00 | 2 29 | 2 48 | 92 69 | 100 57 |
| Mayor de 2 00 y hasta 2 10 | 2 34 | 2 53 | 93 88 | 101 86 |
| Mayor de 2 10 y hasta 2 20 | 2 36 | 2 56 | 95 02 | 103 10 |
| Mayor de 2 20 y hasta 2 30 | 2 39 | 2 59 | 96 12 | 104 29 |
| Mayor de 2 30 y hasta 2 40 | 2 41 | 2 61 | 97 18 | 105 45 |
| Mayor de 2 40 y hasta 2 50 | 2 44 | 2 64 | 98 21 | 106 56 |
| Mayor de 2 50 y hasta 2 60 | 2 46 | 2 66 | 99 21 | 107 65 |
| Mayor de 2 60 y hasta 2 70 | \$ 2 49 | 2 70 | \$ 100 17 | 108 69 |
| Mayor de 2 70 y hasta 2 80 | 2 51 | 2 72 | 101 11 | 109 71 |
| Mayor de 2 80 y hasta 2 90 | 2 54 | 2 75 | 102 03 | 110 71 |
| Mayor de 2 90 y hasta 3 00 | 2 56 | 2 77 | 102 91 | 111 66 |
| Mayor de 3 00 y hasta 3 10 | 2 58 | 2 79 | 103 78 | 112 61 |
| Mayor de 3 10 y hasta 3 20 | 2 60 | 2 82 | 104 63 | 113 53 |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

| TABLA III | | | | |
|---|-----------------------|-------------|----------------------------|-------------|
| ART. 278-C, FRACC. III | | | | |
| CUOTA EN PESOS POR KILOGRAMO POR ÍNDICE DE INCUMPLIMIENTO DE LA DESCARGA | | | | |
| Rango de Incumplimiento | Cuota por kilogramo | | | |
| | Contaminantes básicos | | Metales pesados y cianuros | |
| | 1º Semestre | 2º Semestre | 1º Semestre | 2º Semestre |
| Mayor de 3.20 y hasta 3.30 | 2.62 | 2.84 | 105.46 | 114.43 |
| Mayor de 3.30 y hasta 3.40 | 2.64 | 2.86 | 106.26 | 115.30 |
| Mayor de 3.40 y hasta 3.50 | 2.67 | 2.89 | 107.05 | 116.16 |
| Mayor de 3.50 y hasta 3.60 | 2.69 | 2.91 | 107.81 | 116.98 |
| Mayor de 3.60 y hasta 3.70 | 2.70 | 2.92 | 108.56 | 117.79 |
| Mayor de 3.70 y hasta 3.80 | 2.72 | 2.95 | 109.30 | 118.60 |
| Mayor de 3.80 y hasta 3.90 | 2.75 | 2.98 | 110.03 | 119.39 |
| Mayor de 3.90 y hasta 4.00 | 2.76 | 2.99 | 110.74 | 120.16 |
| Mayor de 4.00 y hasta 4.10 | 2.78 | 3.01 | 111.44 | 120.92 |
| Mayor de 4.10 y hasta 4.20 | 2.79 | 3.02 | 112.12 | 121.66 |
| Mayor de 4.20 y hasta 4.30 | 2.80 | 3.03 | 112.79 | 122.38 |
| Mayor de 4.30 y hasta 4.40 | 2.82 | 3.05 | 113.46 | 123.11 |
| Mayor de 4.40 y hasta 4.50 | 2.83 | 3.07 | 114.10 | 123.80 |
| Mayor de 4.50 y hasta 4.60 | 2.87 | 3.11 | 114.74 | 124.50 |
| Mayor de 4.60 y hasta 4.70 | 2.88 | 3.12 | 115.36 | 124.17 |
| Mayor de 4.70 y hasta 4.80 | 2.89 | 3.13 | 115.98 | 125.84 |
| Mayor de 4.80 y hasta 4.90 | 2.91 | 3.15 | 116.58 | 126.50 |
| Mayor de 4.90 y hasta 5.00 | 2.92 | 3.16 | 117.18 | 127.15 |
| Mayor de 5.00 | 2.93 | 3.17 | 117.77 | 127.79 |

IV.- Una vez efectuado el cálculo trimestral del derecho por cada contaminante, el contribuyente estará obligado a pagar únicamente el monto que resulte mayor para el trimestre que corresponda.

3. Síntesis del Programa Hidráulico 2000-2025 de Querétaro.

Se presentan algunos aspectos de la entidad, contrastados con las demás entidades federativas, con el fin de situar al lector, respecto de las dimensiones geográficas y socioeconómicas de la entidad. Se busca con esto, que el lector tenga la capacidad de extrapolar la situación y problemáticas de la entidad a otras entidades para valorar la magnitud real de la problemática ambiental nacional.

Posteriormente se presentan las características de la entidad, utilizando para ello las recomendaciones del manejo sustentable de cuencas hidrográficas, en el sentido de hacer énfasis en la regionalización por cuencas y considerar la división política en segundo término. Actualmente, este enfoque se aplica a todas las entidades y provee mucha mayor información respecto de la situación y perspectivas de desarrollo económico de las "cuencas" examinadas.

A continuación se describen los aspectos sociodemográficos más importantes, resaltando también las características regionales de las cuencas. Se hace énfasis en las tendencias de crecimiento y flujo migratorio de la población, con el propósito de contar con elementos suficientes para pronosticar las demandas de agua potable y de descargas de aguas residuales que habrá que solventar.

A continuación se muestran los aspectos socioeconómicos de la entidad y sus perspectivas de desarrollo, utilizando la información estadística del INEGI y la que obtuvo la de la Secretaría de Desarrollo Económico del Estado.

Se presenta la situación de la infraestructura hidráulica estatal, tanto para la valoración de la superficial en términos de sus características y capacidades de almacenamiento, como la subterránea, puesto que los mantos acuíferos constituyen la fuente preferida de agua de suministro para el uno público urbano. La problemática fundamental es que se utiliza el agua de los mantos acuíferos para satisfacer las necesidades agropecuarias, lo que ocasiona la sobreexplotación de los acuíferos. En contraste, la práctica recomendada es utilizar la capacidad de almacenamiento superficial y el agua residual tratada (agua de segundo uso) para las actividades agropecuarias y las reservas subterráneas (agua de primer uso) para las necesidades de consumo humano.

Habiendo analizado las posibilidades que ofrece el medio natural para proveer el agua, la capacidad de almacenamiento (el comportamiento de la cuenca), así como el comportamiento de la población y el impacto de la actividad económica, se examinan los distintos usos del agua. Esta, constituye la "cuantificación" de los requerimientos en términos de los volúmenes utilizados; esto es, la información que proporcionan los distintos sistemas administrativos del agua. Cabe señalar, que la información difiere, en tanto que los distintos usos compiten entre sí por los volúmenes y los requerimientos sectoriales siempre serán mayores que la disponibilidad del recurso en la cuenca.

En esta sección el propósito de la revisión de los usos del agua en la entidad es el de establecer cuál será la demanda a futuro, con el objetivo de plantear escenarios de planeación. En el capítulo siguiente, se analizan los usos del agua, evaluando la capacidad de los sistemas de información y administración para reflejar la realidad. Esto significa que, los datos presentados en esta sección han sido revisados por las distintas áreas de la

Gerencia Estatal y es justo presumir que han sido corroborados por varios especialistas. En cambio, los datos presentados en la siguiente sección son información "datos crudos" (de fuentes primarias) obtenida directamente de las bases de datos. Las cifras pueden diferir, probablemente, como resultado de las suposiciones que se deben realizar para obtener un balance hidráulico correcto y las diferencias sean atribuibles a los volúmenes que no han sido regularizados y que se sabe se utilizan. El objeto del capítulo siguiente es analizar el proceso de administración del agua, en cuanto a los volúmenes de extracción y descargas autorizadas, no el de corroborar los volúmenes, puesto que se sabe que son inconsistentes en virtud de que el proceso de concesionamiento es dinámico. Más adelante se abunda sobre el tema.

3.1. Antecedentes

3.1.1. Geográficos

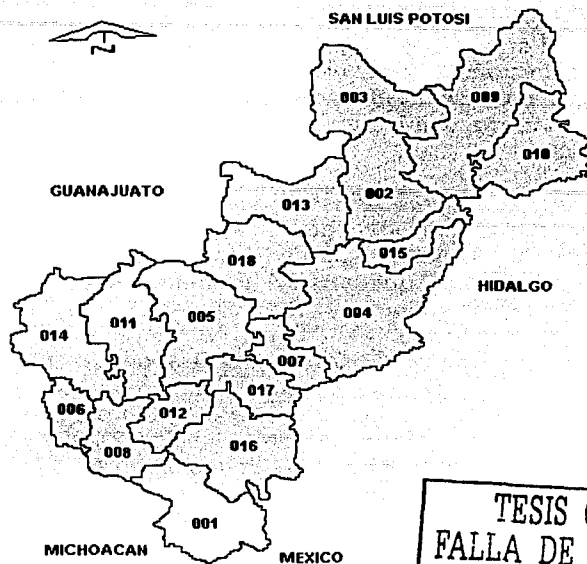
3.1.1.1. Generalidades.

El estado de Querétaro se encuentra localizado en la porción central de la República Mexicana entre los paralelos 20° 01' 02" y 21° 37' 17" de latitud norte, y entre los meridianos 99° 03' 23" y 100° 34' 01" de longitud oeste; limita al noroeste con el estado de San Luis Potosí, al este con el estado de Hidalgo, al suroeste con el estado de Michoacán, al sureste con el estado de México y al oeste con Guanajuato. INEGI define una superficie total de 11,978 km² (en el documento se manejarán también 11,769 km², que corresponden a la Carta de Isoyetas Normales de la República Mexicana período 1931 – 1990 considerada para efecto de los cálculos de escurrimiento virgen para los Balances Hidráulicos que ha elaborado la Gerencia Estatal en Querétaro de la CNA); políticamente el estado esta dividido en 18 municipios..

El estado de Querétaro es uno de los seis más pequeños del país; ocupa el lugar 27 de 32 en extensión territorial a nivel nacional (representa el 0.61% de la superficie del territorio nacional). De acuerdo con el Censo de 1995 realizado por el INEGI, su población total es de 1' 250,476 habitantes, distribuida en los 18 municipios..

Municipios del Estado de Querétaro.

- 001 Amealco de Bonfil
- 002 Pinal de Amoles
- 003 Arroyo Seco
- 004 Cadereyta de Montes
- 005 Colón
- 006 Corregidora
- 007 Ezequiel Montes
- 008 Huimilpan
- 009 Jalpan de Serra
- 010 Landa de Matamoros
- 011 El Marqués
- 012 Pedro Escobedo
- 013 Peñamiller
- 014 Querétaro
- 015 San Joaquín
- 016 San Juan del Río
- 017 Tequisquiapan
- 018 Tolimán



Rangos de Población por Municipio.

| No. | Municipio | 5,000 a 9,999 hab | 10,000 a 14,999 hab | 15,000 a 19,999 hab | 20,000 a 49,999 hab | 50,000 a 99,999 hab | 100,000 a 499,999 hab | 500,000 a 1'000,000 hab |
|-----|---------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 1 | Amealco de Bonfil | | | | | 50,407 | | |
| 2 | Pinal de Amoles | | | | 26,864 | | | |
| 3 | Arroyo Seco | | 13,203 | | | | | |
| 4 | Cadereyta de Montes | | | | | 51,641 | | |
| 5 | Colón | | | | 43,443 | | | |
| 6 | Corregidora | | | | | 59,855 | | |
| 7 | Ezequiel Montes | | | | 25,605 | | | |
| 8 | Huimilpan | | | | 26,809 | | | |
| 9 | Jalpan de Serra | | | | 21,671 | | | |
| 10 | Landa de Matamoros | | | 18,848 | | | | |
| 11 | El Marqués | | | | | 60,680 | | |
| 12 | Pedro Escobedo | | | | 46,270 | | | |
| 13 | Peñamiller | | | 17,748 | | | | |
| 14 | Querétaro | | | | | | | 559,222 |
| 15 | San Joaquín | 7,490 | | | | | | |
| 16 | San Juan del Río | | | | | | 154,922 | |
| 17 | Tequisquiapan | | | | 45,779 | | | |
| 18 | Tolimán | | | | 20,019 | | | |

Total: 1,250,476

Fuente: Resultados Definitivos, Tabulados Básicos INEGI, Censo de Población y Vivienda 1995.

Santiago de Querétaro, la capital del estado, se ubica en el suroeste del territorio estatal y es considerada como una de las ciudades más importantes del país por su gran tradición histórica y cultural. Es el centro urbano e industrial más grande del estado, conurbado con las

poblaciones de Villa Corregidora y la Cañada, cabeceras de los municipios de Corregidora y El Marqués, respectivamente.

Por otro lado, San Juan del Río ocupa el segundo lugar en importancia a nivel estatal, se localiza en el sureste del estado y tiene el sexto lugar en extensión territorial con respecto a los otros municipios, forma parte de una de las regiones económicas más productivas del estado. Los municipios ubicados en el corredor Querétaro – San Juan del Río concentran población en forma dominante, mientras que el resto del estado aparece como una gran zona de dispersión.

En el municipio de Querétaro se concentra casi la mitad de la población estatal equivalente al 45%; le sigue San Juan del Río con el 12%. En los municipios de Querétaro, San Juan del Río, Corregidora, Tequisquiapan y El Marqués se encuentra asentada el 89% de la población urbana total, mientras que el 11% restante radica diseminada en los otros 13 municipios, principalmente en las cabeceras municipales.

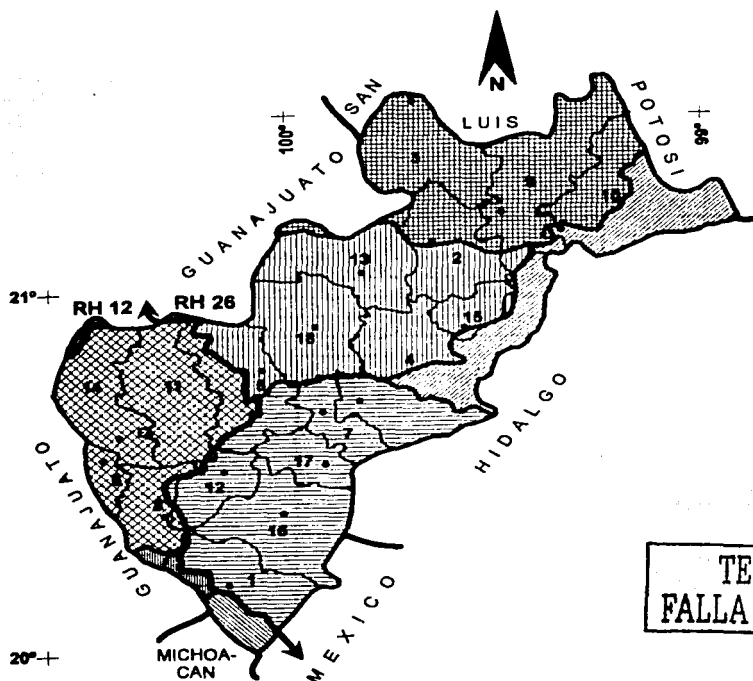
La superficie del estado de Querétaro se localiza en dos Regiones Hidrológicas; 9,289 km² corresponden a la Región No. 26 Pánuco y 2,480 km² a la No. 12 Lerma-Santiago. Hidrológicamente el estado pertenece a 3 subregiones hidrológicas: Alto Pánuco, San Juan Qro. y La Laja (las dos primeras en la Región 26 y la última en la Región 12). Así mismo, se localizan 8 subcuencas distribuidas en las 3 subregiones de la siguiente manera: Santa María, Moctezuma y Extóraz en la Subregión Alto Pánuco; San Juan en la Subregión San Juan Qro.; Begoña, Pericos, Solís y Tepuxtepec que forman la Subregión La Laja.

Área y Población de las Regiones, Subregiones y Subcuencas.

| Región Hidrológica | Subregión | Simbología | Subcuenca | Área (km ²) | % área respecto a Subregión | % área respecto al Estado | Población (habitantes) | % Población respecto a Subregión | % Población respecto al Estado |
|--------------------|-----------------|------------|-------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 26 PANUCO | ALTO PANUCO | | Santa María | 2,436.8 | 38% | 21% | 60,574 | 37% | 5% |
| | | | Moctezuma | 1,160.6 | 18% | 10% | 20,904 | 13% | 2% |
| | | | Extóraz | 2,785.6 | 44% | 24% | 82,046 | 50% | 7% |
| | Total Subregión | | | 6,383.0 | | 54% | 163,524 | | 13% |
| | SAN JUAN, QRO. | | San Juan | 2,906.0 | 100% | 25% | 343,419 | 100% | 27% |
| | Total Subregión | | | 2,906.0 | | 25% | 343,419 | | 27% |
| TOTAL REGIÓN | | | 9,289.0 | | 79% | 506,943 | | 41% | |
| 12 LERMA-SANTIAGO | LA LAJA | | Begoña | 28.0 | 1% | 0% | 669 | 0.1% | 0% |
| | | | Pericos | 2,220.0 | 90% | 19% | 718,405 | 97% | 57% |
| | | | Solis | 62.0 | 3% | 1% | 1,370 | 0.2% | 0% |
| | | | Tepuxtepec | 170.0 | 7% | 1% | 23,089 | 3% | 2% |
| | Total Subregión | | | 2,480.0 | | 21% | 743,533 | | 59% |
| | TOTAL REGIÓN | | | 2,480.0 | | 21% | 743,533 | | 59% |
| TOTAL ESTADO | | | 11,769.0 | | | 1,250,476 | | | |

Fuente: Información de Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal en Querétaro.

Subcuencas del Estado de Querétaro.



Administrativamente los municipios comprendidos en las tres subregiones hidrológicas corresponden, según la regionalización publicada en el Diario Oficial de la Federación de fecha 18 de mayo de 1998, a las Regiones Administrativas VIII Lerma-Santiago-Pacífico y a la IX Golfo Norte, como se describe en la tabla siguiente.

Regionalización Administrativa de Querétaro.

| No. | Municipio | Región Hidrológica | Región Administrativa | Subregión Hidrológica |
|-----|---------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | Amealco de Bonfil | 26 | Golfo Norte | San Juan Querétaro |
| 2 | Pinal de Amoles | 26 | Golfo Norte | Alto Pánuco |
| 3 | Arroyo Seco | 26 | Golfo Norte | Alto Pánuco |
| 4 | Cadereyta de Montes | 26 | Golfo Norte | Alto Pánuco |
| 5 | Colón | 26 | Golfo Norte | Alto Pánuco |
| 6 | Corregidora | 12 | Lerma-Santiago | La Laja |
| 7 | Ezequiel Montes | 26 | Golfo Norte | Alto Pánuco |
| 8 | Huimilpan | 12 | Lerma-Santiago | La Laja |
| 9 | Jalpan de Serra | 26 | Golfo Norte | Alto Pánuco |
| 10 | Landa de Matamoros | 26 | Golfo Norte | Alto Pánuco |
| 11 | El Marqués | 12 | Lerma-Santiago | La Laja |
| 12 | Pedro Escobedo | 26 | Golfo Norte | San Juan Querétaro |
| 13 | Peñamiller | 26 | Golfo Norte | Alto Pánuco |
| 14 | Querétaro | 12 | Lerma-Santiago | La Laja |
| 15 | San Joaquín | 26 | Golfo Norte | Alto Pánuco |
| 16 | San Juan del Río | 26 | Golfo Norte | San Juan Querétaro |
| 17 | Tequisquiapan | 26 | Golfo Norte | San Juan Querétaro |
| 18 | Tolimán | 26 | Golfo Norte | Alto Pánuco |

Fuente: Diario Oficial de la Federación, fecha 18 de mayo de 1998.

3.1.1.2. Climatología.

Los climas predominantes de la región están condicionados por factores orográficos y su ubicación geográfica. El estado se localiza dentro de la zona tropical y recibe la influencia de los vientos húmedos del Este provenientes del Golfo de México; la Sierra Gorda, por su elevación y menor temperatura, obstaculiza y condensa estas corrientes, originando constantes precipitaciones en la vertiente oriental, mientras que la vertiente interior es árida.

Según datos de INEGI, existen 3 tipos de clima en el 82.3% del territorio del estado de Querétaro, el BS_{1k}, C_(w) y AC_(w); (el resto corresponde a los climas A_(w), Acm, C_(m), BS_{1(h)}, BS_{1h} y BSh según la clasificación de Köpen, modificado por García).

El clima templado semiseco (BS_{1k}), comprende el 39.5% del territorio, sus características son: temperatura promedio anual en el rango de 13 a 23 °C y precipitación anual promedio de 549 mm, se presenta en los municipios de El Marqués, Ezequiel Montes, San Juan del Río, Cadereyta de Montes, Colón, Tequisquiapan, San Joaquín, Tolimán y Peñamiller.

El clima templado subhúmedo con lluvias de verano (C_(w)) se presenta en el 22.6% del territorio, siendo su temperatura media anual de 10 a 19 °C y con precipitación media anual de 659 mm, comprende a los municipios de Amealco de Bonfil, Huimilpan, Corregidora y Pedro Escobedo.

El tercer tipo de clima es el semicálido húmedo con lluvias de verano (AC_(w)) que se presenta en 20.2% del territorio, con temperatura media anual del rango de 16 a 28 °C y precipitación anual promedio de 548.8 mm en los municipios de Jalpan de Serra, Landa de Matamoros, Peñamiller y Arroyo Seco. La precipitación media anual en el estado es de 612.7 mm,

(precipitación media anual ponderada en el período de 1970 – 1997 según balance superficial) con una evaporación potencial media observada de 1,917 mm al año. (información del Anuario Económico del Estado de Querétaro, 1998)

El norte del estado que comprende parte de los municipios de Jalpan, Arroyo Seco, Pinal de Amoles y Landa de Matamoros, presenta topografía contrastada con altitudes desde los 600 a los 3,000 msnm; en las áreas de menor altitud, predomina el clima cálido con temperatura media anual entre 22 y 26 °C y un régimen de humedad entre seco y subhúmedo, a medida que se incrementa la altitud, se registra un clima semicálido (18 – 20 °C) y en las partes altas un clima templado (12 – 18 °C) con precipitaciones en el rango de 700 a 1,200 mm. La zona de Cadereyta de Montes, al centro-norte del estado, se encuentra enclavada en la vertiente occidental de la Sierra Gorda, región predominantemente árida cuyos climas en cuanto a humedad van de subhúmedo a seco con precipitaciones entre 200 y 400 mm anuales, con temperatura media anual en el rango de los 16 a los 25 °C. Al centro de la entidad, que incluye las zonas de Querétaro y San Juan del Río, las condiciones de humedad determinan la presencia de climas secos ligeros con precipitación anual media entre 500 y 800 mm y temperatura media anual entre 17 y 19 °C. Por último la zona de Amealco de Bonfil, ubicada al sur de la entidad, presenta predominantemente temperaturas medias anuales entre los 13 y 17 °C con régimen de humedad, subhúmedo con precipitaciones anuales en el rango de 600 a 800 mm.

En la Tabla siguiente se muestra el resumen de los climas predominantes en el estado de Querétaro así como su clasificación y porcentaje en cuanto a la superficie estatal.

Climas predominantes en el Estado de Querétaro.

| Tipo o Subtipo | Símbolo | % de la superficie estatal |
|--|--------------------|----------------------------|
| Cálido subhúmedo con lluvias en verano | A _(w) | 2.45 |
| Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano | Acm | 0.68 |
| Semicálido subhúmedo con lluvias en verano | Acw | 20.20 |
| Templado húmedo con abundantes lluvias en verano | C _(m) | 0.59 |
| Templado subhúmedo con lluvias en verano | C _(w) | 22.60 |
| Semiseco muy cálido y cálido | BS _(h') | 0.45 |
| Semiseco semicálido | BS _h | 9.40 |
| Semiseco templado | BS _k | 39.53 |
| Seco semicálido | BSh | 4.10 |

Fuente: Anuario Estadístico del Estado de Querétaro, 1999.

Existen en el estado 47 estaciones climatológicas de las cuales 39 están en operación.

La distribución de las estaciones es: 18, 16 y 13 para la subregión Alto Pánuco, San Juan y La Laja respectivamente; a nivel subregional, destacan las estaciones por su área de influencia, 7 estaciones en el Alto Pánuco: Ayutla, Arroyo Seco, Jalpan, Peñamiller, Colón, Tolimán y Cadereyta; 4 en San Juan: P. Centenario, Huimilpan, San Juan del Río y San Pablo; y 5 estaciones en la subregión La Laja: Querétaro, El Pueblito, Huimilpan, Amealco y San Pablo. En las tablas siguientes se muestra la información referente a las estaciones climatológicas representativas de las subregiones del estado en cuanto al registro de temperatura y precipitación media anual.

Temperatura Media Anual (°C).

| Estación | Período | Temperatura promedio | Temperatura del año más frío | Temperatura del año más caluroso |
|---------------------------------|-----------|----------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Subregión Alto Pánuco | | | | |
| Jalpan | 1945-1988 | 23.9 | 22.2 | 25.1 |
| Arroyo Seco | 1975-1995 | 21.5 | 19.7 | 22.6 |
| Ayutla | 1975-1995 | 24.1 | 23.2 | 25 |
| Peñamiller | 1975-1995 | 21.7 | 20.8 | 22.6 |
| Colón | 1975-1995 | 17.2 | 16.2 | 18.2 |
| Tolimán | 1929-1997 | 19.9 | 17.2 | 21.6 |
| Cadereyta | 1975-1995 | 15.4 | 14.5 | 16.3 |
| Subregión San Juan, Qro. | | | | |
| San Juan del Río | 1954-1997 | 17.1 | 15.6 | 18.7 |
| P. Centenario | 1975-1995 | 17.7 | 17.2 | 18.4 |
| Huimilpan | 1975-1995 | 15.3 | 13.4 | 17.4 |
| San Pablo | 1975-1995 | 14.3 | 13.6 | 15.6 |
| Subregión La Laja | | | | |
| Huimilpan | 1975-1995 | 15.3 | 13.4 | 17.4 |
| San Pablo | 1975-1995 | 14.3 | 13.6 | 15.6 |
| El Pueblito | 1975-1995 | 18.2 | 15.7 | 19.2 |
| Amealco | 1945-1986 | 15 | 13.2 | 17.1 |
| Querétaro | 1921-1997 | 18.7 | 17.4 | 19.7 |

Fuente: Información de la Gerencia Estatal en Querétaro de la CNA, 1999.

Precipitación Media Anual (mm).

| Estación | Período | Precipitación promedio | Precipitación del año más seco | Precipitación del año más lluvioso |
|---------------------------------|-----------|------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Subregión Alto Pánuco | | | | |
| Jalpan | 1942-1995 | 845.1 | 351.2 | 1,511.4 |
| Arroyo Seco | 1975-1995 | 548.8 | 238.3 | 854.1 |
| Ayutla | 1975-1995 | 708.9 | 370 | 1,322.5 |
| Peñamiller | 1975-1995 | 397.9 | 131.9 | 683.9 |
| Colón | 1975-1995 | 456.9 | 328 | 654.8 |
| Tolimán | 1929-1997 | 392.7 | 169 | 663.5 |
| Cadereyta | 1975-1995 | 476.1 | 309.3 | 716.3 |
| Subregión San Juan, Qro. | | | | |
| San Juan del Río | 1954-1996 | 559.7 | 204.9 | 853.4 |
| P. Centenario | 1975-1995 | 473.1 | 322.5 | 831.8 |
| Huimilpan | 1975-1995 | 5.5 | 1.1 | 29.8 |
| San Pablo | 1975-1995 | 899.6 | 508 | 1,252.2 |
| Subregión La Laja | | | | |
| Huimilpan | 1975-1995 | 5.5 | 1.1 | 29.8 |
| San Pablo | 1975-1995 | 899.6 | 508 | 1,252.2 |
| El Pueblito | 1975-1995 | 571 | 367.5 | 923.5 |
| Amealco | 1945-1986 | 659.4 | 214.6 | 1,252.8 |
| Querétaro | 1921-1997 | 546.8 | 274.1 | 999.2 |

Fuente: Información de la Gerencia Estatal en Querétaro de la CNA, 1999.

La temporada de lluvias abarca los meses de mayo a octubre, siendo junio y julio los meses lluviosos, con precipitaciones medias mensuales de 120 mm a 170 mm; el estiaje comprende a los meses de noviembre al mes de abril, durante los cuales la precipitación media mensual es menor de 10 mm.

3.1.1.3. Orografía.

Geográficamente, el estado pertenece a 3 regiones orográficas:

El Eje Neovolcánico: ocupa una superficie de 5,516 km², situado en la porción centro y sur de la entidad, se localiza principalmente en los municipios de Corregidora, Pedro Escobedo, Huimilpan, Amealco de Bonfil, Tequisquiapan, El Marqués, Ezequiel Montes, Querétaro y San Juan del Río. Las elevaciones principales comprenden la Sierra Queretana y específicamente los cerros Redondo (2,840 msnm), Grande (2,820 msnm), Bravo (2,820 msnm) y Gordo (2,520 msnm).

La Mesa Central: comprende unos 1,148 km² en la porción centro oriental del estado, está integrada por llanuras angostas entre sierras volcánicas; destaca hacia el noreste el cerro de El Zamorano (3,360 msnm) la elevación más alta del estado.

La Sierra Madre Oriental: abarca cerca de 5,314 km² en la porción nororiental del estado, esta formada casi en su totalidad por rocas calizas; su relieve es el más abrupto del estado, por lo que las diferencias de altitud y clima permiten el desarrollo de zonas boscosas y selva mediana. Las elevaciones principales las constituyen los cerros de El Espolón (3,240 msnm), La Pingüica (3,160 msnm), De La Vega (3,120 msnm), La Laja (3,120 msnm) y La Calentura (3,060 msnm)..

Como se puede apreciar, la Subregión Alto Pánuco se encuentra en las provincias fisiográficas de la Mesa Central, Sierra Madre Oriental y una pequeña porción al norte del Eje Neovolcánico; por otro lado las Subregiones San Juan Qro. y La Laja se localizan casi exclusivamente dentro de la provincia del Eje Neovolcánico.

En cuanto al marco Geológico de la entidad, este está conformado por rocas de composición y edades muy variadas, que fueron producto de una serie de eventos geológicos iniciados a fines de la Era Paleozoica, hace unos 240 millones de años (m.a.).

3.1.1.4. Uso del suelo.

El uso del suelo esta supeditado a diversos factores, tanto naturales como humanos; entre los primeros se encuentran las características físico - químicas del suelo mismo, la distribución de las lluvias, su altitud con respecto al nivel del mar, etc., de los segundos la presión existente por el abastecimiento de productos y las prácticas inadecuadas en la conservación del suelo entre otros.

En Querétaro en 1991 según el VII Censo Agrícola – Ganadero, se censaron 659,574 ha, éstas de acuerdo a su uso y se distribuyeron: 342,925 ha con pasto natural, agostadero o enmontada (52%), 254,110 ha se utilizaron como tierras de labor o terrenos en cultivo (38.5%), 51,913 ha con bosque o selva (7.9%). Las tierras sin vegetación sumaron 10,626 ha, representando el 1.6%.

Los municipios destacados en cuanto a superficie total fueron Jalpan de Serra, Landa de Matamoros, El Marqués, Pinal de Amoles y San Juan del Río, que juntos reunieron 314,552 ha, es decir el 47.7% del total estatal.

Jalpan de Serra, Tolimán, Landa de Matamoros, Pinal de Amoles y Cadereyta de Montes, sobresalieron por su superficie de pastos naturales, agostadero o enmontada y sumaron en total 197,055 ha, lo que significó el 57.5% de la existente con este uso en la entidad.

Los cinco municipios que contaron con mayor superficie de labor fueron El Marqués, San Juan del Río, Querétaro, Amealco de Bonfil y Colón, que agruparon 131,542 ha, es decir el 51.8% del total estatal de este tipo de superficie.

Fueron 15 los municipios que reportaron superficie de bosque o selva, pero únicamente en tres se concentró el 90.6% del total estatal de esta superficie, siendo estos Landa de Matamoros, Jalpan de Serra y Pinal de Amoles, ya que contaron con más de 8,000 ha cada uno.

Finalmente están El Marqués, Querétaro, San Juan del Río, Pedro Escobedo y Colón; entre lo que destacaron por tener más de 900 ha de superficie sin vegetación, éstos concentraron el 61.6% del total estatal con esta característica.

Uso del suelo actual.

| Municipio | Superficie de uso común (ha) | Uso Actual del Suelo* | | | | |
|----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------|----------------|-------------|---------------|
| | | Agrícola % | Ganadero % | Agropecuario % | Forestal % | Otros Usos ** |
| Amealco | 8,684.39 | 2.0 | 51.1 | - | 46.5 | 0.4 |
| Pinal de Amoles | 11,946.33 | 9.3 | 17.5 | 17.3 | 55.9 | - |
| Arroyo Seco | 21,740.89 | - | 68.9 | 11.1 | 20.0 | - |
| Cadereyta de Montes | 32,786.77 | 10.2 | 74.1 | 12.0 | - | 3.7 |
| Colón | 26,834.19 | 6.1 | 71.2 | 19.7 | 3.0 | - |
| Corregidora | 4,251.16 | 3.6 | 87.3 | 9.1 | - | - |
| Ezequiel Montes | 4,390.79 | - | 96.8 | 3.2 | - | - |
| Huimilpan | 1,563.93 | - | 84.3 | 1.6 | - | 14.1 |
| Jalpan de Serra | 8,431.70 | 11.1 | 86.1 | 2.8 | - | - |
| Landa de Matamoros | 3,347.57 | - | 50.0 | 12.5 | 37.5 | - |
| El Marqués | 8,405.30 | 4.4 | 83.8 | 5.6 | 3.8 | 2.4 |
| Pedro Escobedo | 3,613.33 | 2.3 | 93.2 | 4.5 | - | - |
| Peña Miller | 39,358.79 | - | 69.1 | 30.5 | 0.4 | - |
| Querétaro | 15,532.60 | 6.2 | 83.6 | 7.5 | 0.7 | 2.0 |
| San Joaquín | 4,877.58 | - | 63.3 | - | 16.7 | 20.0 |
| San Juan del Río | 14,947.82 | 2.8 | 73.4 | 20.2 | 0.7 | 2.9 |
| Tequisquiapan | 8,135.21 | - | 71.0 | 29.0 | - | - |
| Tolimán | 11,605.16 | 7.7 | 84.6 | - | 7.7 | - |
| Total estatal | 230,453.51 | 3.7 | 72.7 | 10.4 | 10.7 | 2.5 |

Fuente: Tabulados Básicos Ejidales por Municipio, Querétaro; INEGI 1998.

*Los porcentajes expresados en este cuadro corresponden únicamente a lo declarado por el informante

**Uso minero, reserva de la biosfera, salinero, recreativo, acuícola, etc.

Uso potencial del suelo.

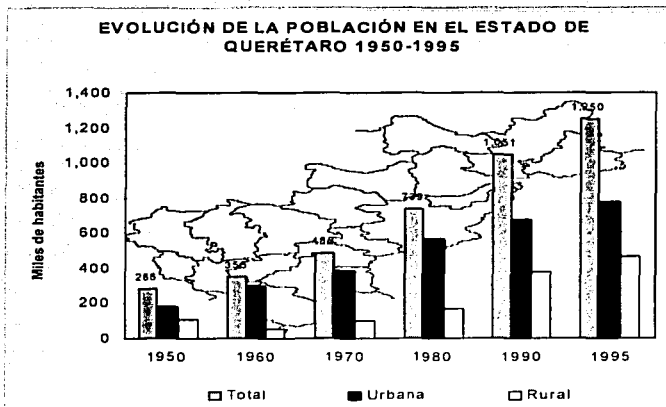
| Concepto | Clase o Subclase | | % de la superficie estatal |
|--------------|------------------|---|----------------------------|
| | Clave | Descripción | |
| Uso Agrícola | A1 | Mecanizada continua | 30.18 |
| | A2.2 | De tracción animal continua | 6.52 |
| | A3 | De tracción animal estacional | 3.19 |
| | A4 | Manual continua | 12.42 |
| | A5 | Manual estacional | 14.41 |
| | A6 | No aptas para la agricultura | 33.28 |
| Uso Pecuario | P1 | Para el desarrollo de praderas cultivadas | 30.77 |
| | P2 | Para el aprovechamiento de la vegetación de pastizal | 0.71 |
| | P3 | Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal | 44.74 |
| | P4 | Para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino | 18.17 |
| | P5 | No aptas para uso pecuario | 5.61 |

Fuente: Anuario Estadístico del Estado de Querétaro, 1999.

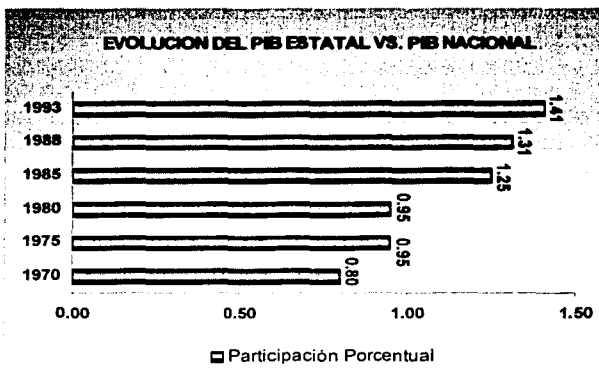
3.1.2. Sociodemográficos.

3.1.2.1. Población Relativa.

De acuerdo con los registros censales, en 1950 el estado de Querétaro tenía una población de 286 mil habitantes, como se comentó anteriormente, durante las tres siguientes décadas la población se incremento de manera muy importante y para 1990, el estado contaba ya con



más de un millón de habitantes (ver gráfica 1.1). Sin duda, esta explosión demográfica se



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

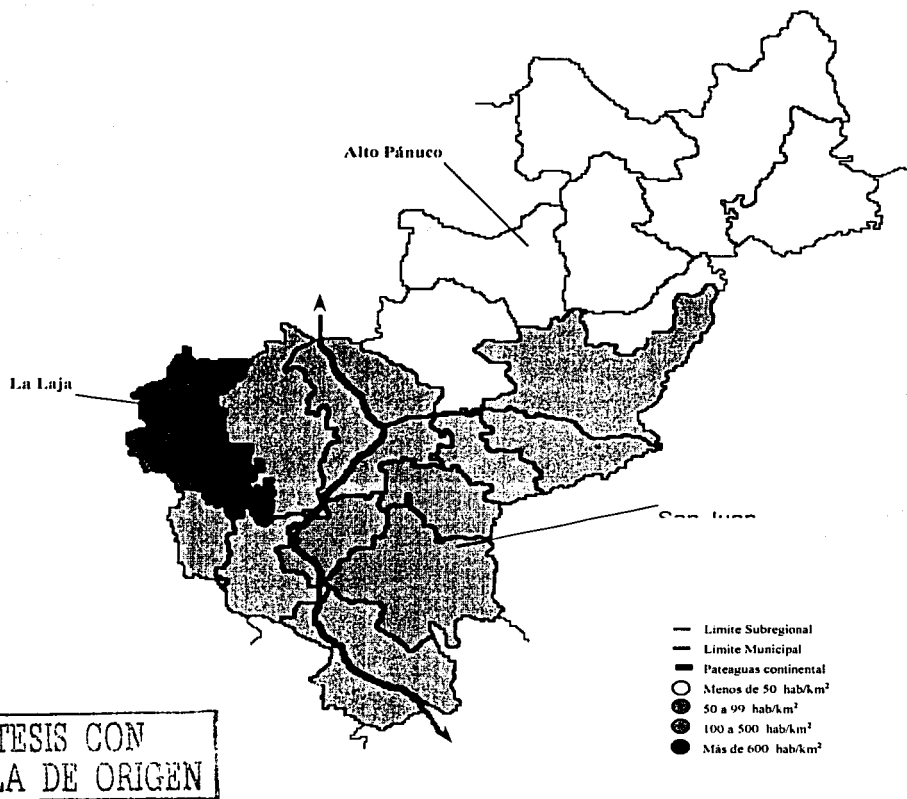
basó en el crecimiento económico y esto se refleja en el incremento que experimentó el PIB estatal como porcentaje del PIB nacional.

En la actualidad, la población del estado por regiones y subregiones hidrológicas administrativas se presenta con la siguiente distribución: el 13% de la población se encuentra en la subregión Alto Pánuco y el 27% en la subregión San Juan, la suma de éstas dos conforman la población de Querétaro en la Región Golfo Norte, es decir aproximadamente el 40%. Por otro lado, en la subregión La Laja se encuentra el 60% de la población del estado,

siendo ésta misma la proporción estatal que se encuentra en la Región Lerma-Santiago-Pacífico.

El estado de Querétaro ocupa el octavo lugar de país en cuanto a densidad de población, lo cual hace notar la importancia de sus concentraciones humanas y zonas de desarrollo económico; el número de habitantes por kilómetro cuadrado a nivel municipal y subregional se muestra en la siguiente figura.

Densidad de Población por municipio y subregión.



3.1.2.2. Indicadores demográficos.

El perfil demográfico del estado de Querétaro ha cambiado en las últimas décadas en forma radical. El intenso crecimiento demográfico, supeditado a la expansión de algunos sectores económicos, hacen de la entidad un lugar con grandes oportunidades de progreso y en donde se deben enfrentar retos cada vez mayores en materia de dotación de servicios básicos, seguridad pública, disponibilidad de agua y ordenamiento urbano.

A principios de siglo, el estado tenía 232,000 habitantes. Durante las siguientes 5 décadas, el crecimiento de la población se mantuvo casi estable hasta alcanzar los 286,238 habitantes en 1950. A partir de 1970 ya con 485,523 habitantes, Querétaro inicia un crecimiento acelerado de la población como consecuencia, principalmente, de la expansión económica que se da en la región sur del estado, el cual se convierte en un enlace estratégico para comunicar al norte con el centro y sur del país.

Composición de la población y su participación nacional.

| Año | Total (habitantes) | Hombres (%) | Mujeres (%) | Participación en el total nacional (%) | Lugar nacional |
|------|--------------------|-------------|-------------|--|----------------|
| 1930 | 234,058 | 49.2 | 50.8 | 1.4 | 22 |
| 1940 | 244,737 | 49.7 | 50.3 | 1.2 | 23 |
| 1950 | 286,238 | 49.6 | 50.4 | 1.1 | 24 |
| 1960 | 355,045 | 50.1 | 49.9 | 1 | 26 |
| 1970 | 485,523 | 50.1 | 49.9 | 1 | 26 |
| 1980 | 739,605 | 49.8 | 50.2 | 1.1 | 25 |
| 1990 | 1,051,235 | 49.1 | 50.9 | 1.3 | 25 |
| 1995 | 1,250,476 | 49.2 | 50.8 | 1.4 | 25 |

Fuente: INEGI, Perspectiva Estadística de Querétaro, 1997

Los ritmos de crecimiento total de la población en el país y en el estado presentan gráficamente un cruce, pues mientras Querétaro tuvo importantes aumentos en su tasa de crecimiento entre 1960 y 1980, el de la población nacional comienza a declinar a partir de 1970.

En los últimos 6 años, el estado de Querétaro se ha mantenido con un promedio de crecimiento arriba de la media nacional; en el período de 1970 a 1990 la tasa de crecimiento del estado fue de 3.94% que sería la cuarta más alta del país; y en el período de 1990-1995 de 3.53% ocupando la séptima tasa más alta a nivel nacional.

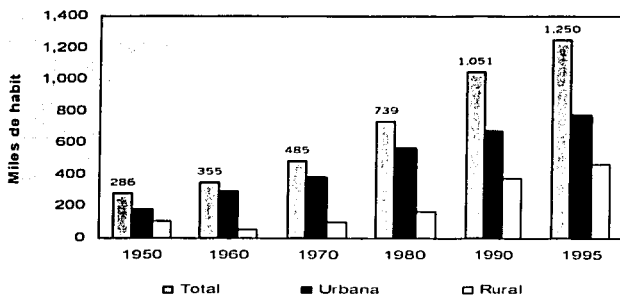
Para los años siguientes a 1995, se han tomado las tasas que CONAPO ha definido para el estado de Querétaro, utilizando además el comportamiento histórico de crecimiento, de manera que se pueda proyectar la población para el rango de 1996 al 2025, las tasas propuestas se describen en la tabla siguiente:

Proyección de la población al año 2025.

| Año | Tasa anual (%) | Población proyectada (hab.) | Año | tasa anual (%) | Población proyectada (hab.) |
|-----------|----------------|-----------------------------|------|----------------|-----------------------------|
| 1990-1995 | 3.53% | 1,250,476 | 2011 | 2.09% | 1,863,123 |
| 1996 | 2.89% | 1,286,218 | 2012 | 2.09% | 1,901,846 |
| 1997 | 2.89% | 1,322,982 | 2013 | 2.09% | 1,941,374 |
| 1998 | 2.89% | 1,360,797 | 2014 | 2.09% | 1,981,724 |
| 1999 | 2.89% | 1,399,693 | 2015 | 2.09% | 2,022,910 |
| 2000 | 2.89% | 1,439,698 | 2016 | 1.93% | 2,061,934 |
| 2001 | 2.53% | 1,476,105 | 2017 | 1.93% | 2,101,711 |
| 2002 | 2.53% | 1,513,433 | 2018 | 1.93% | 2,142,255 |
| 2003 | 2.53% | 1,551,705 | 2019 | 1.93% | 2,183,581 |
| 2004 | 2.53% | 1,590,945 | 2020 | 1.93% | 2,225,702 |
| 2005 | 2.53% | 1,631,172 | 2021 | 1.81% | 2,266,018 |
| 2006 | 2.27% | 1,668,250 | 2022 | 1.81% | 2,307,065 |
| 2007 | 2.27% | 1,706,171 | 2023 | 1.81% | 2,348,855 |
| 2008 | 2.27% | 1,744,954 | 2024 | 1.81% | 2,391,402 |
| 2009 | 2.27% | 1,784,619 | 2025 | 1.81% | 2,434,722 |
| 2010 | 2.27% | 1,825,188 | | | |

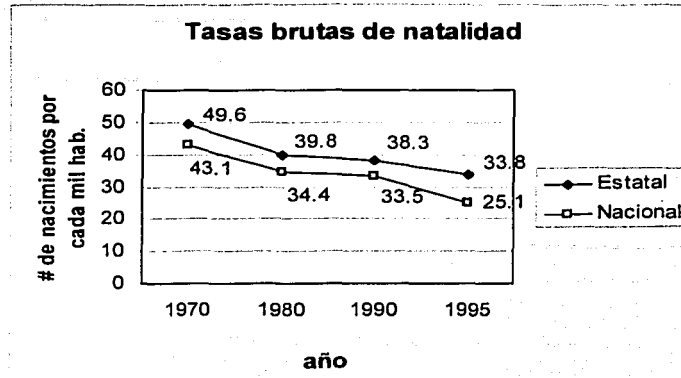
Fuente: Información proporcionada por CNA Gerencia Estatal Querétaro.

EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN EN EL ESTADO DE QUERÉTARO 1960-1995



A partir de 1970, la tasa bruta de natalidad de Querétaro ha experimentado descensos pronunciados y sostenidos. Según datos del Registro Civil de Querétaro, en las Oficialías de toda la entidad se registraron 39,520 nacimientos en 1997. Los programas de control poblacional que a partir de 1970 se implementaron han tenido un impacto en la reducción de la fecundidad de las mujeres en el estado (se considera el número de nacimientos por cada mil mujeres en edad fértil) al pasar de una tasa de 243.1 en 1970 a 126.9 en 1995. Las tasas brutas de natalidad estatal y nacional casi se han equiparado en 1995 como se muestra en la gráfica 2.2.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Los cambios que ha experimentado la mortalidad, muestran un comportamiento similar al de la natalidad, pues en el estado y en el país la tasa bruta de mortalidad alcanzó las cifras más altas en los sesentas. En la década de los setentas se presenta el inicio de la caída de esta tasa, debido principalmente a los avances relativos a la salud y educación de la población, que se refleja en el crecimiento de la esperanza de vida.

Según el Registro Civil del estado de Querétaro, al cierre de 1997, se habían registrado 6,033 defunciones en toda la entidad.

3.1.3. Económicos.

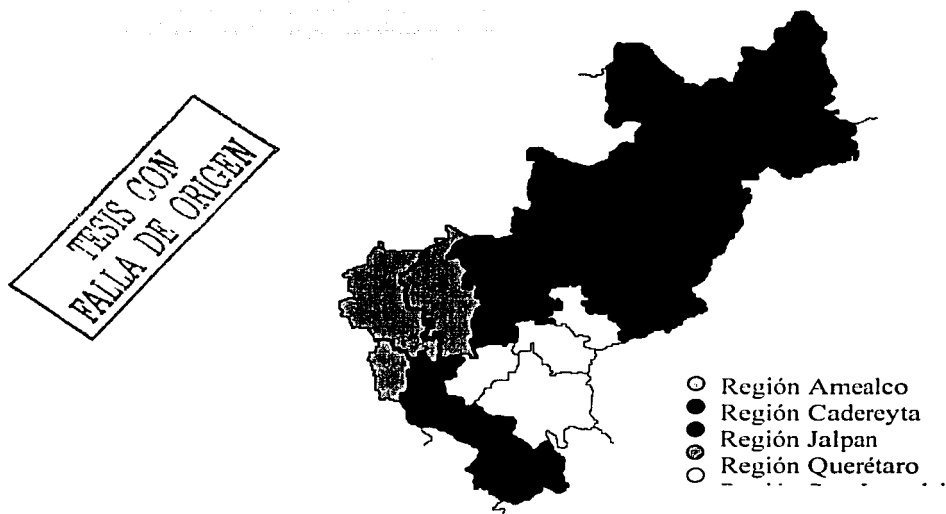
3.1.3.1. Indicadores socioeconómicos.

Las características socioeconómicas de la población de acuerdo a la regionalización COPLADEQ, presentan un desarrollo desequilibrado dada la concentración en algunas regiones de poderes ejecutivos, niveles de ingreso, educación, actividades industriales y servicios públicos, contra las regiones que tienen gran dispersión y baja escala poblacional en las que se limita su desarrollo en estos aspectos.

El concepto de "Regiones Económicas", tiene como objetivo cuantificar, pronosticar y desarrollar los métodos idóneos para realizar la explotación racional de los recursos naturales de las regiones geofísicas del estado; busca explicar las formas sobre como derivar beneficios socio económicos y también proveer los recursos y tecnologías necesarias para lograrlos.

Con el propósito de sustentar las tareas de planeación administrativa en un riguroso análisis de las potencialidades existentes, los municipios se han agrupado en cinco regiones, consideradas en función de sus coincidencias económicas y su proximidad territorial. A su vez, estas regiones se subdividen en 115 micro regiones geo-económicas.

Regiones Económicas del estado.



Fuente: Anuario Económico del Estado de Querétaro, 1998.

Región Amealco (Amealco y Huimilpan). Se caracteriza por el desarrollo de actividades agrícolas, ganaderas, frutícolas y agroindustriales. La forman 12 micro regiones.

Región Cadereyta (Cadereyta, Colón, Peñamiller y Tolimán). Es una zona minera en la que también se distinguen las actividades agrícolas, ganaderas, forestales y de industria rural. La integran 31 micro regiones.

Región Jalpan (Pinal de Amoles, Arroyo Seco, Landa de Matamoros, Jalpan y San Joaquín). Cuenta con actividades ganaderas, agrícolas, forestales, mineras, turísticas y agroindustriales. La forman 37 micro regiones.

Región Querétaro (Corregidora, El Marqués y Querétaro). Presenta actividades industriales, turísticas y comerciales, aunque también se distinguen la ganadera y la agrícola. La integran 15 micro regiones.

Región San Juan del Río (Ezequiel Montes, Pedro Escobedo, San Juan del Río y Tequisquiapan). Registra actividad industrial, comercial, turística, ganadera, frutícola y agrícola. La forman 20 micro regiones.

3.1.3.2. Población Económicamente Activa (PEA).

En la distribución de la PEA por sectores de actividad, destaca la disminución de la participación en el sector primario (actividades agropecuarias) desde 1970, mientras que en el

secundario (actividades industriales) y en el terciario (actividades de comercio y servicios) ha aumentado en el mismo lapso.

No obstante, la distribución de la PEA por sectores de actividad entre municipios es bastante heterogénea. Los municipios con mayor porcentaje de PEA en el sector primario, para 1990, fueron Landa de Matamoros, Amealco, Pinal de Amoles, San Joaquín y Arroyo Seco, debido a que sus territorios, con excepción de Amealco, no tienen las condiciones apropiadas para este tipo de actividad y los niveles de ingreso de sus poblaciones son muy bajos. Por otra parte, en el sector secundario los porcentajes de la PEA son más altos en los municipios de Tequisquiapan, San Juan del Río, Cadereyta, Tolimán y Corregidora, y sobre todo el municipio de Querétaro que cuenta con el mayor porcentaje de la PEA en el estado.

La Tasa de Desempleo se considera como el porcentaje de la población económicamente activa (PEA) que no trabajó (no trabajó, no estaba disponible o no logro incorporarse a alguna actividad económica) en los dos meses anteriores al período de referencia; la tasa de desempleo en Querétaro, al igual que la nacional han ido declinandose; en Querétaro desde un 5.8% en el primer trimestre de 1996 hasta un 3.1% en el segundo trimestre de 1998, lo cual representa que la tasa se redujo un 47% en un período de dos años.

Tasa de desempleo e inflación nacional y Querétaro (trimestral).

| | 96-I | 96-II | 96-III | 96-IV | 97-I | 97-II | 97-III | 97-IV | 98-I | 98-II |
|--------------------------|------|-------|--------|-------|------|-------|--------|-------|------|-------|
| Tasa Desempleo Nacional | 6.2 | 5.6 | 5.5 | 4.7 | 4.3 | 3.9 | 3.7 | 3.1 | 3.5 | 3.2 |
| Tasa Desempleo Querétaro | 5.8 | 6.7 | 6.4 | 4.5 | 4.4 | 3.7 | 5.5 | 4.6 | 3.8 | 3.1 |
| Inflación Nacional | 8.3 | 6.4 | 4.4 | 6.1 | 5.6 | 2.9 | 3.0 | 3.4 | 5.2 | 2.9 |
| Inflación Querétaro | 8.5 | 6.7 | 4.6 | 5.0 | 5.7 | 2.9 | 3.0 | 3.1 | 5.1 | 3.0 |

Fuente: Agenda Económica del Estado de Querétaro, junio 1999.

3.1.3.3. Producto Interno Bruto (PIB).

El estado de Querétaro posee una estructura económica muy diversificada principalmente en la actividad industrial; este sector es especialmente relevante por su aportación al Producto Interno Bruto de la entidad y por el impacto favorable que genera cada año el arribo de nuevas inversiones nacionales y foráneas.

El Producto Interno Bruto de Querétaro ha ido creciendo cada año con un comportamiento exponencial, se puede considerar que su tasa de crecimiento se asemeja a la nacional, lo cual quiere decir que se tiene un desarrollo en la misma proporción y se refleja en el valor de la producción industrial y de servicios del estado; además, su aportación porcentual al PIB nacional ha crecido casi el doble desde 1970 hasta 1993.

Producto Interno Bruto nacional y estatal.

| PRODUCTO INTERNO BRUTO miles de pesos a precios corrientes | | | |
|---|-----------------------|------------------------|-----------------------------|
| AÑO | PIB NACIONAL TOTAL | PIB QUERÉTARO TOTAL | PARTICIPACIÓN PORCENTUAL |
| 1970 | 444,271.4 | 3,532.9 | 0.80 |
| 1975 | 1,100,049.8 | 10,410.3 | 0.95 |
| 1980 | 4,276,490.0 | 40,474.7 | 0.95 |
| 1985 | 47,391,702.0 | 593,433.0 | 1.25 |
| 1988 | 390,451,299.0 | 5,124,193.0 | 1.31 |
| 1993 | 1,127,584,133.0 | 15,867,729.0 | 1.41 |

Fuente: Agenda Económica de Querétaro, junio de 1999.

PIB por actividad económica.

| PRODUCTO INTERNO BRUTO DE QUERETARO (miles de pesos corrientes) | | | | | | | | |
|---|--------------|------------|---------------|------------|------------------|------------|-------------------|------------|
| Tipo de actividad económica | 1970 | % | 1980 | % | 1990 | % | 1995 | % |
| Agropecuario y pesca | 634 | 17.9 | 4,605 | 11.4 | 195,777 | 3.8 | 722,867 | 4.6 |
| Minería | 85 | 2.4 | 772 | 1.9 | 41,945 | 0.8 | 81,918 | 0.5 |
| Industria manufacturera | 964 | 27.3 | 13,899 | 34.3 | 2,354,128 | 45.9 | 4,660,582 | 29.4 |
| Construcción | 235 | 6.7 | 3,087 | 7.6 | 227,339 | 4.4 | 857,267 | 5.4 |
| Electricidad | 19 | 0.5 | 315 | 0.8 | 54,658 | 1.1 | 143,157 | 0.9 |
| Comercial, restaurantes y hoteles | 672 | 19 | 6,873 | 17 | 1,195,603 | 23.3 | 3,557,271 | 22.4 |
| Transportes y almacenamiento | 128 | 3.8 | 2,423 | 6 | 299,510 | 5.8 | 1,598,177 | 10.1 |
| Servicios financieros, seguros y bienes inmuebles | 408 | 11.5 | 3,239 | 8 | 239,095 | 4.7 | 1,645,793 | 10.4 |
| Servicios comunales, sociales y personales | 414 | 11.7 | 5,698 | 14.1 | 542,292 | 10.6 | 2,840,556 | 17.9 |
| Servicios bancarios imputados | (26) | (0.7) | (436) | (1.1) | (26,154) | (0.5) | (239859) | (1.5) |
| PIB Total Querétaro | 3,533 | 100 | 40,475 | 100 | 5,124,193 | 100 | 15,867,729 | 100 |
| Sector económico | 1970 | % | 1980 | % | 1990 | % | 1995 | % |
| Primario | 634 | 17.9 | 4,605 | 11.4 | 195,777 | 3.8 | 722,867 | 4.6 |
| Secundario | 1,303 | 36.9 | 18,073 | 44.7 | 2,678,070 | 52.3 | 5,742,924 | 36.2 |
| Terciario | 1,622 | 45.9 | 18,233 | 45 | 2,276,500 | 44.4 | 9,641,797 | 60.8 |
| Servicios bancarios imputados | (26) | (0.7) | (436) | (1.1) | (26,154) | (0.5) | (239859) | (1.5) |
| PIB Total Querétaro | 3,533 | 100 | 40,475 | 100 | 5,124,193 | 100 | 15,867,729 | 100 |

Fuente: Agenda Económica de Querétaro, junio de 1999.

*Nota: No existe información oficial del PIB estatal después de 1993, sólo existen proyecciones y estimaciones.

Para evaluar el concepto de marginación social, se considera un fenómeno que valora dimensiones, formas e intensidades de exclusión en el proceso de desarrollo y disfrute de sus beneficios, que es capaz de proporcionar una valoración unitaria del conjunto de las carencias y, a la vez, muestra un diagnóstico sobre cada una de sus dimensiones específicas.

El estado de Querétaro se encuentra en el 14° lugar en cuanto al índice y grado de marginación nacional, se le considera con un índice de 0.161 y un grado de Alta marginación, dentro del estado se clasifican 1 municipio con grado Muy Bajo de marginación, 4 municipios con grado Bajo, 3 en Medio, 9 en Alto y 1 en Muy Alto; ver la siguiente tabla y el Anexo 2.3 Índice y Grado de Marginación municipal.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Índice y Grado de marginación municipal.

| CLAVE | ESTADO, MUNICIPIO | INDICE | GRADO |
|-------|----------------------------|--------------|-------------|
| | ESTADO DE QUERÉTARO | 0.161 | ALTA |
| 22001 | Amealco de Bonfil | 0.608 | ALTA |
| 22002 | Pinal de Amoles | 1.223 | MUY ALTA |
| 22003 | Arroyo Seco | 0.401 | ALTA |
| 22004 | Cadereyta de Montes | 0.283 | ALTA |
| 22005 | Colón | 0.039 | MEDIA |
| 22006 | Corregidora | -1.031 | BAJA |
| 22007 | Ezequiel Montes | -0.361 | MEDIA |
| 22008 | Huimilapan | 0.426 | ALTA |
| 22009 | Jaipán de Serra | 0.465 | ALTA |
| 22010 | Landa de Matamoros | 0.954 | ALTA |
| 22011 | Marqués, El | -0.196 | MEDIA |
| 22012 | Pedro Escobedo | -0.537 | BAJA |
| 22013 | Peñamiller | 0.407 | ALTA |
| 22014 | Querétaro | -1.909 | MUY BAJA |
| 22015 | San Joaquín | 0.777 | ALTA |
| 22016 | San Juan del Río | -1.037 | BAJA |
| 22017 | Tequisquiapan | -0.717 | BAJA |
| 22018 | Tolimán | 0.268 | ALTA |

Fuente: Indicadores Socioeconómicos e Índice de Marginación Municipal, CONAPO y CNA.

Resumen Sociodemográfico.

| POBLACIÓN | 1990 | 1995 |
|--|-----------|-----------|
| Población total Estado de Querétaro | 1,051,235 | 1,250,476 |
| % Hombres | | 49.20% |
| % Mujeres | | 50.80% |
| % población de 15 a 64 años | 54.20% | 58.10% |
| edad mediana de la población estatal (años) | | 20 |
| Tasa de crecimiento promedio anual 1970-1990 y 1990-1995 | 3.94% | 3.53% |
| Población residente que nació en otra entidad o país | 17.24% | 19.72% |
| Población de 5 años y más hablante de lengua indígena | 20,392 | 20,738 |
| Total de localidades en el Estado | 1,471 | 2,112 |
| Localidades con más de 2,500 habitantes | 300 | 311 |
| CARACTERÍSTICAS EDUCATIVAS | | |
| Grado promedio de escolaridad en hombres (años) | | 7.65 |
| Grado promedio de escolaridad en mujeres (años) | | 6.97 |
| Población de 15 años y más por condición de Alfabetismo | 84.45% | 87.98% |
| Población de 15 años y más por condición de Analfabetismo | 15.33% | 11.87% |
| Población de 15 años y más con primaria terminada | 20.61% | 21.24% |
| Población de 15 años y más con instrucción media básica | 18.37% | 22.63% |
| Población de 15 años y más con instrucción media superior | 12.69% | 16.48% |
| Población de 15 años y más con instrucción superior | 7.46% | 10.60% |
| CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS | | |
| Población Económicamente Activa (% población > 12 años) | 43.06% | 54.47% |
| % Hombres (% PEA masculina) | 67.06% | 74.02% |
| % Mujeres (% PEA femenina) | 20.49% | 36.02% |
| Población Económicamente Inactiva (% población > 12 años) | 55.25% | 45.42% |
| % Hombres (% PEA masculina) | 31.15% | 25.83% |
| % Mujeres (% PEA femenina) | 77.92% | 63.91% |
| Población Económicamente Activa por condición de actividad | | |
| Ocupados (% PEA) | 96.91% | 96.13% |
| Desocupados (% PEA) | 3.09% | 3.87% |

Fuente: Anuario Estadístico del Estado de Querétaro, 1999.

3.2. Infraestructura.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.2.1. Recursos superficiales.

Se consideran las zonas, dentro el estado de Querétaro, pertenecientes a cuencas o subcuencas de las principales corrientes superficiales (8 subcuencas en el estado), incluidas éstas últimas en 3 subregiones hidrológicas, cuyas fronteras hidrológicas no coinciden con la división política de los municipios; además estas subregiones pertenecen a dos Regiones Hidrológicas del país.

Las subregiones de las que forma parte el estado de Querétaro, pertenecen hidrológicamente a dos regiones que son: Pánuco (RH-26) y Lerma - Santiago (RH-12), mismas que drenan sus aguas hacia el Golfo de México y hacia el Océano Pacífico respectivamente.

La Región Golfo Norte ocupa el 79% de la superficie del estado (9,289 Km²), sin embargo concentra sólo al 40.5% de la población total del estado. En esta parte del estado, se localizan algunos de los principales centros de población del estado, como San Juan del Río, Tequisquiapan, Pedro Escobedo, Ezequiel Montes y Amealco.

La red hidrográfica de esta parte del estado se agrupa en dos subregiones, las cuales a su vez están formadas por 4 subcuencas como se describe a continuación.

Áreas por subregión y subcuenca del Río Pánuco

| Subregión | Subcuenca | Superficie (Km ²)* | Población (hab.)** |
|--------------------------|------------|--------------------------------|--------------------|
| San Juan Qro. | San Juan | 2,906 | 343,419 |
| Alto Pánuco | Extoraz | 2,785.6 | 82,046 |
| | Moctezuma | 1,160.6 | 20,904 |
| | Sta. María | 2,436.8 | 60,574 |
| Total Región Hidrológica | | 9,289.0 | 506,943 |

Fuente: * Situación actual del recurso hídrico, estado de Querétaro/CNA. Gerencia estatal en Querétaro.
** Censo 95, Resultados definitivos/INEGI

La Subcuenca del Río San Juan forma parte de la Subregión San Juan Qro. la cual tiene una superficie de 5,906 Km² que comparten los estados de Hidalgo, México y Querétaro. Está conformada por los escurrimientos de los arroyos Vaquerías-Galindo, Arroyo Hondo, Río Blanco y el Arroyo La Culebra.

Se localiza al nordeste del Valle de México, colinda con la Subcuenca del Río Tula y con el parteaguas continental entre las cuencas del Golfo de México y las del Océano Pacífico. El Río San Juan nace en el Estado de México, aguas arriba de la presa Huapango, toma una dirección de sur a norte a partir del Arroyo Zarco, recibe aportaciones de los arroyos Prieto, Galindo, El Caracol, Escolásticas y La "D"; pasa por el Distrito de Riego N° 023 y las ciudades de San Juan del Río y Tequisquiapan, concluye en la confluencia con el Río Tula en la Presa Zimapán, para formar el Río Moctezuma.

La precipitación media es de 617 mm anuales, generando un escurrimiento virgen de 169 Mm³/año.

La Subcuenca del Río Moctezuma tiene una superficie dentro del estado de 1,160.6 Km² y se forma principalmente por los escurrimientos de los ríos Extoraz y San Juan. Su precipitación anual promedio es de 717.07 mm y genera un escurrimiento medio de 104.2 Mm³/año.

El Río Extoraz está formado por los escurrimientos de los ríos, Victoria, Tolimán, Arroyo Aposentos, Los Encinos, Derramadero, Arroyo El Plátano, El Naranja y El Acayo y

desemboca finalmente en la margen izquierda del Río Moctezuma. Tiene una superficie de 2,785.6 Km², la precipitación media promedio es de 507.11 mm lo que genera un escurrimiento virgen de 116.3 Mm³/año.

La Subcuenca del Río Santa María se extiende por los estados de Guanajuato, San Luis Potosí, Tamaulipas y Querétaro; dentro de este último, ocupa 2,436.8 Km². Se forma de los escurrimientos del Río Escanela- Jalpan, el cual recolecta las aguas de los arroyos Agua Fria, La Barranca, Adjuntas, Arroyo Jalpan, El Tigre y Piedra Blanca. Su precipitación media anual es de 727.29 mm generando un escurrimiento virgen de 236.9 Mm³/año.

Ríos de la Cuenca del Río Lerma (Región Lerma- Santiago- Pacífico).

La Cuenca Lerma - Chapala (RH-12) que ocupa el 21% de la superficie del estado con 2,480 Km², se considera como una de las cuencas más importantes en el país, por su extensión y potencial económico. Dentro de esta región se ubica la Zona Metropolitana de la ciudad de Querétaro, integrada por la conurbación de las localidades de La Cañada, Corregidora y Querétaro.

Hidrológicamente, en el estado de Querétaro abarca dos subregiones: Alto Lerma y La Laja; sin embargo dada la superficie tan pequeña que ocupa la primera de ellas, administrativamente se maneja sólo la subregión denominada La Laja.

En la tabla siguiente se describen las principales características de estas subregiones, así como de las subcuencas que las integran.

Áreas por subregión y subcuenca del Río Lerma

| Subregión | Subcuenca | Superficie (Km ²)* | Población (hab.)** |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------|
| La Laja | Begoña | 28.0 | 669 |
| | Pericos (Río Querétaro) | 2,200 | 71,840 |
| Alto Lerma | Solís | 62.0 | 1,370 |
| | Tepuxtepec | 170.0 | 23,089 |
| Total Región Hidrológica | | 2,480 | 743,533 |

Fuente: * Situación actual del recurso hídrico, estado de Querétaro/CNA. Gerencia estatal en Querétaro.

** Censo 95, Resultados definitivos/INEGI

El Río Querétaro tiene su origen al noreste de la ciudad dentro del municipio de El Marqués; se une con el Río El Pueblito en el sitio denominado Las Adjuntas, aguas abajo de la mancha urbana, dando origen al Río Apaseo, el cual a su vez es afluente de Río La Laja.

El Río El Pueblito se forma de los escurrimientos de los ríos San Pedro, Huimilpan, Río Bravo, La Cueva y las estribaciones al sur del Cerro el Cimatario, y desemboca en el Río Querétaro por su margen izquierda en el sitio denominado las Adjuntas.

La red hidrométrica con la que cuenta el estado de Querétaro, consta de 13 estaciones de las cuales, diez operan en condiciones normales y las restantes tres no operan de manera constante por falta de personal o equipo.

Red hidrométrica del estado de Querétaro.

| Nº | Estación | Municipio | Status |
|----|----------------------|------------------|--------|
| 1 | El Batán | Corregidora | OP |
| 2 | Galindo | San Juan del Rio | OP |
| 3 | Guillén | Peñamiller | OP |
| 4 | Km 0+700 | San Juan del Rio | OP |
| 5 | La "H" | San Juan del Rio | OP |
| 6 | Paso de Tablas | Tequisquiapan | OP |
| 7 | Paso de Tablas (Rio) | Tequisquiapan | OP |
| 8 | La Culebra | Pedro Escobedo | NO |
| 9 | La Culebra "A" | Pedro Escobedo | NO |
| 10 | P. Constitución 1917 | San Juan del Rio | OP |
| 11 | San Juan | San Juan del Rio | NO |
| 12 | San José | San Juan del Rio | OP |
| 13 | Tequisquiapan | Tequisquiapan | OP |

Fuente: Información de la Gerencia Estatal en Querétaro. OP: Opera. NO: No opera

3.2.2. Recursos subterráneos.

El recurso hidráulico subterráneo constituye para el estado de Querétaro y sus diversos tipos de usuarios, la principal fuente de abastecimiento, sobre todo para los asentamientos humanos, pero también para sustentar los centros industriales y las áreas de producción agrícola, en donde las fuentes superficiales no son accesibles o bien, resultan insuficientes para cubrir las demandas.

El presente apartado tiene por objeto hacer una relación sintética y ordenada de la información más actualizada, a través de una exposición que se inicia con la descripción de los 9 acuíferos comprendidos dentro de la circunscripción territorial del estado de Querétaro, incluyendo datos de áreas, número de aprovechamientos, volúmenes de recarga, extracción y disponibilidad, condiciones de explotación, volúmenes de extracción y disposiciones de veda vigentes. También se presenta la evolución de los niveles estáticos, de la calidad del agua subterránea, de los principales agentes contaminantes, de las condiciones geohidrológicas prevalecientes, así como algunas de las perspectivas de explotación y acciones preventivas y correctivas resultantes del diagnóstico.

Son nueve los acuíferos identificados dentro de la entidad, los cuales se encuentran concentrados en la mitad sur del estado, coincidiendo con las zonas de mayor concentración poblacional y de desarrollo industrial.

Características de los acuíferos de Querétaro.

| Clave | RH | Nombre del Acuífero | Área (Km ²) | No. de Aprov. | Tipo de Acuífero | Espesor medio (m) |
|-------|-------|---------------------|-------------------------|---------------|------------------|-------------------|
| 1 | RH-12 | Querétaro | 484 | 239 | Semiconfinado | 300 |
| 2 | RH-12 | Amazcala | 217 | 134 | Semiconfinado | 290 |

| | | | | | | |
|---|-------|------------------|-------|-------|---------------|--------|
| 3 | RH-26 | San Juan del Río | 1,225 | 715 | Semiconfinado | 400 |
| 4 | RH-12 | Buenavista | 350 | 73 | Semiconfinado | 300 |
| 5 | RH-26 | Tequisquiapan | 531 | 310 | Semiconfinado | 250 |
| 6 | RH-12 | Huimilpan | 211 | 87 | Libre | 300 |
| 7 | RH-12 | Amealco | 310 | 54 | Libre | 200 |
| 8 | RH-26 | Tolimán | 114 | 49 | Libre | 90 |
| 9 | RH-26 | Cadereyta | 103 | 3 | Confinado | 300 |
| | | | 3,545 | 1,664 | | x= 270 |

Fuente: Programa Hidráulico Estatal/CNA. Gerencia Estatal en Querétaro/1996

El Acuífero del Valle de Querétaro, está conformado en su parte superior por materiales de acarreo sin compactación (aluvión). El espesor del acuífero que subyace al aluvión es muy variable e irregular y va desde los 200 hasta los 600 m de profundidad, por lo que se estima un espesor promedio de 300 m. En la porción norte de la zona, el acuífero está limitado por afloramientos impermeables de rocas sedimentarias marinas e ígneas intrusivas, que lo separan parcialmente del acuífero de Buenavista.

De los 239 pozos activos reportados en 1997, 110 estaban destinados al uso público- urbano, 67 al uso agrícola, 45 para la industria, 5 para uso recreativo, 8 de abrevadero y 17 de servicio.

De estos aprovechamientos se extraen para los diferentes usos 103 Mm³/año; la profundidad promedio del nivel estático es de 110 m y la evolución de éste dentro del periodo 1990 – 1997 fue de 3.3 m anual, siendo las evoluciones negativas más agudas en las zonas de Carnation y Gerber con -6.6 m y en San Pedro Mártir con -4.0 m anual. Por otra parte, la recarga natural del acuífero se calcula en 70 Mm³/año, por lo que se reporta una sobreexplotación del 30% aproximadamente.

De lo anterior, se desprende que la problemática del Acuífero del Valle de Querétaro radica en que la extracción de volúmenes adicionales en cualquier zona del valle mediante nuevos aprovechamientos, será a costa de las reservas, pero además se tendrían que incrementar las profundidades de estos pozos, situación que además de agudizar la sobreexplotación del acuífero, elevaría considerablemente los costos de construcción y operación.

Con fecha 20 de febrero de 1998, se instaló formalmente el Comité de Aguas Subterráneas (COTAS) del Acuífero de Querétaro, con el objetivo de consensar y coordinar acciones para procurar el uso racional de las aguas del acuífero. Entre los avances más significativos está la formulación de un reglamento para la extracción, explotación, uso y aprovechamiento de las aguas de este acuífero, el cual se encuentra en la etapa de aprobación.

Dentro de Acuífero del Valle de Amazcala se tienen registrados 223 aprovechamientos de los cuales sólo 134 están activos. En esta zona predominan los pozos agrícolas (105), seguidos

de los destinados al uso público - urbano con 18 y 11 más para abrevadero. La profundidad del agua subterránea varía entre los 57 y 110 m y la evolución promedio es de -2.5 m por año. Es del tipo semiconfinado y tiene un espesor medio de 290 metros.

La extracción se calcula en 55 Mm³/año, contra una recarga de 34 Mm³/año, por lo que observa una sobreexplotación de 21 Mm³/año. Este acuífero, está integrado por una capa superficial de aluvión y, subyaciendo, rocas fracturadas andesíticas y riolíticas que asoman en las sierras circundantes.

Dentro de la primera etapa del programa de uso eficiente del agua y la energía implementado a partir de 1994, se han tecnificado 51 pozos, lo que permitió reducir en un periodo de 4 años la extracción para uso agrícola de 65 a 48 Mm³/año.

El segundo COTAS instalado en el estado, fue el que corresponde al acuífero de Amazcala (25 de septiembre de 1998). Los objetivos, al igual que el establecido en otros COTAS, es el de elaborar y llevar a cabo programas que permitan la recuperación, estabilización y preservación del acuífero.

El Acuífero del Valle de San Juan del Río, tiene una extensión calculada en 1,1225 Km², ubicándolo como el más grande dentro del estado. Su parte superior está constituida por relleno aluvial de geometría irregular y espesor máximo de 150 metros en la porción central del valle, y su parte inferior por rocas fracturadas de composición basáltica y andesítica, con espesor registrado de 300 a 400 m. Esta hidráulicamente conectado con el acuífero de Tequisquiapan, al oriente, y con el de Querétaro al poniente, a los cuales alimentaba en condiciones naturales; su aportación a este último ha sido casi anulada.

De acuerdo con los datos de 1997, se ubican dentro del valle 713 pozos de los cuales 500 son agrícolas, 124 se destinan para el abastecimiento de agua potable a los centros de población asentados sobre este acuífero, 39 pozos para el uso industrial y 52 para abrevadero.

La evolución del nivel estático dentro del periodo 1993-1997, es de aproximadamente -2.0 m por año con abatimientos puntuales de hasta 3.0 m en las zonas de los poblados de San Clemente, La Valla, La Fuente, El Colorado y Saldarriaga.

La extracción que se realiza mediante los aprovechamientos existentes es de 396 Mm³/año, mientras que la recarga es de 279 Mm³/año por lo que el déficit es de 117 Mm³/año.

El Acuífero Buenavista contiene 73 aprovechamientos de los que se extraen 29 Mm³/año, contra una recarga estimada en el mismo volumen anual, por lo que se considera en equilibrio. Las evoluciones anuales son variables considerándose en un promedio de -0.90 m por año. Su espesor medio es de 300 metros y es del tipo semiconfinado.

Este acuífero alimenta por flujo subterráneo a los de Amazcala y de Querétaro; está integrado por una capa superficial de aluvión y, subyaciendo, rocas fracturadas andesíticas y riolíticas que asoman en las sierras circundantes.

El Acuífero del Valle de Tequisquiapan tiene registrados en activo 310 captaciones con 198 pozos para usos agrícola, 88 para uso público - urbano y 24 de abrevadero. El nivel estático del acuífero varía entre los 20 y los 120 m de profundidad y su evolución dentro del periodo 1991-1997 se presentó en rangos que oscilaron entre -0.5 y -3.0 m por año. Es un acuífero

semiconfinado que tiene un espesor medio de 250 m; la extracción conjunta se calcula en 118 $\text{Mm}^3/\text{año}$ contra un recarga natural estimada en 109 $\text{Mm}^3/\text{año}$, lo que ubica al acuífero en equilibrio. El acuífero de Tequisquiapan está compuesto, en orden creciente de profundidad, por aluvión de poco espesor, conglomerados poco cementados y rocas fracturadas de composición riolítica expuestas en las montañas adyacentes.

En el Acuífero del Valle de Huimilpan se tienen registrados 87 pozos de los cuales 74 se reportan en operación; de este total, 67 pertenecen a usuarios agrícolas, 9 son para abasto de agua potable y 11 son de abrevadero. La profundidad del nivel del agua varía de 30 a 120 m y se tienen registros de abatimientos anuales máximos y mínimos de -1.0 y -0.2 respectivamente. Cuenta con un espesor medio de 300 m y se considera del tipo libre; se extrae mediante los aprovechamientos 22 $\text{Mm}^3/\text{año}$ y se recargan naturalmente 20 $\text{Mm}^3/\text{año}$. En esta zona, las rocas acuíferas predominantes son tobas riolíticas y derrames basálticos, siendo el espesor explorado apenas de unos 200 m.

El 10 de diciembre de 1998 se elaboró el acta en donde quedó instalado el COTAS del acuífero de Huimilpan, con el objetivo de mejorar la gestión de las aguas nacionales del acuífero y de formular y ejecutar programas y acciones que permitan la estabilización y preservación del acuífero.

El Acuífero del Valle de Amealco, contiene 52 aprovechamiento a través de los cuales se realiza la extracción de 19 $\text{Mm}^3/\text{año}$, el cual equivale aproximadamente a la recarga natural del acuífero. La profundidad del nivel estático varía y se ubica entre los 35 y los 110 m. Se considera un acuífero libre y su espesor medio es de 200 m. En la zona de Amealco, las rocas predominantes al igual que en Huimilpan, son tobas riolíticas y derrames basálticos.

El Acuífero del Valle de Tolimán, contrario a otros acuíferos, se destina predominantemente al uso público urbano. Se tienen registrados 49 aprovechamientos de los cuales 46 son pozos y 3 son manantiales con un volumen de extracción de 2 $\text{Mm}^3/\text{año}$ y una recarga de igual magnitud. Este acuífero también se considera del tipo libre cuyo espesor medio es de 90 m. Aluvión, depósitos lacustres y tobas riolíticas forman el acuífero de Tolimán, sobreyaciendo a los conglomerados que en esa zona constituyen el basamento impermeable.

En el Acuífero del Valle de Cadereyta, se tienen registrados sólo 5 aprovechamientos; 3 pozos y 2 manantiales destinados en su total para el abastecimiento de agua potable con una extracción de 3.8 $\text{Mm}^3/\text{año}$. La profundidad del nivel estático se ubica entre los 180 y 200 m. Se considera como acuífero confinado con un espesor medio de 300 metros.

En cuanto a calidad del agua subterránea, solamente se tienen estudios para los acuíferos de Querétaro, San Juan del Río y Tequisquiapan, en los cuales se detectaron los siguientes resultados por contaminante:

Grasas y aceites: En Querétaro se presentaron valores mayores a cero aunque se ha tenido una tendencia a disminuir hasta en 10 mg/l; para los acuíferos de San Juan del Río y Tequisquiapan se presentan concentraciones importantes de 16 y 25 mg/l respectivamente.

Plomo: En los tres acuíferos se presentan trazas menores a lo que marca la normatividad de salud que son 50 ug/l.

Coliformes fecales: Los tres acuíferos presentan buena calidad del agua, apta para consumo humano, con valores menores a 1000 ufc/100 ml que marca la norma, sin embargo se recomienda eliminar cualquier concentración.

Demanda química de oxígeno: Se sobrepasan los límites permisibles de 2 mg/l en el acuífero de Querétaro, en San Juan del Río y Tequisquiapan se presentan valores mayores a cero pero sin rebasar la norma.

Nitrógeno: Solamente se presentan algunos valores con nitrógeno total, el 45% de las muestras en Querétaro, y del total de muestras en San Juan y Tequisquiapan solamente 3 de ellas en cada caso, presentaron valores de nitrógeno.

Conductividad eléctrica: Sin inconvenientes para los tres acuíferos, dentro de las normas de salud establecidas, aunque los mayores valores se presentan en la zona industrial de Querétaro, debido quizá a que en esa porción el acuífero es más arcilloso.

Sólidos totales disueltos: Sin inconvenientes para los tres acuíferos, dentro de las normas de salud establecidas.

Sulfatos: En los tres acuíferos se presentan valores sin rebasar la norma de 500 mm/l, en los casos de San Juan y Tequisquiapan muy por debajo de la norma establecida.

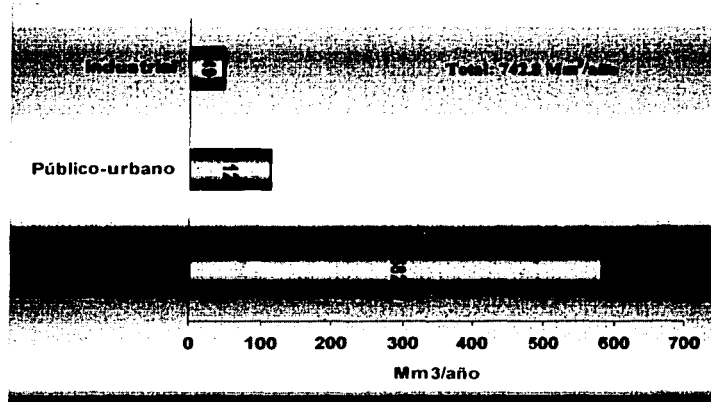
Nitratos: En Querétaro, se presentan valores desde 6 y hasta 10 veces por encima de la norma que son 5 mg/l; para los otros dos acuíferos se presentan hasta 4 veces el límite máximo permisible.

Detergentes y amonio: Se presume ausencia de ambos parámetros en los tres acuíferos.

Características geohidrológicas de los acuíferos.

| Nº | Acuífero | Extracc Mm ³ /año | Recarg a Mm ³ /año | Disponibilida d Mm ³ /año | Prof. Med. N.E. (m) | Condición Geohidrológi ca |
|-------|---------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------|---------------------------------|
| 1 | Querétaro | 103 | 70 | 0 | 110 | Sobreexplota do |
| 2 | Amazcala | 55 | 34 | 0 | 40-80 | Sobreexplota do |
| 3 | San Juan del Río | 396 | 279 | 0 | 10-110 | Sobreexplota do |
| 4 | Buenavista | 21 | 24 | 0 | 100 | Equilibrio |
| 5 | Tequisquiapan | 118 | 109 | 0 | 20-120 | Sobreexplota do |
| 6 | Huimilpan | 22 | 20 | 0 | 60 | Sobreexplota do |
| 7 | Amealco | 19 | 19 | 0 | 35-110 | Equilibrio |
| 8 | Tolimán | 2 | 2 | 0 | 10-40 | Equilibrio |
| 9 | Cadereyta | 3.8 | 3.8 | 0 | 180 | Equilibrio |
| Total | | 742.8 | 560.8 | | | |

Extracciones de aguas subterráneas por usos.



ente: Programa Hidráulico Estatal/CNA. Gerencia Estatal en Querétaro/1996

3.2.3. Balance integral.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La perspectiva que se tiene al realizar los balances hidráulicos integrales, permite conocer los elementos en cuanto a cantidad de agua existente en una cuenca o subcuenca, los volúmenes utilizados por cada uso así como los volúmenes disponibles para nuevos usos, o bien el déficit del recurso que se tiene por las demandas actuales, de manera que permite la definición de lineamientos para la toma de decisiones que alcancen una conservación y desarrollo tanto de las fuentes como de los aprovechamientos de la entidad.

En cuanto al balance de aguas superficiales se deben analizar no solamente las condiciones de oferta y demanda de las subcuencas que conforman cada subregión, sino la manera en que se explota el recurso en sus polos de desarrollo.

Para las subregiones La Laja y San Juan se tiene que la disponibilidad relativa es deficitaria, esto se debe en buena medida a las actividades productivas que se desarrollan en la entidad principalmente agrícolas e industriales, así como a la gran concentración de habitantes que se han asentado en sus centros urbanos y a los escasos volúmenes de agua que escurren superficialmente. Situación que demanda volúmenes del recurso excesivos acentuados por los modos actuales de captación, conducción y aprovechamiento, estado y conservación de la infraestructura, procesos industriales de baja eficiencia de uso y reuso, etc. Aunado a lo anterior se tienen volúmenes comprometidos de las corrientes principales aguas abajo de las subcuencas, para ser aprovechados en otras entidades que incrementan el déficit.

El estado de Querétaro cuenta con un volumen de escurrimiento virgen de 730.93 Mm³ anuales, de los cuales un 16% se generaron en la Subregión La Laja, un 18% en la Subregión

San Juan y el 66% complementario en la Subregión Alto Pánuco (es decir, 16% en la Región 12 Lerma Santiago y 84% en la Región 26 Pánuco).

La precipitación media ponderada es de 612.74 mm y se distribuye en 2,480 km de La Laja, 2,906 km de San Juan y 6,383 de Alto Pánuco. Las principales corrientes superficiales en el estado son los ríos: Querétaro, San Juan, Extoraz, Moctezuma y Santa María.

Los aprovechamientos que se tienen son para los usos público urbano, agrícola e industrial principalmente, los cuales demandan un volumen de 283.66 Mm³ anuales; existen además otros usos no consuntivos, evaporaciones en vasos, exportaciones y volúmenes comprometidos que incrementan la demanda.

En el estado de Querétaro el agua del subsuelo es una fuente vital para su desarrollo en todos los ordenes de su dinámica social y productiva. Son nueve los acuíferos de los que se abastece la entidad, los denominados Querétaro, Buenavista, Amazcala, Huimilpan y Amealco en la subregión La Laja; San Juan del Río y Tequisquiapan en la subregión San Juan y por último Tolimán y Cadereyta en la subregión Alto Pánuco.

Se observa que la recarga de los acuíferos en el estado, es de 560.8 Mm³ anuales, mientras que la extracción es de 742.8 Mm³ al año, existiendo un déficit de 182 Mm³ anuales que se da por la sobreexplotación de los acuíferos Querétaro, Amazcala, San Juan del Río, y Tequisquiapan, siendo más grave la situación en el acuífero de San Juan del Río, que aunque es el de mayor extensión, es el que cuenta con el 44% de los pozos del estado. Por otra parte, se observa que, a excepción del acuífero de Querétaro, donde el número de pozos es mayor para uso público urbano, en los demás acuíferos el uso es en gran medida, para el sector agrícola, principalmente en San Juan del Río y Tequisquiapan. Actualmente estos acuíferos se encuentran bajo una veda rígida.

En la siguiente tabla se presenta el balance integral de aguas superficiales y subterráneas por subregión y estatal, así como sus principales características.

Balance Integral del estado de Querétaro.

| SUBREGIÓN HIDROLÓGICA | DISPONIBILIDAD NATURAL | | | RECURSOS HIDRAULICOS SUPERFICIALES ADICIONALES | | | | DEMANDAS POR CUENCA PROPIA | |
|-----------------------|------------------------|---------|-------------------------------|--|----------------------|--------------|-------|----------------------------|-----------------------|
| | Escurremient-to virgen | Recarga | Disponibili dad natural total | Escurremient-o Aguas Arriba | Retornos utilizables | Transferidos | | No consuntivos | Evapora ción en vasos |
| | | | | | | Imp. | Exp. | | |
| LA LAJA | 116.43 | 167.00 | 288.43 | 0.00 | 57.93 | 3.00 | 0.00 | | 5.05 |
| SAN JUAN | 134.09 | 388.00 | 522.09 | 83.27 | 42.40 | 18.26 | 34.23 | | 43.81 |
| ALTO PANUCO | 480.41 | 5.80 | 486.21 | --- | 1.07 | 0.00 | 0.00 | | 6.70 |
| TOTAL ESTADO | 730.93 | 560.80 | 1296.73 | 83.27 | 101.40 | 21.26 | 34.23 | 0.00 | 55.56 |

| SUBREGIÓN HIDROLÓGICA | DEMANDAS POR CUENCA PROPIA | | | BALANCE HIDRAULICO | | | | |
|-----------------------|----------------------------|-------------|---------|--------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|
| | Consuntivas | | | Aguas Subterráneas | | Aguas Superficiales | | |
| | Superficial | Subterránea | Total | Balance | Sobre explotación | Escurremient-o aguas abajo | Vol.s. Comp. Aguas Abajo | Disponib. relativa |
| LA LAJA | 122.76 | 223.00 | 345.76 | -56.00 | 34% | 49.55 | 49.55 | DEFICIT |
| SAN JUAN | 119.14 | 514.00 | 633.14 | -126.00 | 32% | 79.54 | 280.01 | DEFICIT |
| ALTO PANUCO | 41.76 | 5.80 | 47.56 | 0.00 | 0% | 433.02 | * | ** |
| TOTAL ESTADO | 283.66 | 742.80 | 1026.46 | -182.00 | 32% | 562.11 | | |

* En proceso de análisis por la Gerencia Regional.

** La disponibilidad está sujeta a los volúmenes comprometidos Aguas Abajo.

Por lo que respecta a la disponibilidad relativa, se tiene una relación entre oferta y demanda en el estado con un valor de 1.26, que de acuerdo con el criterio propuesto por la CNA, corresponde a una situación de déficit, sin perder de vista que, además se incrementa por los volúmenes que se tienen comprometidos aguas abajo de las principales corrientes.

En lo que corresponde a la subregión La Laja, las necesidades de agua de los usuarios superan la oferta natural de agua superficial y subterránea, este desequilibrio ha hecho que se recurra a la sobreexplotación de los acuíferos y a comprometer, con los niveles actuales de eficiencia, la totalidad del agua superficial, lo que provoca severos conflictos entre usuarios además que los niveles de contaminación limitan la posibilidad de aprovechar el agua en otros usos productivos.

3.3. Usos del Agua.

El objeto de este capítulo es definir a partir de información documental los diferentes tipos de usuarios que existen en el estado por subregión, los volúmenes de extracción y el origen de ellos, así como los volúmenes aproximados de consumo y de descarga.

En la dotación de agua de una ciudad, normalmente se incluye a los usos: doméstico, municipal, comercial, de servicios, recreativo y de pequeñas y medianas industrias destinadas básicamente al servicio de la misma localidad. Para efectos del presente estudio, se estimarán los volúmenes de demanda de agua separando por un lado, lo correspondiente al uso doméstico, comercial y de servicios y por el otro, lo que se refiere exclusivamente al uso industrial.

El uso agrícola en el estado de Querétaro, como en el resto del país, es el sector usuario que utiliza el mayor volumen de agua. Se estima que en la entidad, el sector agropecuario extrae el 85% aproximadamente del volumen total empleado en usos consuntivos.

Por el contrario, el agua empleada para la generación de energía eléctrica es poco representativo, comparado con otros usos, lo mismo que sucede con los usos acuicultura y recreación.

La metodología, las consideraciones y las fuentes de información tomadas en cuenta para el cálculo de volúmenes se detallan en los apartados correspondientes a cada uso.

3.3.1. Agua potable.

De este sector es del que existe una mayor cantidad de información documental actualizada en cuanto a población, coberturas, consumos, pérdidas, agua contabilizada, dotaciones, etc., datos necesarios para la estimación de los volúmenes de demanda de agua.

Para estimar el volumen de demanda de agua correspondiente al uso público – urbano, se obtendrá primeramente lo concerniente a los usos doméstico, comercial y de servicios y posteriormente a lo que corresponde al uso industrial.

El uso doméstico depende fundamentalmente de tres factores: la población (el número de usuarios), el consumo (el requerimiento neto de agua de cada usuario), las pérdidas físicas y comerciales (el porcentaje de agua no contabilizada) conformando a su vez éstos dos últimos a la dotación (el requerimiento bruto de agua de cada usuario para obtener servicio continuo). Para un mejor acercamiento a las demandas reales de este sector, se consideraron por separado las demandas de zonas rurales (menor a 2,500 habitantes) y de zonas urbanas en que se divide el estado, a efecto de tomar en cuenta para éstas últimas el número de usuarios por tamaño de la localidad, el clima predominante, así como la composición socioeconómica en particular (esto se traduce en un consumo y dotación distinta por rango), así mismo el porcentaje de pérdidas físicas y comerciales que inciden en el nivel de servicio de las localidades.

La población actual (año 2,000), se obtuvo a partir de los resultados definitivos del Censo 95 realizado por INEGI, proyectando el crecimiento de la población considerando el comportamiento histórico de las tasas municipales, adecuadas a las tendencias propuestas por CONAPO. De esta manera se obtuvo la población por municipio y por tamaño de localidad.

Población actual (año 2,000) por subregión.
Subregión Alto Pánuco

| Municipio | Población Total 1995 ¹ | Tasa % | Población Total 2000 |
|--------------------------------|--------------------------------------|--------------|-------------------------|
| Arroyo Seco | 13,203 | 0.073 | 13,251 |
| Cadereyta de Montes | 51,641 | 2.817 | 59,336 |
| Colón | 43,443 | 3.285 | 51,063 |
| Ezequiel Montes | 25,605 | 3.214 | 29,993 |
| Jaipán de Serra | 21,671 | 2.382 | 24,379 |
| Landa de Matamoros | 18,848 | 0.789 | 19,603 |
| Peñamiller | 17,748 | 1.899 | 19,498 |
| Pinal de Amoles | 26,864 | 0.701 | 27,818 |
| San Joaquín | 7,490 | 3.755 | 9,006 |
| Tolimán | 20,019 | 2.160 | 22,277 |
| Subtotal S. Alto Pánuco | 246,532 | 2.301 | 276,224 |

Subregión San Juan Qro.

| Municipio | Población Total 1995 ¹ | Tasa % | Población Total 2000 |
|----------------------------------|--------------------------------------|--------------|-------------------------|
| Amealco de Bonfil | 50,407 | 1.622 | 54,631 |
| Pedro Escobedo | 46,270 | 3.114 | 53,937 |
| San Juan del Río | 154,922 | 3.066 | 180,177 |
| Tequisquiapan | 45,779 | 3.356 | 53,992 |
| Subtotal S. San Juan Qro. | 297,378 | 2.880 | 342,737 |

Subregión La Laja

| Municipio | Población Total 1995 ¹ | Tasa % | Población Total 2000 |
|----------------------------|--------------------------------------|--------------|-------------------------|
| Corregidora | 59,855 | 4.683 | 75,245 |
| Huimilpan | 26,809 | 1.824 | 29,345 |
| El Marqués | 60,680 | 1.574 | 65,609 |
| Querétaro | 559,222 | 3.071 | 650,538 |
| Subtotal S. La Laja | 706,566 | 3.042 | 820,737 |

| | | | |
|------------------------|------------------|---------------|------------------|
| Total Querétaro | 1,250,476 | 2.859% | 1,439,698 |
|------------------------|------------------|---------------|------------------|

1_/ Fuente: Resultados Definitivos, Censo 95/ INEGI.

Se observa que la tasa promedio de crecimiento para el estado, de 2.8586% anual estimada para el período 1995-2000, es menor que la registrada en el período 1990-1995 (3.532%) y a la que se presentó entre 1980 y 1990 que fue del 3.579%, sin embargo sigue siendo superior a la tasa de crecimiento promedio nacional.

Por otra parte, de acuerdo al tamaño de la localidad, tenemos la siguiente distribución de la población.

Población actual (año 2,000) por tamaño de la localidad.

Subregión Alto Pánuco

| Rango de habitantes | Nº de habitantes 1995 | Nº de habitantes 2000 |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1-499 | 112,320 | 123,696 |
| 500-2499 | 92,263 | 104,107 |
| 2500-4999 | 9,702 | 11,149 |
| 5000-49999 | 32,247 | 37,272 |
| 50000-99999 | 0 | 0 |
| 100000-499999 | 0 | 0 |
| | 246,532 | 276,224 |

Subregión San Juan Qro.

| Rango de habitantes | Nº de habitantes 1995 | Nº de habitantes 2000 |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1-499 | 29,293 | 32,947 |
| 500-2499 | 93,677 | 106,898 |
| 2500-4999 | 53,271 | 61,580 |
| 5000-49999 | 36,605 | 43,000 |
| 50000-99999 | 84,532 | 98,312 |
| 100000-499999 | 0 | 0 |
| | 297,378 | 342,737 |

Subregión La Laja

| Rango de habitantes | Nº de habitantes 1995 | Nº de habitantes 2000 |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1-499 | 25,358 | 29,248 |
| 500-2499 | 104,848 | 119,595 |
| 2500-4999 | 46,671 | 53,378 |
| 5000-49999 | 60,147 | 72,302 |
| 50000-99999 | 0 | 0 |
| 100000-499999 | 469,542 | 546,214 |
| | 706,566 | 820,737 |

Estado De Querétaro

| Rango de habitantes | Nº de habitantes 1995 | Nº de habitantes 2000 |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1-499 | 166,971 | 185,891 |
| 500-2499 | 290,788 | 330,600 |
| 2500-4999 | 109,644 | 126,107 |
| 5000-49999 | 128,999 | 152,574 |
| 50000-99999 | 84,532 | 98,312 |
| 100000-499999 | 469,542 | 546,214 |
| | 1,250,476 | 1,439,698 |

1 / Fuente: Resultados Definitivos, Censo 95/ INEGI.

De acuerdo con la tabla anterior, la población que vive actualmente en localidades menores a 2,500 habitantes y que se denomina población rural es de 516,491 habitantes (36%), mientras que la población urbana es de 923,207 habitantes (64%), de los cuales el 69.8% se concentra en las ciudades de Santiago de Querétaro y San Juan del Río.

Como se mencionó anteriormente, para determinar los valores de las dotaciones necesarias para proporcionar un servicio continuo se considerará por un lado a los usuarios en zonas rurales y por el otro a los usuarios en zonas urbanas; sin embargo en ambos casos se

afectarán las dotaciones por un factor de pérdidas o de agua no contabilizada, dando como resultado una dotación para servicio continuo con la eficiencia actual, la cual se aplicará para el cálculo de los volúmenes de demanda.

Para el caso de las comunidades rurales, se consideró que en promedio las pérdidas son del orden del 50% del agua suministrada tomado en cuenta que en este tipo de sistemas las longitudes de conducción son grandes comparados con el gasto, no se tienen suficientes sistemas de control que eviten el desperdicio en las captaciones o tanques de regularización, las tomas son instaladas muchas veces por personal no capacitado y las fugas se reparan sólo cuando son visibles.

De acuerdo con información de algunas de las principales cabeceras municipales del estado, relacionada con el porcentaje de agua no contabilizada, se determinaron valores para las pérdidas físicas para los rangos de población que se manejan. Así, se considerará un 46% en localidades de 2,500 a 5,000 habitantes, 47% en localidades entre 5 mil y 50 mil habitantes, 47.6% para la ciudad de San Juan del Río y para la ciudad de Santiago de Querétaro que existe una actualización del estudio de evaluación de pérdidas, se tomó el dato calculado de 47.8%.

Para las poblaciones correspondientes a las categorías entre 1 y 499 habitantes y de 500 a 2,499 habitantes se consideraron las dotaciones recomendadas para sistemas rurales, en donde se otorgan valores en función del clima y del tipo de toma.

Dotaciones mínimas (en litros/hab/día) para sistemas rurales.

| Clima | Hidrante Público | Toma Domiciliaria |
|----------|------------------|-------------------|
| Húmedo | 60 - 70 | 70 - 90 |
| Promedio | 70 - 80 | 90 - 110 |
| Seco | 80 - 90 | 110 - 130 |

Nota: Estos valores consideran la existencia de una escuela, una iglesia, algunas cabezas de ganado y aves de corral.
Fuente: Sistemas Rurales, Libro II, 1ª secc., Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento/CNA.

Con base en lo anterior, se caracterizó cada una de las tres subregiones de acuerdo al clima predominante, considerando hidrantes públicos para poblaciones menores a 500 habitantes y tomas domiciliarias para poblaciones entre 500 y 2,499 habitantes.

Dotaciones para localidades rurales.

| Subregión | Clima | Dotación (lt/hab/día) | | % de Pérdidas | Dot. Corregida (lt/hab/día) | |
|---------------|----------|-----------------------|----------|---------------|-----------------------------|----------|
| | | 1-499 | 500-2499 | | 1-499 | 500-2499 |
| Alto Pánuco | Promedio | 80 | 110 | 50.0 | 160 | 220 |
| San Juan Qro. | Seco | 90 | 130 | 50.0 | 180 | 260 |
| La Laja | Seco | 90 | 130 | 50.0 | 180 | 260 |

Fuente: Sistemas Rurales, Libro II, 1ª secc., Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento/CNA.

Para las poblaciones que van de los 2,500 habitantes en adelante, se aplicó el criterio de considerar las pérdidas físicas y comerciales por corresponder al porcentaje de agua no contabilizada, así como los consumos registrados de acuerdo al clima y nivel socioeconómico determinados por el IMTA en el estudio de actualización de dotaciones del país realizado en 1992 - 1993.

Dotaciones por clase socioeconómica según IMTA.

| Clima | Temperatura media anual en °C | Consumo por clase socioeconómica | | |
|------------|-------------------------------|----------------------------------|---------|-----------|
| | | Residencial % | Media % | Popular % |
| Cálido | Mayor a 22 | 400 | 230 | 185 |
| Semicálido | de 18 a 22 | 300 | 205 | 130 |
| Templado | De 12 a 18 | 250 | 195 | 100 |

De acuerdo a la tabla anterior, para las zonas urbanas del estado de Querétaro se utilizarán los consumos para clima semicálido, por lo que se consideraron los valores siguientes: 300 lt/hab/día para residencial, 205 lt/hab/día para media y 130 lt/hab/día para popular. En virtud de lo anterior, faltaría definir qué porcentaje de la población del estado cuenta con cada una de las dotaciones mencionadas.

Para encontrar una distribución de la población según su nivel socioeconómico, se acudió al XI Censo General de Población y Vivienda 1990, del cual mediante una distribución de la población económicamente activa según sus ingresos, (considerando de cero a 2 salarios mínimos como popular, de 2 a 5 como medio y más de 5 salarios mínimos como residencial) se obtuvo que el promedio estatal es de 8.5% de la población, puede considerarse con una dotación de tipo residencial, el 24.5% de tipo medio y el 67% restante de tipo popular. Estos porcentajes no necesariamente se mantienen constantes para localidades de cualquier tamaño, sino por el contrario, es de esperarse que para poblaciones pequeñas o rurales, casi la totalidad de la gente cuenta con una dotación de tipo popular. Por otro lado, en ciudades con un mejor nivel de servicios, se espera que la dotación de tipo residencial se incremente. De esta forma y bajo este criterio, se propone lo siguiente:

Dotaciones para localidades mayores a 2,500 habitantes.

| Tamaño de la localidad | Composición por estrato social | | | Dotación lt/hab/día | % de pérdidas | Dot. Corregida lt/hab/día |
|------------------------|--------------------------------|-----------|-------------|---------------------|---------------|---------------------------|
| | Residencial 300 | Media 205 | Popular 130 | | | |
| 2500-4999 | 2.0% | 10.0% | 88.0% | 141 | 46.0% | 261 |
| 5000-49999 | 5.0% | 12.0% | 83.0% | 148 | 47.0% | 278 |
| 50000-99999 | 12.0% | 25.0% | 63.0% | 169 | 47.6% | 323 |
| 100000-499999 | 17.0% | 30.0% | 53.0% | 181 | 47.8% | 348 |

Nota: Los valores de las pérdidas fueron propuestos en conjunto con la Gerencia Estatal.

Con la población y las dotaciones definidas, se puede obtener el volumen de demanda para el uso doméstico.

Volúmenes de demanda para uso doméstico.

Subregión Alto Pánuco

| Rango de habitantes | Nº de habitantes 2000 | Dotación | | Demanda Miles m ³ /año |
|---------------------|-----------------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|
| | | lt/hab/día | m ³ /hab/año | |
| 1-499 | 123,696 | 160 | 58.40 | 7,224 |
| 500-2499 | 104,107 | 220 | 80.30 | 8,360 |
| 2500-4999 | 11,149 | 261 | 95.24 | 1,062 |
| 5000-49999 | 37,272 | 278 | 101.58 | 3,786 |
| 50000-99999 | 0 | 296 | 108.11 | 0 |
| 100000-499999 | 0 | 334 | 121.95 | 0 |
| | 276,224 | | | 20,432 |

Subregión San Juan Qro.

| Rango de habitantes | Nº de habitantes 2000 | Dotación | | Demanda miles m ³ /año |
|---------------------|-----------------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|
| | | lt/hab/día | m ³ /hab/año | |
| 1-499 | 32,947 | 180 | 65.70 | 2,165 |
| 500-2499 | 106,898 | 260 | 94.90 | 10,145 |
| 2500-4999 | 61,580 | 261 | 95.24 | 5,865 |
| 5000-49999 | 43,000 | 278 | 101.58 | 4,368 |
| 50000-99999 | 98,312 | 323 | 117.82 | 11,583 |
| 100000-499999 | 0 | 334 | 121.95 | 0 |
| | 342,737 | | | 34,126 |

Subregión La Laja

| Rango de habitantes | Nº de habitantes 2000 | Dotación | | Demanda miles m ³ /año |
|---------------------|-----------------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|
| | | lt/hab/día | m ³ /hab/año | |
| 1-499 | 29,248 | 180 | 65.70 | 1,922 |
| 500-2499 | 119,595 | 260 | 94.90 | 11,350 |
| 2500-4999 | 53,378 | 261 | 95.24 | 5,084 |
| 5000-49999 | 72,302 | 278 | 101.58 | 7,345 |
| 50000-99999 | 0 | 323 | 117.82 | 0 |
| 100000-499999 | 546,214 | 348 | 126.84 | 69,285 |
| | 820,737 | | | 94,984 |

Estado de Querétaro

| Rango de habitantes | Nº de habitantes 2000 | Dotación | | Demanda miles m ³ /año |
|---------------------|-----------------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|
| | | lt/hab/día | m ³ /hab/año | |
| 1-499 | 185,891 | 167 | 60.84 | 11,310 |
| 500-2499 | 330,600 | 247 | 90.30 | 29,854 |
| 2500-4999 | 126,107 | 261 | 95.24 | 12,010 |
| 5000-49999 | 152,574 | 278 | 101.58 | 15,499 |
| 50000-99999 | 98,312 | 323 | 117.82 | 11,583 |
| 100000-499999 | 546,214 | 348 | 126.84 | 69,285 |
| | 1,439,698 | 285 | 103.87 | 149,541 |

Fuente: Datos Básicos, Libro V, 1º secc., Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento/CNA.

Adicionalmente, al uso doméstico se le sumará el volumen necesario para satisfacer la demanda de los sectores comerciales y de servicios instalados en las diferentes localidades y que hacen uso del agua suministrado a través de las redes municipales.

Para este caso, se considerará la información disponible para los distintos subsectores en que se divide el sector de los servicios, de acuerdo a la CMAP (Clasificación Mexicana de Actividades y Productos) y utilizada por el INEGI en el levantamiento de los Censos Económicos.

La demanda será entonces, la suma del volumen utilizado por los trabajadores empleados más el volumen consumido como parte de la operación de los diferentes establecimientos. Para el caso del personal ocupado por subsector, se tiene el dato correspondiente al último Censo Económico realizado en 1994; el volumen de operación, sólo se considerará para dos de los subsectores: 1) el relacionado con servicios educativos y médicos (subsector 92) y 2) el subsector 93 correspondiente a restaurantes y hoteles.

En este sentido, se cuenta con indicadores propuestos por la CNA y con información sobre datos que ayudan a estimar este volumen, como se muestra en las siguientes tablas.

Dotaciones para los subsectores 92 y 93.

Subsector 92

| | Unidades ² | Dotación ¹ | m ³ /año |
|------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| Hospitales | 2,005 camas | 800 l/cama/día | 585,460 |
| Escuelas | 371,530 alumnos | 20 l/alumno/turno | 2,712,169 |
| | | total: | 3,297,629 |

Subsector 93

| | Unidades ² | Dotación ¹ | m ³ /año |
|---------|--------------------------|-----------------------|---------------------|
| Hoteles | 2,431 cuartos 4 y 5 est. | 1,500 l/cuarto/día | 1,330,973 |
| | 3,171 cuartos < 3 est. | 1,000 l/cuarto/día | 1,157,415 |
| | | total: | 2,488,388 |

1/_Datos Básicos, Libro V, 1ª secc., tema 1, Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento/CNA
2/_Anuario Estadístico del Estado de Querétaro/INEGI - GEO

Consumo de agua del personal prestador de servicios.

| Subsector | Nombre | Dotación de Personal de Operación | |
|-----------|---|-----------------------------------|------------|
| 82 | Servicios de alquiler y admon. de bienes inmuebles | 30 | l/trab/día |
| 83 | Servicio de alquiler de bienes muebles | 100 | l/trab/día |
| 92 | Servicios educativos, de investigación, médicos, de asistencia social y de asoc. civiles y religiosas | 30 | l/trab/día |
| 93 | Restaurantes y hoteles | 100 | l/trab/día |
| 94 | Servicios de esparcimiento, culturales, recreativos y deportivos | 100 | l/trab/día |
| 95 | Servicios profesionales, técnicos, especializados y personales. Incluye los prestados a las empresas | 30 | l/trab/día |
| 96 | Servicios de reparación y mantenimiento | 100 | l/trab/día |
| 97 | Servicios relacionados con la agricultura, ganadería, construcción, transportes, financieros y comercio | 30 | l/trab/día |

Fuente: Datos Básicos, Libro V, 1ª secc., tema 1, Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento/CNA

De esta manera, la demanda para este uso, se integra como se muestra en la tabla siguiente

Volúmenes de demanda del sector comercial y de servicios.

| Subsector | Nombre | Número de Establecim. ¹ | Personal Ocupado ¹ | Demanda Anual en miles de m ³ | | |
|-----------|--------|------------------------------------|-------------------------------|--|--------------|-------|
| | | | | De operación | Del Personal | Total |
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|----|--|--------------|---------------|--------------|------------|--------------|
| 82 | Servicios de alquiler y admon. de bienes inmuebles. | 173 | 1,077 | | 12 | 12 |
| 83 | Servicio de alquiler de bienes muebles. | 284 | 691 | | 25 | 25 |
| 92 | Servicios educativos, de investigación, médicos, de asistencia social y de asoc. civiles y religiosas. | 1,351 | 8,511 | 3,298 | 93 | 3,391 |
| 93 | Restaurantes y hoteles. | 2,745 | 10,662 | 2,488 | 389 | 2,877 |
| 94 | Servicios de esparcimiento, culturales, recreativos y deportivos. | 386 | 1,576 | | 58 | 58 |
| 95 | Servicios profesionales, técnicos, especializados y personales. Incluye los prestados a las empresas. | 1,819 | 7,360 | | 81 | 81 |
| 96 | Servicios de reparación y mantenimiento. | 2,243 | 5,505 | | 201 | 201 |
| 97 | Servicios relacionados con la agricultura, ganadería, construcción, transportes, financieros y comercio. | 158 | 1,077 | | 12 | 12 |
| | Total | 9,159 | 36,459 | 5,786 | 871 | 6,657 |

Fuente: Censos Económicos 1994, XI Censo de Servicios/INEGI.

En resumen, con la eficiencia actual se tiene que para el uso público – urbano la demanda total para proporcionar servicio continuo es la suma de lo estimado para el uso doméstico (149.54 Mm³/año) más lo calculado para el uso comercial y servicios (6.66 Mm³/año), es decir: 156.2 Mm³/año.

Por otra parte, la oferta actual que proporcionan las fuentes tanto subterráneas como superficiales (almacenamientos y manantiales) para este uso, se estima en 129.53 Mm³/año.

De lo anterior se observa que existe un déficit de agua para cubrir la demanda de aproximadamente 26.66 Mm³/año.

3.3.2. Agrícola y pecuario.

En el estado de Querétaro según el VII Censo Agrícola – Ganadero, se censaron 659,574 ha distribuidas de acuerdo a su uso de la siguiente manera:

Uso del suelo en el Estado de Querétaro.

| Uso | Superficie (ha) | % |
|---|-----------------|-------|
| Tierras de labor o terrenos de cultivo. | 254,110 | 38.5 |
| Pasto natural, agostadero o enmontada. | 342,925 | 52.0 |
| Bosque o selva. | 51,913 | 7.9 |
| Tierras sin vegetación. | 10,626 | 1.6 |
| Total | 659,574 | 100.0 |

Fuente: El sector agropecuario en el Estado de Querétaro/INEGI.

Los cinco municipios que contaron con mayor superficie de labor fueron El Marqués, San Juan del Río, Querétaro, Amealco de Bonfil y Colón, que agruparon 131,542 ha correspondientes al 51.8% del total estatal de este tipo de superficie.

Jalpan de Serra, Tolimán, Landa de Matamoros, Pinal de Amoles y Cadereyta de Montes, sobresalieron por su superficie de pastos naturales, agostadero o enmontada y sumaron en total 197,05 ha, lo que significó el 57.5% de la existente con este uso en la entidad.

En la entidad la superficie destinada para cultivar o de labor es de 254,110 ha, de las cuales 170,962 ha son de temporal (72.9%) y las restantes 83,148 ha (27.1%) tienen infraestructura para riego; sin embargo 1,629 ha no se utilizan por las condiciones topográficas desfavorables en donde se ubican. De las 81,519 ha útiles, el 13.9% corresponden al Distrito de Riego 023 de San Juan del Río, el 47.8% pertenecen a Unidades de riego, un 34.6% de la superficie es de Pequeños Propietarios y el restante 3.7% se destinan al riego con aguas residuales tratadas. Por Región Hidrológica, se tiene la siguiente distribución.

Uso del suelo en el Estado de Querétaro por Región Hidrológica.

RH 26 Río Pánuco

| Denominación | Superficie (Ha) | | | |
|--------------|-----------------|---------------|------------|---------------|
| | Superficial | Subterráneo | Residual | Total |
| D.R. | 4,958 | 6,366 | 500 | 11,324 |
| Urderales | 10,408 | 29,785 | 0 | 17,122 |
| Peq. Prop. | | | 0 | 23,071 |
| Reuso | 0 | 0 | 262 | 762 |
| Total | 15,366 | 36,151 | 762 | 52,279 |

RH 12 Río Lerma

| Denominación | Superficie (Ha) | | | |
|--------------|-----------------|---------------|--------------|---------------|
| | Superficial | Subterráneo | Residual | Total |
| D.R. | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Urderales | 10,182 | 16,790 | 595 | 21,850 |
| Peq. Prop. | | | 0 | 5,122 |
| Reuso | 0 | 0 | 1,673 | 2,268 |
| Total | 10,182 | 16,790 | 2,268 | 29,240 |

Estado de Querétaro

| Denominación | Superficie (Ha) | | | |
|--------------|-----------------|---------------|--------------|---------------|
| | Superficial | Subterráneo | Residual | Total |
| D.R. | 4,958 | 6,366 | 0 | 11,324 |
| Urderales | 20,590 | 46,575 | 0 | 38,972 |
| Peq. Prop. | | | 0 | 28,193 |
| Reuso | 0 | 0 | 3,030 | 3,030 |
| Total | 25,548 | 52,941 | 3,030 | 81,519 |

Fuente: Programa Hidráulico Estatal/Gerencia Estatal en Querétaro/CNA/1996.

Con los registros proporcionados por la SEDEA y la delegación de la SAGAR en Querétaro, en cuanto a la superficie de riego sembrada en los últimos diez años, así como los tipos de cultivos que se sembraron, se calcularon los volúmenes de demanda para el uso agrícola en este período.

Volúmenes de demanda históricos.

| Año | Superficie (ha) | Demanda * Mm ³ /año |
|------|-----------------|--------------------------------|
| 1988 | 42,776 | 766.20 |
| 1989 | 48,337 | 823.89 |
| 1990 | 56,354 | 1,106.66 |
| 1991 | 61,934 | 1,140.52 |
| 1992 | 61,748 | 1,153.81 |
| 1993 | 44,013 | 822.43 |
| 1994 | 54,033 | 981.43 |
| 1995 | 52,653 | 935.11 |
| 1996 | 56,429 | 995.63 |
| 1997 | 59,712 | 1,035.11 |
| 1998 | 55,434 | 960.07 |

* Incluye un volumen de 9.16 Mm³/año estimado para uso pecuario.

En la tabla anterior no se observa un comportamiento regular en la superficie de riego sembrada anualmente, y por lo tanto los volúmenes de agua utilizados varían de igual manera. Este comportamiento depende principalmente de la disponibilidad de agua de origen

superficial en los almacenamientos y en cierta medida dependen de los precios de los productos que tradicionalmente se siembran.

Los volúmenes de demanda anuales se calcularon considerando: a) el número de hectáreas sembradas por cultivo en cada ciclo (fuente: SEDEA-SAGAR); b) los usos consuntivos de cada cultivo, c) se consideró una eficiencia promedio del 45% y d) se consideraron 3,030 ha de riego que utilizan anualmente 68.15 Mm³/año de aguas residuales tratadas.

Para estimar la demanda actual para el uso agrícola, se tomaron como base los datos de la demanda histórica. Por considerarse como representativo el período de registro, se adoptó como volumen de demanda para el uso agrícola 1,031.78 Mm³/año correspondiente al valor para el año 2000, ajustando una recta a los valores de la tabla sobre el uso del suelo presentada anteriormente.

Con los datos anteriores, se obtiene que la lámina promedio teórica sería de 12,511 m³/ha y de 22,492 m³/ha para la superficie regada con aguas residuales.

Láminas de riego para el cálculo de la Demanda.

| Denominación | Lámina m ³ /Ha | Superficie (Ha) | | | | Demanda Mm ³ /año | | | |
|--------------|---------------------------|-----------------|---------------|--------------|---------------|------------------------------|---------------|--------------|----------------|
| | | Superficial | Subterráneo | Residual | Total | Superficial | Subterráneo | Reuso | Total |
| D.R. | 12,511 | 4,958 | 6,366 | 500 | 11,824 | 62.03 | 79.65 | 11.25 | 147.93 |
| Urderales | 12,511 | | | 595 | 38,972 | | | 13.38 | 487.59 |
| Peq. Prop. | 12,511 | 20,590 | 46,575 | 0 | 28,193 | 257.61 | 582.72 | 0.00 | 352.73 |
| Reuso | 22,492 | 0 | 0 | 1,935 | 1,935 | 0.00 | 0.00 | 43.52 | 43.52 |
| Total | 12,750 | 25,548 | 52,941 | 3,030 | 80,924 | 319.64 | 662.36 | 68.15 | 1031.78 |

Por otra parte, la oferta disponible para satisfacer la demanda del uso agrícola está dada de la siguiente manera:

Origen del recurso para riego en Mm³/año.

| Superficial | Subterráneo * | Residual | Total |
|-------------|---------------|----------|--------|
| 265.02 | 581.51 | 68.15 | 914.68 |

* Incluye pozos para abrevadero.

En resumen, se observa que con la superficie de riego dotada de infraestructura y las eficiencias estimadas que prevalecen actualmente, habría un déficit de agua para el uso agropecuario del orden de los 117.1 Mm³/año; sin embargo la realidad es que anualmente se siembra la superficie en función de la disponibilidad del recurso.

3.3.3. Industrial.

En el contexto económico del estado de Querétaro, el sector industrial ha sido uno de los más favorecidos y dinámico, como lo demuestra el hecho de que el valor de la producción industrial haya crecido a una tasa del 8% anual entre 1965 y 1987. Al mismo tiempo la demanda de agua se ha incrementado, compitiendo con el uso público urbano en las zonas de Querétaro y San Juan del Río principalmente, en donde actualmente se registra una sobreexplotación importante de los acuíferos.

De acuerdo con el último Censo Económico de 1994 realizado por el INEGI, en el estado de Querétaro están establecidas 3,224 industrias de las cuales 170 pertenecen al sector minero y de extracción y 3,054 son industrias manufactureras.

Dentro del sector industrial existe una subdivisión por subsector denominada Clasificación Mexicana de Actividades Productivas (CMAP), utilizada por el INEGI para el ordenamiento de los censos económicos.

Subsectores del sector industrial según la CMAP.

| Subsector | Nombre |
|-----------|--|
| 21 | Carbón. |
| 22 | Petróleo y gas natural. |
| 23 | Extracción de minerales metálicos. |
| 29 | Explotación de minerales no metálicos. |
| 31 | Productos alimenticios, bebidas y tabaco. |
| 32 | Textiles, prendas de vestir e ind. del cuero. |
| 33 | Industria de la madera y prod. de madera. Incl. muebles. |
| 34 | Papel e ind. del papel, imprentas y editoriales. |
| 35 | Sust. químicas, prod. deriv. del petróleo y del carbon, de hule y de plástico. |
| 36 | Productos minerales no metálicos, excluye los deriv. del petróleo y del carbón. |
| 37 | Industrias metálicas básicas. |
| 38 | Prod. metálicos, maquinaria y equipo. Incluye instr. quirúrgicos y de precisión. |
| 39 | Otras industrias manufactureras. |

Fuente: Censos Económicos 1994, XIV Censo Industrial/INEGI.

Por otro lado, se pueden relacionar los volúmenes de agua utilizados en los distintos procesos productivos con el valor de la producción bruta mediante los denominados Índices de Extracción Unitarios (IEU) asociados a cada uno de estos subsectores o ramas en los que a su vez se divide cada subsector. Utilizando estos índices y los datos del XIV Censo Industrial, se obtuvo una demanda de 54.7 Mm³/año en total para el uso industrial.

Por otra parte, se tienen registrados para el uso industrial en el estado de Querétaro un total de 110 pozos de los cuales se extrae un volumen de 41.42 Mm³ al año. Adicional a este volumen, habría que considerar el volumen aprovechado por el sector industrial que se abastece de las redes municipales de las ciudades de San Juan del Río y Querétaro principalmente el cual se estima en 6 Mm³ al año, y lo que corresponde a aprovechamientos superficiales (1.35 Mm³/año) lo que en total suma una oferta de 48.77 Mm³/año.

Para efecto del presente estudio, se tomará como demanda por el uso generación de energía la información correspondiente al año de 1990, es decir, 2.10 Mm³/año.

3.3.4. Generación de energía eléctrica.

Como uso consuntivo, el estado de Querétaro tiene actualmente un solo usuario en el concepto de generación de energía eléctrica con una sola instalación ubicada en el municipio de Pedro Escobedo. Se trata de una Central Termoeléctrica denominada "El Sauz" cuya tecnología es del tipo Ciclo Combinado; cuenta con 3 unidades de Turbo Gas de 50 MW de capacidad cada una (puestas en operación en 1998), más una unidad de 68 MW (instalada en 1986), para una capacidad instalada bruta en sitio media anual de 218 MW.

De acuerdo con registros de los años 1990 a 1992, esta central operó con un factor de planta máximo del 13% correspondiente a 1990. El volumen extraído ese año fue de 2,078,595 m³

para generar 243,074 MW, lo que equivale a un gasto de 67 l.p.s. El volumen de agua utilizado por una central de este tipo, se compone del volumen empleado para reposición del ciclo, más el agua utilizada para enfriamiento, más un volumen utilizado para servicios generales el cual es fijo independientemente de la operación de la planta. En la tabla siguiente se presentan los datos de generación y de consumo de agua de la Central "El Sauz" para el periodo 1990-1992.

Datos de generación y extracción de agua de la Central El Sauz (1990-1992).

| Año | Capacidad Instalada MW | Generación MW/hr | Factor de planta | Extracción | | | |
|------|---------------------------|---------------------|------------------|---|---|--|---------------------------------|
| | | | | Rep. Ciclo miles m ³ /año | Enfriamiento miles m ³ /año | Serv. Grales. Miles m ³ /año | Total miles m ³ /año |
| 1990 | 1,909,680 | 243,074 | 0.13 | 59.02 | 2,019.57 | 24.00 | 2,102.60 |
| 1991 | 1,909,680 | 150,791 | 0.08 | 57.86 | 1,290.69 | 24.00 | 1,372.54 |
| 1992 | 1,909,680 | 56,952 | 0.03 | 32.15 | 387.95 | 24.00 | 444.10 |

Fuente: Comisión Federal de Electricidad.

Aunque no se cuenta con registros más recientes, se sabe que en 1998 entró en operación otra unidad de Turbo Gas con capacidad de 133.7 MW y se tiene contemplado completar otro ciclo combinado para el año 2001 e incorporar uno más completo en ese mismo año.

Por otra parte, en los límites del estado de Querétaro con el estado de Hidalgo, se encuentra la Central Hidroeléctrica de Zimapán, cuyo vaso se alimenta de las aguas de los ríos Moctezuma y Tula. Sin embargo, la generación de energía hidroeléctrica se consideran como uso *no consuntivo*, por lo que los volúmenes que utiliza no se suman a los demás usos consuntivos.

Con la información anterior, se estima que existiría un déficit dentro del sector industrial de 5.93 Mm³/año; sin embargo, no hay que perder de vista que la demanda fue calculada con base en índices y que en la práctica, puede considerarse que la demanda iguala a la oferta.

3.3.5. Acuicultura y pesca.

Para la acuicultura, en la cuenca Lerma se utilizan 27.12 Mm³, requiriéndose un mínimo de 2.7 Mm³; en la cuenca del Pánuco se utilizan 179 Mm³, requiriéndose un mínimo de 17.9 Mm³ de acuerdo al balance hidráulico estatal. Estos volúmenes se utilizan casi sin producir contaminantes de consideración.

En la entidad se cuenta con un total de 639 cuerpos de agua que comprenden: presas, represas, bordos, abrevaderos, manantiales, etc.; con un volumen de 274 Mm³ de agua que inundan una superficie de 34.74 km²; en lo que respecta al volumen requerido de agua para llevar a cabo la acuicultura en sus 2 ramas (extensiva e intensiva) se enlistan las principales presas que son explotadas para estos fines teniendo su grupo de pescadores constituidos por la Subdelegación de Pesca en el estado para la realización de la actividad acuícola.

3.3.6. Recreación y turismo.

De acuerdo al padrón de usuarios se cuenta con 43 sitios para uso recreativo con aguas subterráneas, que representa un volumen de 4.02 Mm³ anuales. Respecto al agua superficial, el volumen total disponible con aptitud para recreación y turismo es de 86.6 Mm³, considerando las presas: Constitución de 1917, La Soledad, Jurica y Jalpan.

El volumen es variable de acuerdo a las extracciones que se realizan para el riego, exceptuando la de Jurica, en la cual se requiere un volumen mínimo de 0.3 Mm³, de acuerdo a las políticas de operación fijadas por la Gerencia Estatal en Querétaro de la CNA.

3.3.7. Medio natural.

El ambiente proporciona de manera natural agua en cantidad y calidad adecuada para el equilibrio de los ecosistemas, estos factores se ven afectados por la intervención del hombre al reducir caudales, desviar corrientes y contaminar los cuerpos receptores de manera permanente, a tal grado que la capacidad de renovación del agua mediante el ciclo hidrológico es superada.

El medio ambiente ha sido deteriorado de manera significativa no sólo en el aspecto físico de las áreas urbanas sino también en el medio rural, demandando la aplicación de medidas tendientes a conocer de manera prioritaria y completa las cuencas hidrológicas con que cuenta el estado; desde luego dentro de la demanda se tiene que establecer una metodología que sirva para determinar, de manera aproximada, los volúmenes de agua para mantener el equilibrio del medio ambiente.

Existe varios métodos para el cálculo del volumen de agua requerido por el medio ambiente para su sostenimiento, sin embargo para su aplicación se requiere de información no disponible. Por lo anterior, se recomienda considerar el 10% del gasto base como el necesario para este uso.

Se requiere consolidar una nueva política del agua para que se establezcan los mecanismos de control y operación que hagan del medio ambiente un usuario más del agua.

3.4. Calidad del agua e impacto ambiental.

Las áreas de interés en materia de calidad del agua e impacto ambiental han cobrado en los últimos años una especial relevancia debido a diversos factores como: detener el deterioro de los cuerpos receptores, preservar los ecosistemas que dentro de ellos habitan y garantizar la calidad del agua destinada a cubrir las demandas de los diferentes sectores usuarios. Por lo anterior, resulta indispensable conocer el estado actual de los principales ríos del estado de Querétaro en términos del nivel de contaminación y poder entonces, definir los objetivos que permitan lograr su saneamiento.

3.4.1. Contaminación por descargas de centros de población o asentamientos humanos.

Las principales fuentes de contaminación se localizan en los dos asentamientos urbano industriales más importantes del estado; la ciudad de Querétaro y su zona metropolitana (en

la Región Lerma) y la ciudad de San Juan del Río y su zona industrial (en la Región del Pánuco). La ciudad de Querétaro descarga sus aguas en el Río Querétaro, provocando que el agua llegue contaminada al estado de Guanajuato; por su parte, San Juan del Río y Tequisquiapan descargan al Río San Juan el cual conduce las aguas a las presas Centenario y Paso de Tablas.

Dentro de la Región Hidrológica N° 12, presentan indicios de contaminación de tipo municipal el Río Colón-Tolimán y la Presa La Soledad, por la descarga de aguas residuales que recibe de la ciudad de Colón; los ríos Extoraz y Jalpan y la presa Jalpan presentan agua de buena calidad utilizada para riego y para abastecimiento de agua potable a la ciudad de Jalpan.

Las principales fuentes de contaminación dentro de la entidad, son de tipo urbana e industrial.

La contaminación de origen urbano o municipal se compone principalmente de materias orgánicas y minerales y detergentes, además de basura inorgánica. Tomando como parámetro para medir el incremento histórico de la contaminación de algunos de los municipios más importantes entre los años 1960 y 1990, se presentan los datos de la DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) expresada como porcentaje de incremento (Fuente: Estudio integral de la calidad del agua en el estado de Querétaro).

Evolución del DBO por municipio entre 1960 y 1990.

| Municipio | % de incremento entre 1960 y 1990 |
|------------------|-----------------------------------|
| Querétaro | 1,629% |
| Corregidora | 444% |
| San Juan del Río | 343% |
| El Marqués | 217% |
| Tequisquiapan | 181% |
| Pedro Escobedo | 174% |

Por su parte, la contaminación de origen industrial se compone de material mineral y orgánico, sustancia corrosivas, venenosas y flamables por mencionar algunas. Sus efectos en el medio ambiente, aún cuando en volumen son significativamente menores a las de origen municipal, son más graves y pueden afectar incluso la salud humana.

La calidad del agua de un río, acuífero o un embalse, esta definida por sus características físicas, químicas y biológicas. Para conocer la calidad de un cuerpo de agua se deben de hacer mediciones y análisis periódicos para determinar los parámetros que permitan caracterizarla. Estos análisis permiten conocer la problemática de la calidad del agua y su evolución en el tiempo para un región específica.

A continuación se hace una descripción de la calidad del agua de los principales cuerpos de agua del estado de Querétaro.

El Río Querétaro recibe directamente las descargas pecuarias y lavados realizados por los riegos agrícolas y aguas abajo recibe las descargas urbano-industriales de la ciudad de Querétaro. De la evaluación obtenida a partir de los resultados del ICA (Índice de Calidad del Agua), se tiene que este varía entre 30 y 80, por lo que según la Escala de Clasificación General de Dinius, se define para los diferente usos como:

Resultados de la calidad del agua aplicando el ICA. Río Querétaro.

| Uso | Resultado |
|-------------------------|--|
| Abastecimiento público | Requiere tratamiento |
| Recreativo sin contacto | Aceptable |
| Pesca y vida acuática | Dudoso para especies sensibles |
| Agrícola | No apta, con la posibilidad de usarse como normal en algunos tramos pero únicamente para cultivos no restringidos por la normatividad, (cultivos de tallo largo). Teniendo en cuenta la alta conductividad eléctrica en el agua del río, es factible la salinización de las áreas agrícolas. |

Fuente: Estudio integral de la calidad del agua en el estado de Querétaro.

El Río San Juan recibe las descargas de origen urbano-industriales del corredor San Juan del Río-Tequisquiapan, que hace a esta zona una de las más problemáticas en materia de calidad del agua. La capacidad de dilución de la presa Centenario y los procesos biológicos de autodepuración que tienen lugar en ese embalse, permiten que la calidad del agua en la presa se clasifique como levemente contaminada. Sus índices varían entre 40 y 70 y de acuerdo con los usos se define de la siguiente manera:

Resultados de la calidad del agua aplicando el ICA. Río San Juan

| Uso | Resultado |
|-------------------------|--|
| Abastecimiento público | Requiere tratamiento |
| Recreativo sin contacto | Aceptable, mas no recomendable |
| Pesca y vida acuática | Dudoso para especies sensibles |
| Agrícola | No apta, con la posibilidad de usarse como normal en algunos tramos pero únicamente para cultivos no restringidos por la normatividad, (cultivos de tallo largo). Teniendo en cuenta la alta conductividad eléctrica en el agua del río, es factible la salinización de las áreas agrícolas. |

Fuente: Estudio integral de la calidad del agua en el estado de Querétaro.

La evaluación de la calidad del Río Extoraz, arrojó que este presenta índices entre 70 y 100, lo que habla de agua aceptable para la mayoría de los usos.

Resultados de la calidad del agua aplicando el ICA. Río Extoraz.

| Uso | Resultado |
|-------------------------|---|
| Abastecimiento público | Requiere tratamiento |
| Recreativo sin contacto | Aceptable |
| Pesca y vida acuática | Aceptable |
| Agrícola | No apta, con la posibilidad de usarse como normal en algunos tramos pero únicamente para cultivos no restringidos por la normatividad, (cultivos de tallo largo). |

Fuente: Estudio integral de la calidad del agua en el estado de Querétaro.

3.4.2. Contaminación de fuentes no puntuales.

Como consecuencia del uso de plaguicidas y fertilizantes en la actividad agrícola, para el control de plagas y aumento de la productividad, las aguas de retorno agrícola arrastran restos químicos de estos compuestos hasta los cuerpos receptores. El control y manejo de las aguas de retorno agrícola es difícil debido a que las grandes áreas de riego tienen varias descargas principalmente en época de lluvias.

La contaminación del agua tiene dos orígenes: uno directo, por el empleo de pesticidas destinados a Higiene Pública (lucha contra larvas de mosquitos en charcas y aguas estancadas, por ejemplo), y otro indirecto, por la movilización de contaminantes de aire y suelo (deposición de pesticidas, arrastres por aguas de lluvia y otros mecanismos).

Esta contaminación puede alcanzar en ocasiones un nivel de riesgo que se hace aún más evidente en lagos por la acumulación de contaminantes con su trascendencia sobre la fauna ictiológica que presenta mayor sensibilidad y también por el riesgo que presenta su uso potencial de estas aguas contaminadas por seres humanos.

La contaminación de la biósfera puede ser también directa a consecuencia de tratamientos e indirecta, por la movilización a la biósfera de los contaminantes de aire, suelo y agua.

3.4.3. Dispersión en el suelo y en el agua.

3.4.3.1. Movimientos superficiales

Los fumigantes se pueden dispersar en los suelos y los recursos acuíferos por aplicación directa o por correo durante el empleo sobre las áreas agrícolas cercanas. También pueden ser acarreadas por el agua o soplarse dentro de la cuenca entera. Gran parte de la contaminación del agua por los fumigantes proviene de los insecticidas de hidrocarburo clorinado, sobre todo el DDT y el dieldrin.

3.4.3.2. Filtración

Los suelos sobre todo los barros y los que poseen una alta cantidad de materia orgánica, tienden a retener los fumigantes por absorción. Usualmente el movimiento de éstos está asociado con el de las partículas del suelo, pero también puede resultar de la redistribución de las moléculas volatilizadas.

El DDT aplicado en la superficie del suelo tiende a permanecer en la última pulgada de éste durante un largo período a menos que se cultive a mayor profundidad en el suelo. El agua subterránea no se contamina en ningún grado importante al pasar a través de un área tratada con DDT.

3.4.4. Problemas de Salud.

Es sabido que las aguas residuales doméstica y municipales contienen gran cantidad y diversidad de microorganismos que pueden ser patógenos, los cuales debido a que son de origen intestinal, no pueden sobrevivir en el agua por períodos prolongados, sin embargo, dependiendo de las características físicas y químicas de ésta, pueden permanecer suficientemente viables para infectar al hombre. La mala disposición de residuos líquidos es un riesgo potencial a la salud ya que, las enfermedades infecciosas gastrointestinales no ocurren únicamente por la ingestión de agua con calidad deficiente, sino también por el contacto primario y secundario.

En países en vías de desarrollo, la mala disposición de residuos líquidos es una fuente importante en la morbilidad y mortalidad de las poblaciones, pues éstos contaminan ríos, lagos, lagunas, estanques, acuíferos, canales, etc., ocasionando incidencias de tifoidea y cólera, diarreas infantiles, disenterías leves y mortales además de parasitosis en zonas rurales y urbanas cuya fuente indirecta son aguas residuales.

En la siguiente tabla se muestran las enfermedades y agentes etiológicos, relacionados con las enfermedades causadas por ingestión de agua de calidad microbiológica deficiente.

Enfermedades causadas por ingestión de agua de calidad microbiológica deficiente.

| ENFERMEDAD | AGENTE ETIOLÓGICO |
|---------------------|---------------------------------|
| Cólera | Vitrio cholerae |
| Disentería bacelar | Shigella sp |
| Fiebre tifoidea | Salmonella typhi |
| Fiebre paratifoidea | Salmonella paratuphi |
| Gastroenteritis | Enterobacterias |
| Diarrea infantil | Escherichia coli enteropatogena |
| Leptospirosis | Leptospira spp |
| Tuleramia | Psteurella spp |
| Amibiasis | Entoamoeba histolytica |
| Ascariasis | Ascaris lumbricoides |
| Trichuriasis | Trichuris triuchura |
| Dismatosis | Fasciola sp o dicoelium |

A nivel nacional se presentan los diagnósticos definitivos y traumatismos atendidos a pacientes egresados según la tabla de morbilidad y mortalidad para enfermedades infecciosas intestinales, de la lista básica de la clasificación internacional de enfermedades, de la cual se extrae la siguiente tabla:

Morbilidad y mortalidad por enfermedades infecciosas intestinales, a nivel nacional.

| Enfermedades infecciosas intestinales | Total | Hombres | Mujeres | Días de estancia | Defunciones |
|---|---------------|---------------|---------------|------------------|-------------|
| Cólera | 840 | 475 | 365 | 1,706 | 4 |
| Fiebre tifoidea | 12,289 | 6,192 | 6,097 | 24,374 | 4 |
| Shigelosis | 2,417 | 1,322 | 1,095 | 4,279 | 2 |
| Intoxicación alimentaria | 8,561 | 4,522 | 4,039 | 15,549 | 5 |
| Amibiasis | 13,741 | 7,436 | 6,305 | 24,989 | 9 |
| Infecciones intestinales debidas a otros organismos especificados | 12,835 | 6,569 | 6,266 | 28,213 | 24 |
| Infección intestinal mal definida | 16,613 | 8,395 | 8,218 | 33,941 | 40 |
| Las demás causas | 9,986 | 4,993 | 4,993 | 21,462 | 18 |
| Total | 77,282 | 39,904 | 37,378 | 154,513 | 106 |

Fuente: Información Estadística del Sector Salud y Seguridad Social, Cuaderno No. 15; INEGI 1999.

El bajo nivel de cobertura en los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, se refleja en aspectos de salud pública. La población infantil es la más vulnerable, de 1990 a 1993, se observa que han disminuido las tasas de mortalidad infantil por enfermedades infecciosas intestinales (ED) de una tasa de 361 a 166.4 por 100,000 nacidos vivos registrados, pero aun en algunas localidades subsisten problemas de salud. Es por eso necesario mejorar el nivel actual de los servicios básicos señalados en el medio rural y suburbano principalmente, como una medida sanitaria preventiva.

En materia de salud pública, la Secretaría de Salud (SSA) es la responsable del establecimiento, aplicación y vigilancia de las normas que rigen y orientan lo relacionado con el uso del agua para consumo humano y el manejo y disposición de residuos fecales.

3.4.5. Efectos en el medio natural.

Con la cobertura actual en agua potable y alcantarillado, se generan un total de 109.8 Mm³/año de aguas residuales, solo el 76% se captarán en los sistemas. Lo anterior implica que de la producción al año de DBO, el 76% se recolectan en los sistemas de alcantarillado y el restante 24% se retorna al medio ambiente.

En cuanto al tratamiento de aguas residuales, es urgente la aplicación para la norma NOM-001-ECOL-96, la cual señala que las poblaciones mayores a 80 000 habitantes deben descargar como máximo permisible 50 mg/l de DBO, y las poblaciones menores a este número de habitantes deben descargar como máximo 100 mg/l de DBO. Destacando que esta medida, debe ir acompañada del tratamiento y control en la disposición de los lodos separados del agua residual, para evitar que los contaminantes retornen al medio ambiente, como sucede actualmente en la mayoría de las plantas de tratamiento; situación que nulifica todos los esfuerzos del tratamiento de aguas residuales y hace vanos los recursos invertidos en las plantas de tratamiento.

Cumplir al menos con la norma mencionada, permitirá ahorrar con respecto a tratamientos más eficientes, y utilizar estos ahorros en el tratamiento y disposición adecuada de los lodos orgánicos que produzcan las plantas de tratamiento.

3.4.6. Ley General de Salud

La Ley en comento realiza una distribución de competencias entre los gobiernos federal, estatales y municipales. Dentro de estas facultades legales que son ejercidas de manera conjunta por el gobierno federal y los gobiernos estatales destaca la vigilancia de la calidad del agua para uso y consumo humano. La inspección y vigilancia sanitaria en materia de agua potable es, pues, ejercida coincidentemente por la Secretaría de Salud y las dependencias competentes de los gobiernos de las entidades federativas.

En materia de aguas residuales, la Ley prohíbe su descarga "en cualquier cuerpo de agua superficial o subterráneo, cuyas aguas se destinen para uso o consumo humano. Los usuarios que aprovechen en su servicio aguas que posteriormente serán utilizadas para uso o consumo de la población, estarán obligados a darles el tratamiento correspondiente a fin de evitar riesgos para la salud humana, de conformidad con las disposiciones aplicables".

En consecuencia, la tipifica como delito especial la contaminación de las aguas destinadas al consumo humano. (artículo 457).

Por otro lado, la disposición de descargas en cuerpos de agua destinados a otros usos tienen consecuencias en función de la afectación al medio natural, por lo que se considera de emergencia hidroecológica cuando se producen efectos negativos a la flora y fauna local por las descargas en los cuerpos receptores. Existen registros de estas emergencias hidroecológicas para el estado de Querétaro debidas principalmente a descargas industriales fuera de la normatividad y que, en su momento, la CNA atendió las denuncias por parte de los usuarios.

Los informes finales muestran principalmente mortandad de peces en canales de conducción y derivación y presas de almacenamiento cercanos a las descargas industriales, mortandad de aves acuáticas y contaminación por derrames de hidrocarburos a los cuerpos de aguas. Los retornos agrícolas son otra fuente de contaminación, por su aportación de residuos de productos agroquímicos.

3.4.7. Reuso del agua residual.

En este rubro se hace necesario analizar las evaluaciones de las demandas de agua para uso público – urbano e industrial, a fin de determinar los cambios necesarios en los patrones de consumo actual, para lo cual el aprovechamiento de aguas residuales representa un fuerte potencial de reuso para todos los demás sectores usuarios. Dentro de los objetivos, metas y acciones a plantear en el Programa Hidráulico, debe considerarse particularmente y con un grado importante de atención, a lo referente al reuso de las aguas residuales y/o la modificación de los patrones de uso de agua, para evitar desde el origen la producción de contaminantes. Se deberá lograr la aplicación de las condiciones particulares de descarga en las regiones prioritarias y la aplicación de las normas ecológicas en el estado.

La entidad ha manifestado en los últimos años un notable incremento en la población, lo cual ha generado mayores volúmenes de aguas residuales, mismas que requieren su tratamiento para no contaminar las corrientes superficiales que tienen diferentes reusos aguas abajo, incluyendo el doméstico, agrícola, recreación, piscícola, etc.

Las aguas residuales municipales son un recurso valioso y juegan un papel importante en la gestión de los recursos hídricos. El reuso de éstas para riego, en la acuacultura y otras actividades, tienen un valor económico importante; sin embargo, la utilización no controlada de aguas residuales sin tratar, para riego, práctica común en varios municipios del estado o para otros usos, genera riesgos sanitarios, principalmente por el alto contenido de organismos patógenos y posiblemente sustancias tóxicas peligrosas y metales pesados.

De acuerdo al diagnóstico efectuado para el estado, muestra que se deben ampliar los programas de aforo y caracterización de las aguas superficiales y subterráneas en la entidad; inventariar las fuentes de contaminación, efectuar la revisión de los permisos y condiciones particulares de descargas en zonas detectadas como críticas. En cuanto a contaminación, se requiere la eliminación inmediata de tiraderos clandestinos y la ejecución de campañas de ahorro y reciclamiento.

Es indispensable la construcción de dispositivos de tratamiento de aguas residuales del tipo doméstico, localizadas en las localidades de la parte norte del estado, que se localicen cercanas a las corrientes superficiales, debido a que aguas abajo son utilizadas por otras localidades como fuente de abastecimiento. Asimismo, es necesario incrementar la infraestructura para manejo de aguas residuales municipales.

Actualmente, el tratamiento que se le da a las aguas residuales, se realiza con eficiencias en función de la calidad que varían en un rango del 30% al 70% en plantas municipales y desde el 20% hasta el 90% en plantas industriales.

El programa Agua Limpia es un instrumento de control de la calidad del agua para consumo humano, así como para las descargas de aguas residuales y control de cultivos regados con aguas residuales. La cartera de proyectos consta de 7 proyectos de riego y uno de control de avenidas, siendo una obra nueva localizada en la subcuenca del Moctezuma que incorporará al riego 169 ha nuevas y 221 ha por mejorar; además de 7 rehabilitaciones, 3 ubicadas en la misma subcuenca y 4 en la subcuenca La Laja, que beneficiarán a 10,782 ha y protegerán a 20,000 habitantes, una de ellas aprovechará aguas residuales tratadas.

Tal es el caso del Módulo I del Distrito de Riego 023 en donde se riegan los cultivos reutilizando las aguas residuales provenientes de las descargas del uso industrial en los procesos de celulosa y papel, principalmente de la empresa Kimberly Clark, en donde se riegan aproximadamente 500 ha utilizando un volumen de 15 Mm³.

Sobre el uso y reuso industrial, se requiere incentivar inversiones necesarias para la implantación de sistemas de reuso en sus procesos productivos y/o para riegos urbanos (parques y jardines).

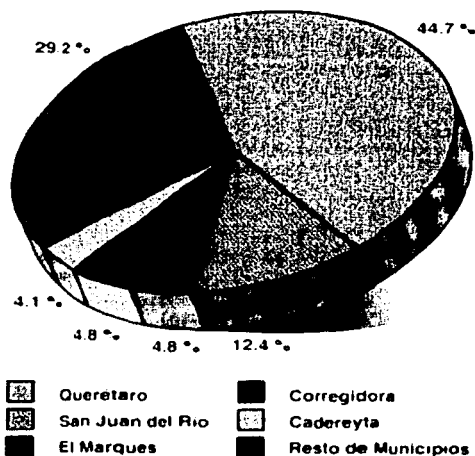
4. Administración del Agua en Querétaro

4.1. Infraestructura industrial de Querétaro.

La SEDECO publica un Anuario Económico con información estadística y económica de la entidad, orientado a la promoción de las inversiones y al establecimiento de industrias o desarrollo de proyectos de inversión., además de proporcionar información a otras dependencias del ámbito estatal.

Las gráficas que a continuación se presentan tienen por objeto mostrar la situación de la entidad en aspectos relacionados con el presente análisis, más bien pretenden servir como punto de apoyo para contrastar los resultados del análisis de las bases de datos con las características específicas del comportamiento de la industria y los centros de población, respecto del manejo del agua. Se pretende resaltar aspectos que se observan en las figuras, desde la perspectiva del establecimiento de políticas de administración del agua en la entidad y de la viabilidad de Certificado de Calidad del Agua (CCA)..

Población total según principales municipios



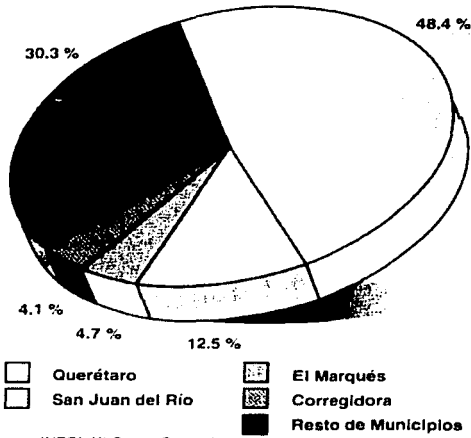
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 1995

municipio, se aprecia que ésta coincide con la distribución de población, no sólo en términos del volumen total de los usos, sino en términos de las características de los usos. El uso agrícola se distribuye conforme a la población en los municipios donde se dan las concentraciones urbanas más importantes. Una de las suposiciones previas al presente análisis era que los usos del agua se comportarían en términos de las actividades desarrolladas en los municipios. Los municipios "agrícolas" presentarían un porcentaje mayor de este uso que los "urbanos..

Si se observa la distribución de población, se aprecia que Querétaro constituye el municipio más importante, seguido de San Juan del Río. Estos son los dos centros urbanos más relevantes de la entidad. Lo interesante en este punto es que, si se observa la gráfica de usos del agua por

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Población ocupada por principales municipios

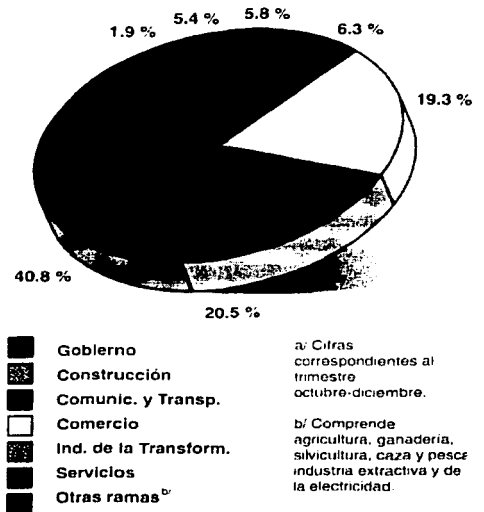


Fuente: INEGI, XI Censo General de Población y Vivienda, 1990

Si se observan esta figura y la inmediata anterior se verá que son similares los conjuntos de población total y de población ocupada en los distintos municipios, no se observa una sobrecarga en la ocupación en los centros urbanos.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

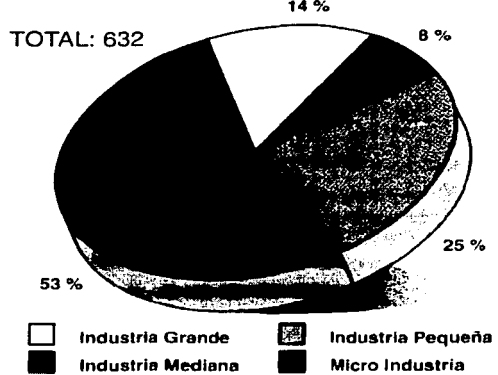
Población urbana ocupada en el área urbana de Querétaro según principales ramas de actividad, 1994^{a1}



a/ Cifras correspondientes al trimestre octubre-diciembre.
b/ Comprende agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca, industria extractiva y de la electricidad.

Fuente: INEGI, Anuario Estadístico del Estado de Querétaro, 1995.

Empresas por tamaño



Fuente: Encuesta Industrial de Querétaro, 1995.

Uno de los propósitos de presentar la información de la SEDECO, es que es

posible por una parte, contrastar los datos proporcionados por el INEGI, que constituye una fuente "oficial" del ámbito federal, con la obtenida mediante un proceso de muestreo directo en el ámbito estatal. Los porcentajes mostrados difieren de los del INEGI, y son más exactos, en tanto que la información se obtiene anualmente y los resultados publicados por INEGI tienden a apartarse de la realidad "palpable" conforme transcurre el tiempo entre su obtención (5 o 10 años).

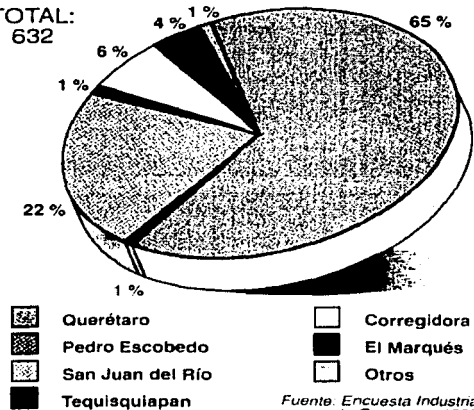
En el caso de las actividades económicas, la encuesta de la SEDECO refleja con mayor fidelidad, la situación del cúmulo de pequeñas y medianas empresas, cuya operación es menos "formal" en términos económicos.

El tamaño de las empresas es importante en términos de la administración del agua, en tanto que los "usuarios" de la CNA, son las empresas grandes, no la gran mayoría de empresas, que terminan por ser usuarios de los organismos operadores. Esto es importante porque debe considerarse que los organismos operadores no cuentan con la infraestructura de tratamiento suficiente para atender estas descargas contaminantes y simplemente, heredan el problema al ámbito federal, porque las descargas no tratadas pasan a las corrientes receptoras como descargas municipales no tratadas, pero no tienen el carácter de "descargas municipales"; son "descargas industriales" sobre las que nadie ejerce ningún control, a pesar de ser responsabilidad de los organismos operadores. Estos, simplemente se desentienden del problema, porque no las

generan y la atribución legal de CNA, para con las descargas contaminantes es de "clausurar el proceso generador" o el suministro de éste. CNA no tiene contemplado clausurar el suministro de las ciudades de Querétaro.

Empresas por municipio

TOTAL:
632

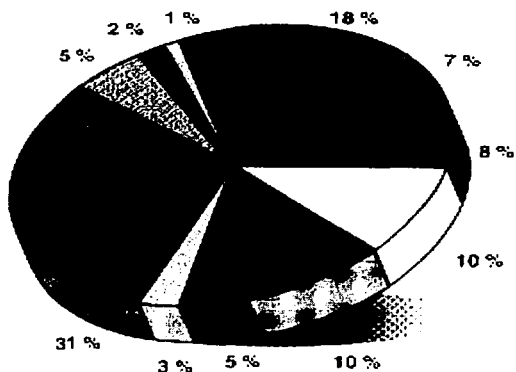


Fuente: Encuesta Industrial de Querétaro, 1995.

Esta figura muestra que en el municipio de Querétaro se concentra la mayor parte de la actividad económica. Asimismo, se concentran también los usos competitivos del agua en el ámbito municipal. Es de esperarse que los problemas de "uso competido" se acentúen y que se pierdan importantes inversiones, si no se logra una distribución de usos que promueva las actividades con mayor valor agregado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Empresas por actividad

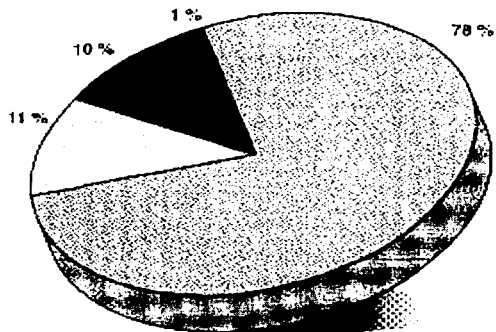


Fuente: Encuesta Industrial de Querétaro, 1995.

- Alimentos, Bebidas y T.
- Textil y Prendas de V.
- Ind. Madera y sus Prod.
- Papel, Imprenta y Edit.
- Química, Caucho y P.
- Minerales no Metálicos
- Metálicas Básicas
- Prod. Metálicos y Autop.
- Eléctrica y Electrónica
- Servicios a la Industria
- Otras Industrias

TOTAL: 632

Empleos por tamaño de Industria



Total a Dic. 1994: 30,520

- Industria Grande
- Industria Pequeña
- Industria Mediana
- Micro Industria

Fuente: Encuesta Industrial de Querétaro 1995

Industrias nuevas autorizadas por municipio



- Querétaro
- San Juan del Río
- El Marqués
- Corregidora
- Cadereyta
- Colón
- Otros municipios

Fuente: SEDECO, Dirección de Fomento Industrial.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

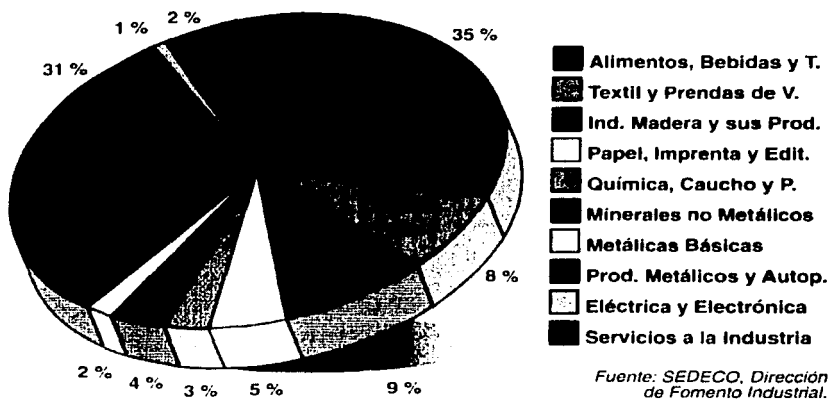
De la figura anterior es evidente que también la autorización para el establecimiento de empresas refleja el patrón de la distribución de la población y no el de disponibilidad de los recursos naturales. Puede entonces, preverse que, si las condiciones de los mantos acuíferos

son ya de desbalance, el crecimiento de las nuevas empresas, impacte a otros sectores usuarios.

Si bien las dependencias, en sus distintos ámbitos de competencia, generan o tienen acceso a información sobre el comportamiento de la industria, no existen programas o mecanismos para que esta información se comparta y las decisiones sobre la autorización de nuevas empresas se realice tomando en cuenta la situación del agua.

La figura siguiente, muestra que la tendencia de la autorización de empresas es a mantener el patrón del establecimiento de industrias de producción de alimentos y metalmeccánicas. Esto es consistente con sus patrones de aprovechamiento del agua y en términos de descargas de aguas residuales, este es un comportamiento deseable, puesto que las descargas de las industrias alimentaria y metalmeccánica son compatibles con las descargas municipales.

Industrias autorizadas por rama de actividad



4.2. Sistemas de Información.

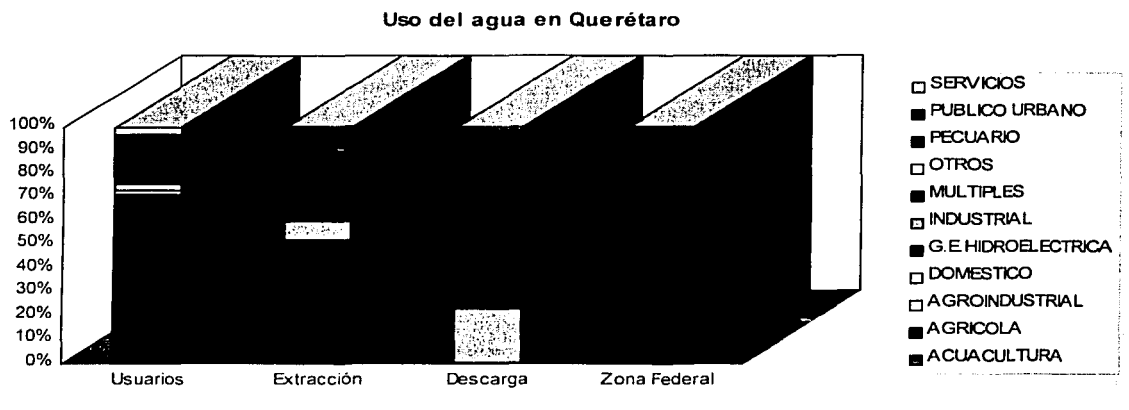
TESIS CON FALLA DE ORIGEN

4.2.1. REPGA.

El Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), es la entidad administrativa dentro de la CNA, que es responsable de mantener y resguardar el registro de las concesiones para el uso y la explotación del agua y de los bienes públicos inherentes (los cauces de los ríos, las zonas federales, las autorizaciones del uso de los cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales, etc), pero en el argot de la CNA, el REPGA, es también el sistema de bases de datos que contiene la situación de cada una de los títulos de concesión. Está constituido de un conjunto de bases de datos, desarrolladas en FOXPRO, que contienen los datos del usuario, los datos de "los aprovechamientos" (los pozos, o puntos de extracción o de descarga), tales como las características de los equipos de bombeo, o condiciones particulares de descarga.

Las gráficas que a continuación se presentan constituyen uno de los puntos de apoyo más sólidos para justificar que se requieren modificaciones a la legislación vigente y en relación con la viabilidad del Certificado de Calidad del Agua.

4.2.1.1. Uso del Agua en Querétaro.



Esta figura se presenta con el fin de mostrar los 3 aspectos principales que competen a la CNA desde el punto de vista de la gestión administrativa de la Gerencia Estatal y la relación entre los usos y los usuarios.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

4.2.1.1.1. Usuarios.

La gran mayoría se dedican a la agricultura, ya sea que se les haya concesionado la extracción de agua o el aprovechamiento de las zonas federales. Puede presumirse que su nivel de escolaridad es bajo y esto guarda una relación inversa respecto de las dificultades de la gestión administrativa de la GE.

También muestra la relevancia de las gestiones -de alto nivel- que deben realizarse con los responsables del suministro de agua potable y de saneamiento de aguas residuales así como en el

desarrollo de la actividad industrial.

La composición de usuarios, es un elemento fundamental del análisis, porque es la clave para entender porqué el recurso agua tiene una problemática tan aguda respecto de su valorización y la naturaleza tan delicada de un cambio en la política respecto de su administración. Si se elimina la exención de gravamen al uso agrícola y el agua para riego tuviera un costo, podría desencadenarse un fenómeno inflacionario, o un desconocimiento de las facultades institucionales de CNA, o modificaciones substanciales en los patrones de cultivo, o, quien sabe.

4.2.1.1.2. Extracción.

Más de la mitad del volumen concesionado se destina a la agricultura 53%, una cuarta parte al abastecimiento de los centros urbanos y el volumen concesionado restante debe satisfacer las necesidades de las actividades que generan mayor valor agregado para la economía nacional.

Es interesante observar que a la industria le corresponde un porcentaje muy bajo en términos del uso total y que lo mismo ocurre con todo el volumen destinado a satisfacer las necesidades de los centros urbanos. Una de las políticas para abatir la sobreexplotación de los acuíferos es que se tiene contemplado reducir los volúmenes concesionados al uso agrícola en 50%, de modo que sea posible asignarlo a los otros usos.

4.2.1.1.3. Descargas

Predominan las descargas municipales respecto de las industriales, lo que tiene un efecto importante desde el punto de vista del aporte de contaminantes a los cuerpos receptores, específicamente de contaminantes básicos. Esto hace evidente la razón por la cual el sector público considera la construcción de plantas de tratamiento de tipo secundario y determina en gran medida el manejo de las aguas residuales en los parques industriales.

Es interesante observar que, no se aprecia ningún volumen considerado respecto de las descargas agrícolas y la realidad es que en las labores agrícolas y pecuarias se descargan importantes volúmenes de contaminantes, que hasta ahora no han sido considerados en los esquemas de administración del agua y que son un riesgo latente en relación con la infiltración de contaminantes a los mantos acuíferos.

4.2.1.1.4. Zonas federales.

Casi la totalidad de la superficie de zonas federales concesionadas se destina a las actividades agrícolas. Esta situación impacta negativamente la gestión de la CNA, respecto del manejo adecuado de la infraestructura hidráulica, especialmente en el aspecto de su mantenimiento adecuado y en lo relativo al control de focos de contaminación no puntual.

Las zonas federales no son de interés para el presente análisis pero sí tienen un impacto importante sobre los cuerpos de agua, en tanto que el aprovechamiento adecuado o inadecuado de éstas tendrá efectos importantes en la cantidad de materiales acarreados por las corrientes a los almacenamientos o bien, respecto del control de inundaciones. Se muestran aquí, porque se pretende dar una idea de la complejidad de su manejo (todas las concesiones de zonas federales se asignan a usuarios agrícolas o pecuarios, que pertenecen a los estratos menos favorecidos de la población, para los que los engorrosos trámites institucionales, son infranqueables.

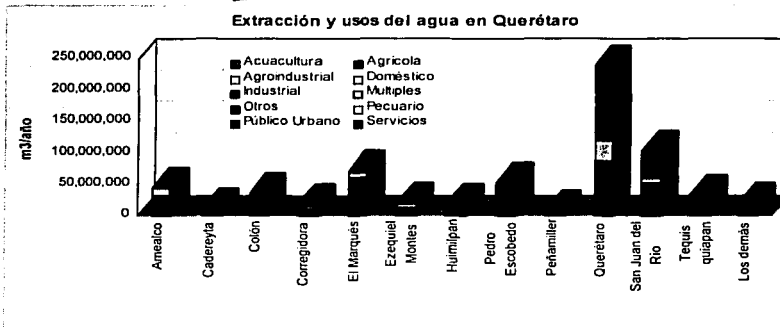
4.2.1.1.5. Fuentes de abastecimiento.

Esta gráfica muestra la importancia del control y vigilancia adecuados de la perforación de pozos la explotación adecuada de los acuíferos, respecto de otras fuentes de abastecimiento en la entidad, máxime si el balance hidrológico de las cuencas es deficitario y el abatimiento de los acuíferos es de 5m/año.

La práctica recomendada y la política reconocida por el actual gobierno, es la reutilización de las aguas tratadas en las actividades agropecuarias. Esto implica un uso más racional y sustentable de las aguas superficiales. Lo anterior, para reservar los mantos acuíferos para aquellas actividades de mayor "valor agregado". La gráfica muestra el bajo nivel de aprovechamiento de aguas superficiales respecto de aguas subterráneas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.2.1.1.6. Usos por municipio.

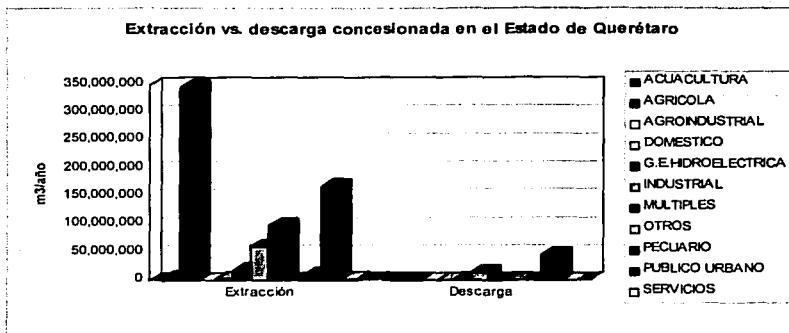


La gráfica presenta el volumen concesionado en los principales municipios y la composición de las barras muestra los usos a los que se destina.

Es importante notar que, contrario a lo que pudiera pensarse, los municipios urbanos son también en los que mayor volumen se ha concesionado a las actividades agrícolas. Esto, como resultado de la distribución poblacional y no de la disponibilidad del recurso.

Sería razonable suponer que en los municipios donde se ha desarrollado la industria y se han establecido grandes núcleos de población, las actividades agropecuarias se hubieran vuelto poco rentables y que los terrenos propicios pudieran haber sido destinados a otras actividades. Sin embargo, se observa poca actividad en los municipios poco poblados, lo que más bien representa patrones históricos de desarrollo.

4.2.1.1.7. Extracción concesionada Vs. Descargas autorizadas por municipio.



La figura muestra la casi nula correlación entre la extracción y la descarga en el conocimiento de la CNA y el importante esfuerzo de regularización que será necesario realizar en el sector agrícola, por que es éste el principal aportador de contaminantes a los cuerpos receptores en la entidad.

Es importante observar que la relación extracción - descarga es muy asimétrica. Se buscaba determinar si existía algún grado de correspondencia, con el fin de asociar niveles similares a la viabilidad del CCA. Lo que se puede observar es que existe una tendencia a la omisión de información. Por ejemplo, la tendencia de las industrias a reportar descargas de "servicios" o de volúmenes agrícolas utilizados para fines distintos, mediante la enajenación de los mismos.

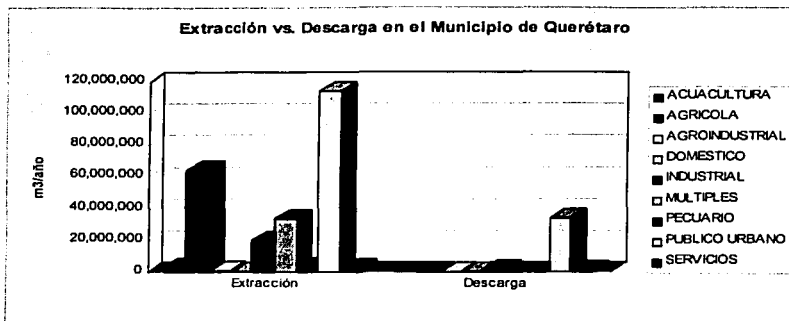
En la base de datos del REPDA, no se ha considerado el registro y/o autorización de descargas agrícolas. Esto se debe a que no existe ninguna obligación legal de solicitar su autorización, sólo siendo necesario un "simple aviso". Esta situación, origina un problema de falta de control de los usuarios que "lavan" sus suelos para eliminar la salinidad de los mismos, provocando la descarga de contaminantes a los cuerpos receptores.

4.2.1.1.8. Extracción Vs. Descarga En el Estado de Querétaro.

La gran disparidad entre la extracción concesionada y la descarga autorizada puede atribuirse al uso agrícola. Sin embargo, es evidente que en ninguno de los otros usos existe alguna similitud, ni siquiera en los usos publico urbano e industrial, cuyo control es más estricto.

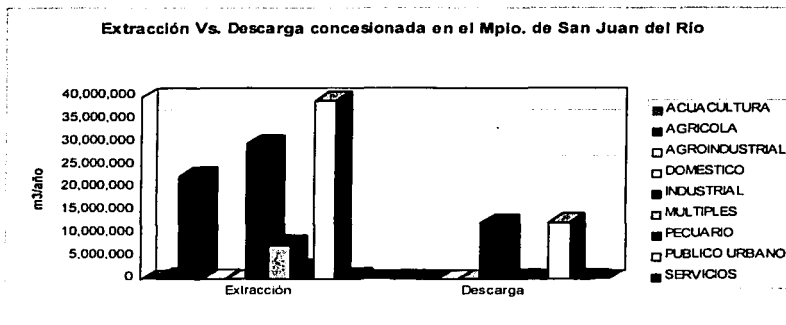
4.2.1.1.8.1. Querétaro

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Destaca el uso público urbano con el mayor volumen concesionado, seguido el uso agrícola. La falta de control es evidente de la diferencia de las magnitudes entre los usos. Las descargas industriales están prácticamente ausentes.

4.2.1.1.8.2. San Juan del Río.



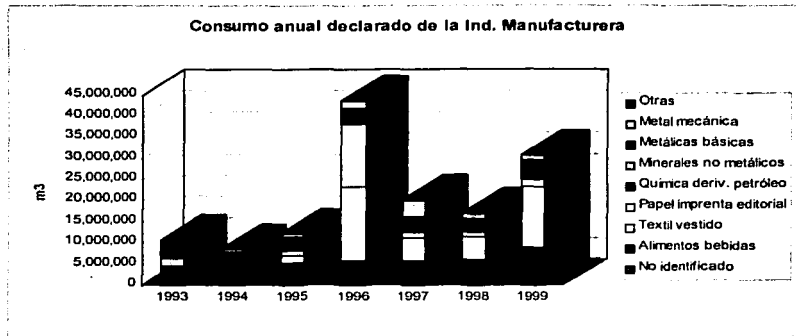
Existe mucha mayor similitud entre los conceptos en magnitud y en la distribución de los usos, para las descargas industriales y urbanas.

Las gráficas muestran que la diferencia entre la extracción concesionada y la descarga autorizada no puede atribuirse a la asignación a otros usos. Si este fuera el caso, el excedente de un uso compensaría el déficit en otro.

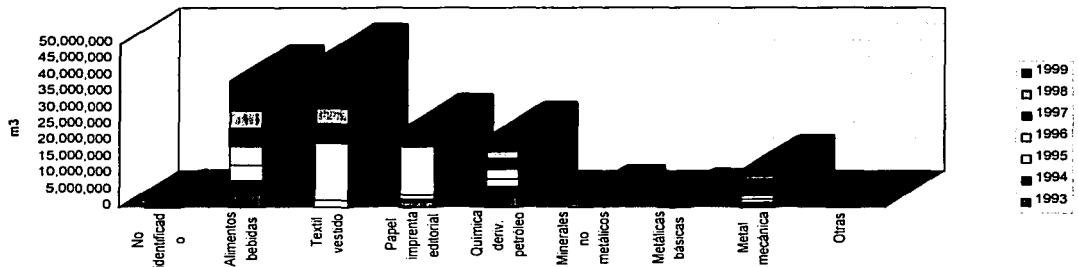
4.2.2. REDAGUA

4.2.2.1. Consumos anuales declarados por gran división de actividad económica.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN



Consumo declarado por subsector de la Ind. Manufacturera.



En la gráfica se observa que los sectores 3.- Industria y 4.- Electricidad, gas y agua, son los que declaran casi la totalidad del consumo registrado en el sistema de información de recaudación. Esto significa que la preocupación principal de la CNA, desde la perspectiva de la recaudación, es que la industria y los organismos de abastecimiento de agua potable se ajusten a las disposiciones de la legislación fiscal en vigor.

4.2.2.2. Consumos anuales declarados por subsector de la Ind. Manufacturera.

La figura muestra el comportamiento errático de la industria respecto de la recaudación fiscal. En el año de 1996 se recuperan los créditos fiscales correspondientes a los subsectores 3.2. y 3.4., como resultado de las facilidades administrativas proporcionadas por los Decretos presidenciales del 11 de octubre de 1995. Se puede apreciar que, en los años siguientes, se presenta una tendencia favorable en cuanto a los consumos declarados y consecuentemente, en la recaudación.

Esta figura y la siguiente muestran que los sectores 3.2 y 3.4. son los que declaran mayores consumos.

Es interesante observar el comportamiento errático del consumo de la industria del Papel en 1995, con respecto de los años anteriores y subsecuentes. Este comportamiento se registra porque los datos constituyen consumos declarados, que pueden haber sido liquidados en ese ejercicio, pero utilizados con anterioridad.

Se observa un consumo constante y moderado por parte de la industria Química y derivados de petróleo. Como se verá más adelante, este sector no reporta volúmenes descargados de consideración, con respecto por ejemplo, de la industria metalmeccánica.

4.2.2.3. Consumo medio declarado por la Ind. Manufacturera.

La figura muestra que los subsectores 3.2, Industria textil y Prendas de vestir y 3.4.- Industria de papel, Imprenta y Editorial, son los que declaran fiscalmente un consumo mayor. La figura se obtiene de tomar el promedio de todos los consumos declarados por las industrias registradas de acuerdo con la CNAP del INEGI.

Nótese que los subsectores 3.1 Industria de Alimentos, bebidas y tabaco y 3.8.- Industria Metalmeccánica, realizan consumos mucho menores a los subsectores 2 y 4.

4.2.2.4. Extracción Vs. Descarga declarada.

En esta figura se aprecia también que la relación entre la extracción y la descarga declarada es muy desigual. Sin embargo, en el caso de las descargas, el usuario sólo debe declarar aquellas en las que se exceden los Límites Máximos Permisibles.

4.2.2.5. Descargas declaradas por Gran división de actividad económica que exceden los LMP.

La gráfica muestra que sólo el Sector 3.- Ind. Manufacturera excede los LMP en forma consistente mientras que ningún otro sector declara excesos apreciables. En realidad, el sector agropecuario los fraccionamientos, organismos operadores, el comercio y los servicios, son importantes fuentes de contaminación. Más adelante se verá que existe un efecto acumulativo de los pequeños excesos para la industria Metalmeccánica

4.2.2.6. Descargas acumuladas declaradas por subsector de la Industria Manufacturera.

Esta figura muestra la importancia que puede tener la contaminación generada por pequeños incumplimientos de los límites en pequeños volúmenes que ocurren de manera consistente, en contraposición con el incumplimiento esporádico de las grandes industrias consumidoras.

La información que aparece en la gráfica es consistente con aquella correspondiente a la del PIB.

4.2.2.7. Descargas medias declaradas por subsector de la Ind. Manufacturera.

El conjunto de gráficas sobre descargas declaradas sugiere que existen contaminantes que no están siendo penalizados adecuadamente. Puesto que, en el largo plazo está resultando más viable contaminar y cubrir los derechos que ajustarse a los LMP o superarlos.

La primera figura muestra que sólo en un año y para un subsector -industria textil- ocurrió la mayor parte del exceso. Esto refuerza la idea de que cuando se sobrepasan los LMP, el excedente de la concentración de contaminantes puede ser de muchas veces el valor normal, sin que esto repercuta de forma importante en la contribución.

4.2.3. SACDAR

Sistema de Administración y Control de Descargas de aguas Residuales (SACDAR).

El sistema consiste de un cúmulo de información sobre las descargas de aguas residuales, que contiene los datos básicos del usuario, el resultado de los análisis y algunos otros datos útiles para el seguimiento de usuarios problemáticos. El énfasis del contenido de la información es en cuanto al incumplimiento de un usuario respecto de los LMP, no en cuanto al análisis global de la información. Este sistema utiliza Microsoft Excel como plataforma para recuperar y contener la información. Toda la información de la Entidad puede residir en un diskette de 3 ½ " sin compactación alguna. Su función principal es la de permitir el seguimiento administrativo y fiscal de los usuarios; no el control desde el punto de vista técnico. De hecho, dada el carácter autodeclarativo de las contribuciones y la falta de infraestructura para la realización de mediciones analíticas, la CNA no tiene más alternativa que la de dar por buenos los resultados del análisis de laboratorio que presente el usuario. Un seguimiento muy estricto de cada parámetro probablemente no tendría ningún objeto, considerando que sólo hasta hace unos tres años se han unificado los criterios respecto a las "Condiciones Particulares de Descarga", para contar con un conjunto único de parámetros consignados en la LFD y un procedimiento de muestreo normalizado, según el tipo y volumen de la descarga.

Después de realizar las modificaciones necesarias para uniformar (características computacionales) la información contenida en el sistema, se incorporó la numeración de la CNAP, para realizar tablas dinámicas y/o filtrados de la información que permitieran generar gráficas de las concentraciones y las cargas de contaminantes por Subsector de la Ind.: Manufacturera.

Sin embargo, la situación real de las industrias, respecto de la emisión de contaminantes sólo se puede valorar comparando los resultados obtenidos por las industrias en sus análisis, respecto de los Límites Máximos Permisibles LMP, y los valores consignados en el CCA y no mediante el seguimiento individualizado de los usuarios. Se busca el comportamiento de los "Sectores económicos" no el de los usuarios.

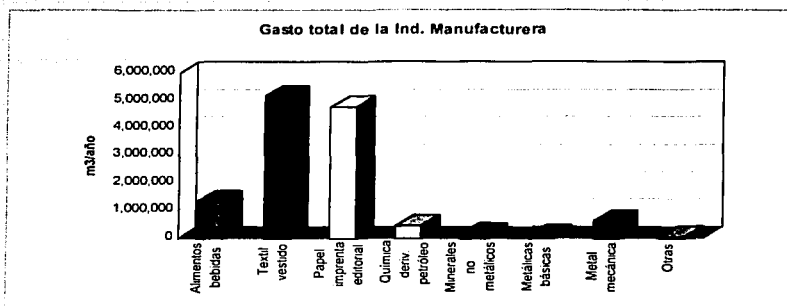
4.2.3.1. Gasto autorizado registrado para ser descargado a cuerpos receptores por gran división de actividad económica.

La figura muestra el gasto que se supone descargará la Industria manufacturera a los cuerpos receptores anualmente, con el propósito de estimar el aporte de contaminantes

Conviene notar el importante volumen de las industrias textil y del vestido y de papel, imprenta y editorial. En este caso, los altos volúmenes representan descargas que no excedieron los LMP Nótese los valores mucho más reducidos de la Ind. alimentaria y la metalmecánica. Aquí, se observa la conveniencia que pudiera representar el CCA, para unos sectores.

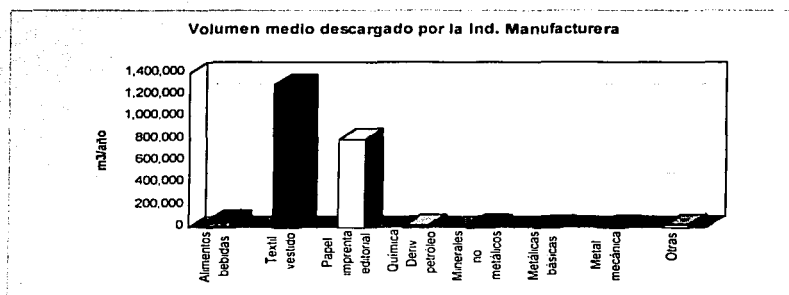
Volumen acumulado de descargas autorizadas por Subsector de la Industria Manufacturera en

Querétaro.



La figura muestra el volumen global que se obtiene de agregar todas las descargas autorizada registradas en el SACDAR,

Volumen medio de descargas autorizadas registradas por subsector de la industria manufacturera e Querétaro.

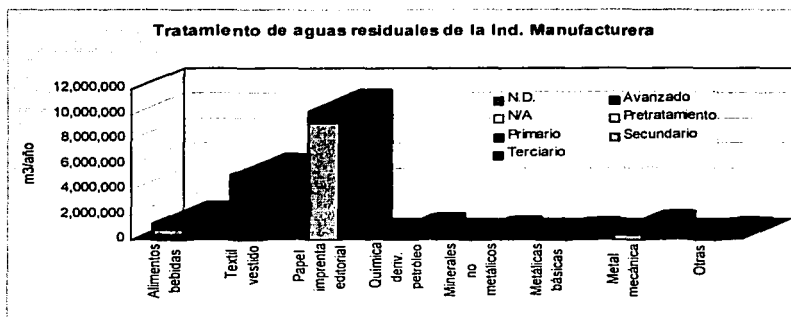


La figura muestra el promedio de los valores registrado para cada usuario, para cada uno de los subsectores

Esta figura muestra los valores representativos de usuarios típicos imaginarios en cada subsector y se presenta con el propósito de mostrar un volumen típico que sería necesario tratar en cada subsector. Se busca establecer la viabilidad de los tratamientos en función del volumen a tratarse y se sabe de antemano que no existe tal usuario; en cambio hay usuarios muy grandes y muy pequeños en cada subsector. Muestra también donde están los grandes usuarios y donde los pequeños.

4.2.3.2. Tipos de tratamiento de aguas residuales en la Ind. Manufacturera.

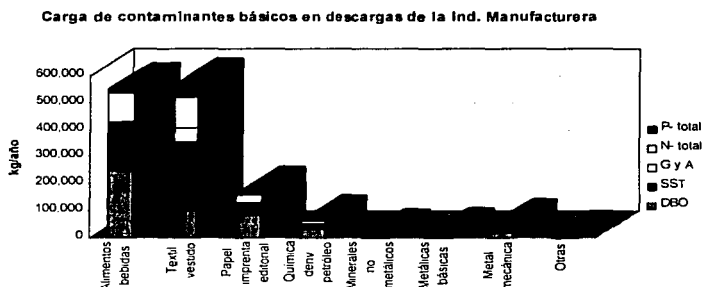
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



La gráfica muestra que el subsector 3.2. Ind. Textil y prendas de vestir, cuenta con tratamientos de tipo secundario para su descarga, mientras que el sector 3.4.- Ind. del papel, imprenta y editorial utiliza tratamientos terciarios. Lo anterior, en términos del volumen autorizado. Sin embargo, esta gráfica no representa la calidad del tratamiento, simplemente muestra el tipo de tratamiento manifestado por el usuario.

Contaminantes Básicos.

4.2.3.3. Carga anual de contaminantes básicos en descargas de la Ind. Manufacturera.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

En la gráfica se aprecia que el subsector 3.1.- tiene un significativo aporte de carga de contaminantes básicos, debido a la alta concentración de éstos en sus bajos volúmenes de descarga (Efluentes de alta carga). La similitud respecto del subsector 3.2.-Textil, vestido, está asociada a los altos volúmenes de agua descargada y no a la elevada concentración (efluentes de baja carga).

Llama la atención del bajo aporte de contaminantes de la Ind. Metalmeccánica (sector económico preferido, en términos de su aportación al PIB).

La gráfica también proporciona mucha información relativa a la problemática ecológica que se presentará en los cuerpos receptores, en relación con el predominio de los contaminantes que se pueden encontrar en ellos.

Asimismo son evidentes también, los factores problemáticos (DBO como resultado del asentamiento de en industrias de alimentos y bebidas -> malos olores y mortandad de fauna marina asfixiada, producto de las reacciones de descomposición de materia orgánica; y sólidos suspendidos totales ->

deterioro de los lechos de los cuerpos receptores y de los suelos irrigado).

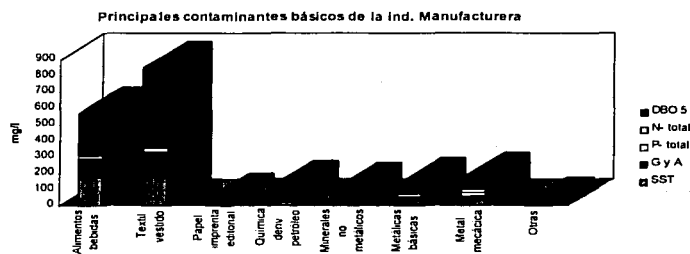
Se observa mucha mayor carga de grasas y aceites en los efluentes de la Ind. textil y del vestido. Esto puede explicarse por la mayor dificultad inherente a la degradación de grasas y aceites, en relación a la materia orgánica resultante de la putrefacción.

En los subsectores 1 y 2, se observan importantes cargas de fósforo, indicativas de procesos de lavado con detergentes.

Se presentan además, bajas cargas de nitrógeno, indicativas de procesos de tratamiento inconclusos, esto es, de bajos tiempos de retención en la infraestructura de tratamiento, con los que los procesos biológicos no se alcanzan a completar.

Se observa una similitud de la proporción de contaminantes de los subsectores 1 y 8, indicativa de su compatibilidad con la infraestructura municipal. Lo anterior, es interesante porque derivado del análisis del perfil de contaminantes, pueden tomarse decisiones de política de uso del suelo, tales como, restringir el asentamiento de industrias metalmeccánicas pequeñas a los parques industriales que cuenten con infraestructura de tratamiento secundario en bloque.

4.2.3.4. Concentración de contaminantes básicos por subsector de Ind. Manufacturera.



El subsector 1, de alimentos y bebidas registra grandes variaciones y aunque el promedio es aceptable, se pueden observar valores muy buenos y valores muy malos.

Destacan las diferencias y los valores escandalosos para DBO, GyA y SST, pudiendo esto interpretarse no como dificultades de índole técnica en los tratamientos, sino como una mala selección de los mismos. Esto se debe a que los tratamientos con los que se remueven los contaminantes básicos son de tipo "secundario" - biológicos-, lo que significa que no son intensivos en tecnología y si son de carácter "pasivo" -se almacena el agua en depósitos y se espera a que las bacterias degraden el efluente.

Un exceso de contaminantes básicos puede también involucrar una incorrecta segregación de las aguas de proceso, tal que los contaminantes inorgánicos agresivos o fitotóxicos destruyen los microorganismos responsables de la biodigestión.

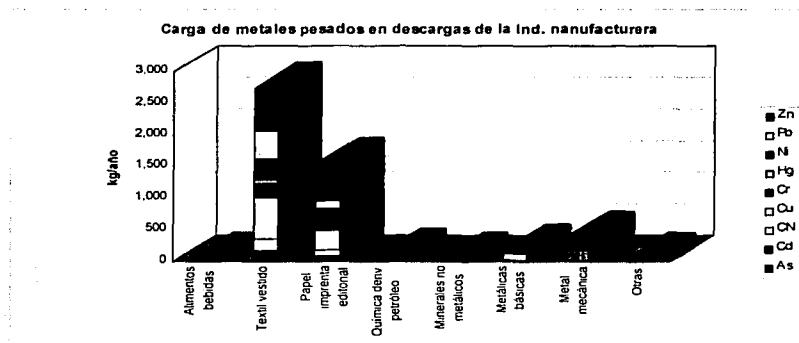
4.2.3.5. Metales pesados.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los metales pesados presentes en los cuerpos receptores son el resultado de la actividad industrial. En los diagramas pueden apreciarse uno o dos puntos muy por debajo de los LMP, mientras todas las demás descargas están muy por encima de los LMP. Empero, sólo uno o dos puntos con altas concentraciones de metales pesados son suficientes para causar graves daños, máxime que los contaminantes son arsénico y mercurio.

Cabe destacar que aún en los casos en que las descargas se encuentran por encima de los LMP, las cargas de estos contaminantes en los cuerpos receptores están haciendo imposible el uso posterior de los cuerpos de agua en las actividades agrícolas, peor aún, si los límites se exceden por 3 órdenes de magnitud en varios metales y sólo se pagan derechos por el mayor de los contaminantes emitidos.

Carga de Metales Pesados en Descargas de la Ind. Manufacturera.

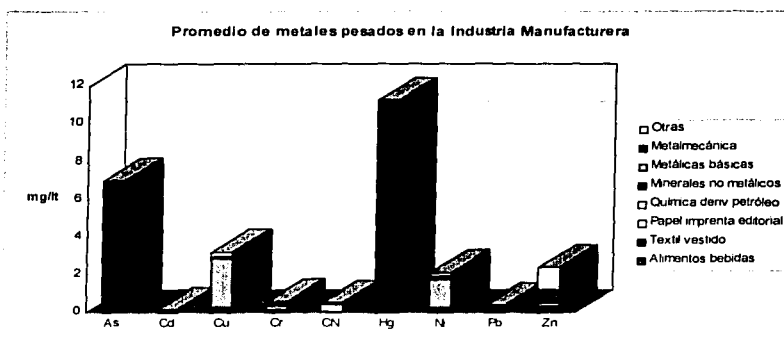
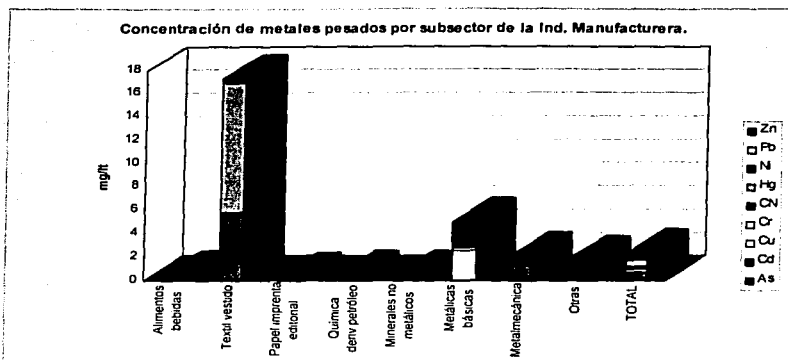


Se observa la baja contribución de la Ind. de Alimentos y bebidas al aporte de metales pesados

El subsector 3.2.- Ind. textil y del vestido, presenta un perfil típico de contaminantes, conforme a los LMP de la legislación en vigor. Las aportaciones de Cobre y Zinc son significativas, pero no se consideran muy graves si se tiene en cuenta que el agua en las tuberías está en contacto con estos materiales.

Concentración de Metales Pesados por Subsector de la Industria manufacturera en Querétaro.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Drenajes Municipales.

Las descargas de aguas residuales que son responsabilidad directa de la CNA, son las que se vierten directamente a los cuerpos receptores propiedad de la nación. Las industrias que vierten sus descargas a las redes de alcantarillado municipal son responsables de su tratamiento, en forma solidaria, de manera conjunta con el organismo operador municipal. Por ello, deben pagar una cuota correspondiente al saneamiento y de cumplir con los LMP establecidos para descargas en las redes de alcantarillado municipal.

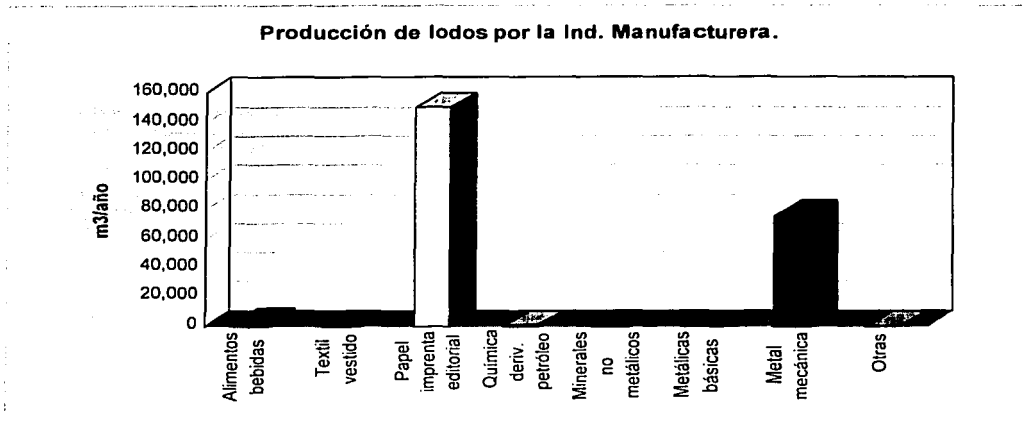
Para la realización de un análisis relativo al CCA, es muy importante distinguir a las industrias que no descargan residuos directamente a cuerpos receptores, porque éstas no deben pagar los derechos correspondientes. Sin embargo, esta separación debe tenerse presente cuando se realizan comparaciones con las variables macroeconómicas. No se puede incluir esta información en la evaluación de contaminantes emitidos, porque sus contaminantes serán sujetos a tratamiento en las plantas municipales.

Descargas a drenajes municipales de la Ind. Manufacturera.

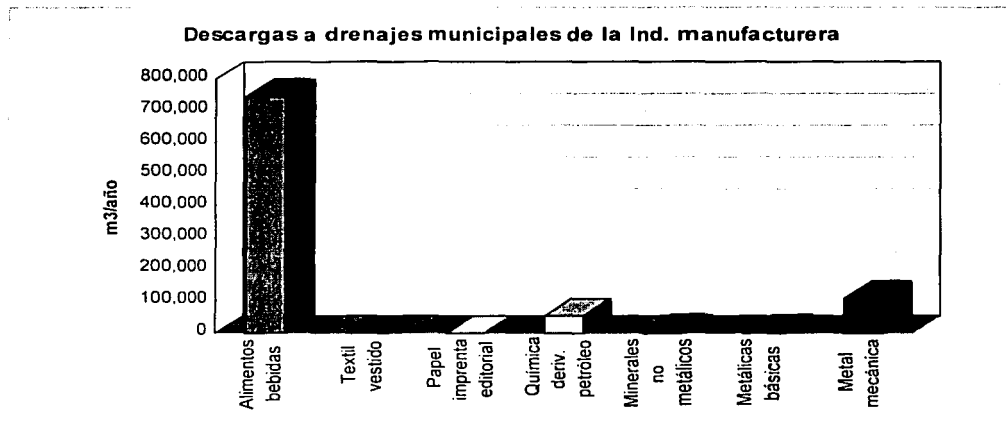
Se observa la importancia de la contribución del sector 3.1.- Alimentos y Bebidas a las descargas

municipales. Lo merece mayor atención es el aporte innecesario de la industria Química, que por su naturaleza no aportará desechos compatibles con las descargas municipales y que puede ocasionar a interrupción de los procesos biológicos.

Producción de lodos.

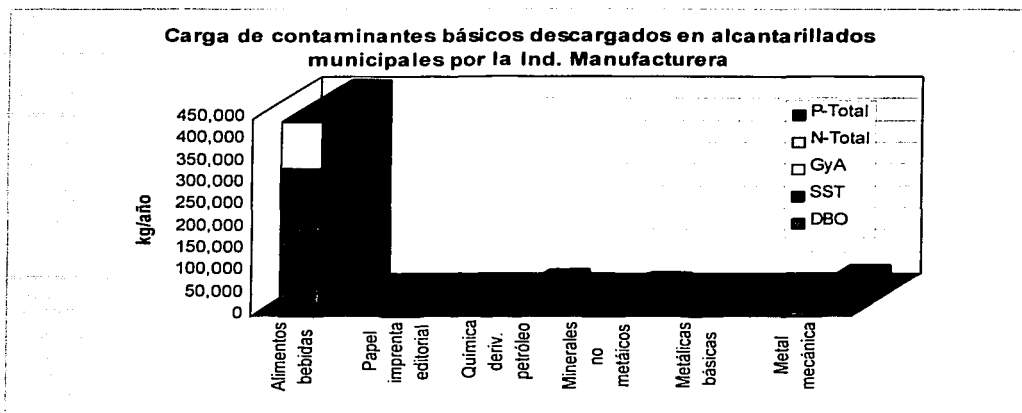


Volumen de descargas a redes de drenaje y alcantarillado municipal por subsector de la Ind. Manufacturera.



Carga de contaminantes básicos Descargados a Drenajes Municipales.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN



Se observa que el aportador fundamental a las redes municipales es el sector 3.1.- Ind. Alimentos y Bebidas y que una pequeña proporción corresponde a la Ind. Metalmeccánica. La figura refleja la importancia que reviste la compatibilidad de los procesos industriales y de tratamiento de descarga respecto a los sistemas de tratamiento a nivel municipal. La LFD especifica claramente ese carácter de "responsabilidad solidaria", para dar margen de maniobra a las instancias estatales y municipales

Asimismo, se puede apreciar la importancia de un esfuerzo coordinado de las distintas instancias de los ámbitos Federal, Estatal y Municipal, en relación con la disponibilidad de información actualizada y en cuanto a la problemática que puede ocasionar una carga excesiva de materia sólida en las redes de drenaje y la remoción de ésta, así como en el procesamiento de los lodos resultantes.

El parámetro más significativo es la DBO, aunque 250 toneladas, representa un número abstracto porque en realidad, significa que se necesitan 250 ton de oxígeno para transformar los desechos en compuestos químicamente estables. En cambio, las grasas y aceites, junto con los sólidos suspendidos totales sí representan materiales existentes en los efluentes

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.3. Perfil de Contaminantes.

En esta sección se analiza el perfil de contaminantes de Querétaro, por Gran División y Subsector de la Industria Manufacturera.

La representación gráfica -mediante "diagramas de control"-, muestra situaciones que no son apreciables mediante el uso de medidas de tendencia central. Por ejemplo, los promedios de contaminación por arsénico son muy elevados pero el incumplimiento de los parámetros corresponde a una sola empresa. Esto sí es evidente en una gráfica de control.

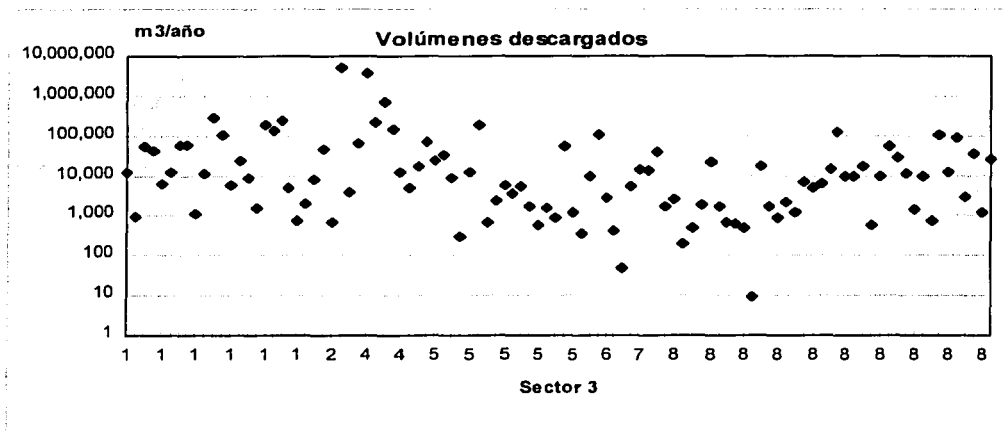
Cabe mencionar que, las gráficas que aquí se presentan, no son diagramas de control en el estricto sentido del término, puesto que los puntos no representan instancias sucesivas de un proceso que se está monitoreando, sino eventos independientes. Esto es, no se está controlando nada, sólo se está observando.

Se utilizó este concepto, porque el monitoreo del proceso de generación de descargas es precisamente lo que debe ocurrir. Deberían mantenerse sistemas de información que permitan el monitoreo gráfico para cada empresa para cada uno de los contaminantes. Lo que puede observarse en las gráficas para el Estado de Querétaro es que:

- Existen buenos niveles de cumplimiento para la mayoría de los contaminantes en el sector industrial.
- Está vigente una problemática de incumplimiento del sector pecuario, que se manifiesta en el incumplimiento apreciable en todos los parámetros
- Los tipos de tratamientos declarados normalmente coinciden con los resultados obtenidos, pero en el sector pecuario no existe una buena concordancia entre las actividades económicas declaradas y los contaminantes emitidos. Los valores excesivos de metales pesados sugieren el desarrollo de actividades de tanería inconsistentes con la designación de la CNAP del INEGI.
- Los subsectores industriales de Ind. textil y del vestido y de Ind. Metalmeccánica presentan, esporádicamente, valores de contaminantes básicos inconsistentes con las actividades preponderantes de sus procesos industriales que pueden ser el resultado de la incorporación de sus instalaciones auxiliares a la corriente de descarga, sin previo tratamiento.
- Los fraccionamientos son una fuente apreciable de contaminantes que sugiere una falta de control que puede deberse al hecho de que su actividad principal es la compra-venta de inmuebles y a la larga, esto deriva en que se convierten en prestadores de servicios de saneamiento que no están sujetos al control que se ejerce sobre los "organismos operadores"

Los encargados directos de seguimiento de estos usuarios están familiarizados con esta información, puesto que realizan inspecciones y/o reciben los análisis correspondientes. Sin embargo, no es posible que se tomen decisiones respecto de aspectos económicos si no se cuenta con un sistema de registro y recuperación adecuada de la misma por todas las áreas involucradas dentro de CNA. En tanto no se vincule los datos técnicos con indicadores de la actividad económica e industrial no será posible instrumentar medidas de política económica, en particular las regionalizadas.

infraestructura de laboratorios acreditados confiable. Se subsidia a los pequeños usuarios y se vigila más rigurosamente a los grandes, aunque se les beneficie injustamente con el apoyo. Se puede establecer un apoyo diferenciado en función del consumo.



Ind. Manufacturera.- Se puede apreciar la distribución de los volúmenes que es muy similar a la distribución del PIB sectorial excepto para la Ind. textil que tiene consumos muy elevados. Las autoridades estatales y municipales deberían contar con información que les permita tomar decisiones sobre el asentamiento de industrias que sea acorde con las perspectivas de generación de riqueza económica y beneficios sociales, en función del deterioro del medio ambiente y la sobreexplotación de los mantos acuíferos.

Los sectores más recomendados son la Ind. Metalmecánica y la Ind. de Alimentos y Bebidas y lo que debe evitarse es la aparición de industrias con operaciones demandantes de agua como el teñido de textiles.

4.3.1.2. Tipo de Tratamientos.

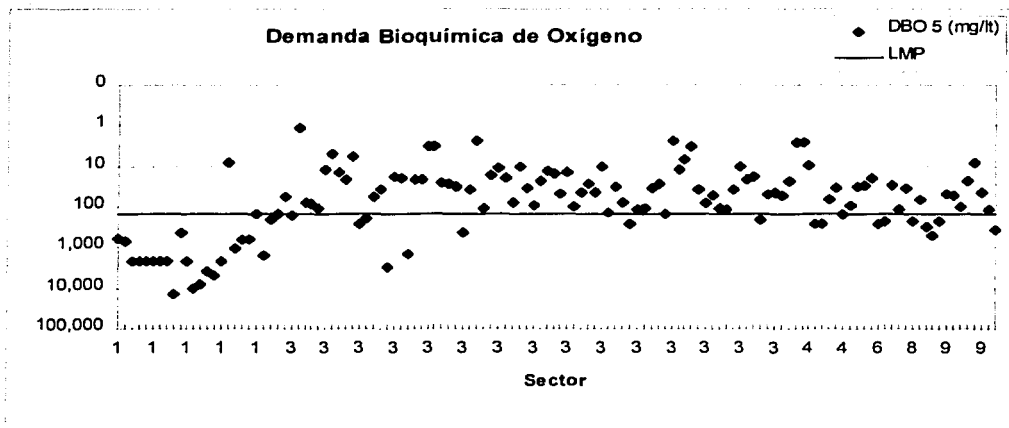
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

coagulación. En el sector de Prod. de alimentos y bebidas se observan las mayores diferencias. La Ind. Metalmeccánica destaca por su concordancia.

4.3.2. Contaminantes Básicos.

4.3.2.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



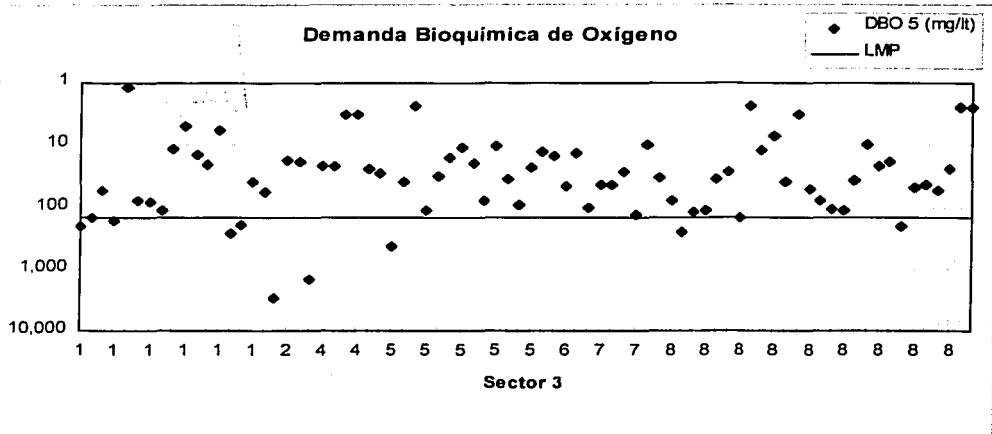
Gran División- Esta figura muestra la Demanda Biológica de Oxígeno por gran división de actividad económica. Se puede apreciar un incumplimiento importante del sector primario, que corresponde a las descargas pecuarias. Es posible apreciar que existe una disparidad importante entre los valores. Mientras unas descargas se ubican muy por debajo de los LMP, otras están muy por encima de los niveles del CCA. Este fenómeno es indicativo de la problemática que existe respecto de la infraestructura de tratamiento de aguas residuales. Mientras unos productores agropecuarios cuentan con sistemas tecnificados de producción otros subsisten realizando actividades en pequeña escala y contaminando en igual medida. Sin embargo, los subsidios son indiscriminados.

Otro sector que se ubica en niveles de incumplimiento es el de los proveedores de servicios inmobiliarios (fraccionamientos), presentándose también la problemática de la disparidad en el desarrollo de infraestructura de tratamiento. Aquí la problemática es de supervisión, puesto que, para propósitos de control administrativo - que se ejerce a través de mecanismos fiscales- los usuarios se ostentan como inmobiliarias y/o constructoras, no como prestadores de servicios de saneamiento. Las políticas de supervisión no son las mismas,

La supervisión "fiscal" es más estricta para con los fraccionamientos pero se relaja en el aspecto ambiental. Por el contrario, para los organismos operadores se hacen consideraciones políticas porque éstos son prestadores de un servicio indispensable que la sociedad requiere, entonces la supervisión fiscal se relaja y los aspectos ambientales se controlan con mayor rigor. En estos sectores, la CNAP de INEGI, no funciona adecuadamente, puesto que no tipifica correctamente las actividades productivas -de

generación de valor agregado- que las entidades ejercen.

TESIS CON
FALLA DE CALIDAD



Ind. Manufacturera.- Este parámetro tiene un nivel muy bajo de cumplimiento, con valores que cumplen con el LMP, pero para los que no se alcanza, por ejemplo, el de 30, para riego restringido o 20 mg/l para riego no restringido de áreas verdes. Este es un parámetro en el que no se está poniendo la atención debida por parte de los usuarios. Esta situación refleja que existe dificultad en el control de los procesos de tratamiento secundario, tanto biológicos como fisicoquímicos. En el caso de los procesos biológicos, la determinación de la DBO, involucra la toma de muestras y la determinación mediante procedimientos de laboratorio. La práctica es suponer que los microorganismos simplemente harán su trabajo (como en una fosa séptica). En el caso de los procesos fisicoquímicos (floculación y/o coagulación), es difícil regular la cantidad exacta de los químicos que se añaden al efluente.

4.3.2.2. Grasas y Aceites.

Este es quizás el peor parámetro de los consignados en la LFD. Su tratamiento involucra procesos primarios -separación física, mediante desnatado y/o floculación-, o tratamientos secundarios -tratamientos biológicos de digestión o químicos para la destrucción de las emulsiones y separación por agentes químicos floculantes-. Los procesos convencionales son complejos y los costos de los mismos son elevados. Los tratamientos naturales, en cambio, son económicos pero implican un cambio en la cultura de la disposición de residuos y una fuerte inversión inicial en infraestructura y transferencia de tecnología.

Para este tipo de contaminantes, el problema puede dividirse claramente en sectores económicos y su solución es distinta en función de esta división.

En el sector primario, los contenidos de GyA en las descargas pecuarias son producto de las operaciones de destazado y procesamiento de carnes. Estas actividades no han sido correctamente catalogadas en CNAP, porque no se realizan en empresas legalmente

constituidas para tal efecto; son operaciones familiares y en pequeña escala que, en conjunto son la mayor fuente de contaminación de los cuerpos receptores de la entidad. Además, no se ha ejercido ningún control fiscal y/o administrativo por constituir parte del problema del sector agropecuario. Peor aún, los peores infractores son los rastros municipales

Para el sector industrial, los niveles de incumplimiento son mucho menores. Los incumplimientos se generan en los subsectores 3.1.- Alimentos y bebidas y 3.8.- Ind. Metalmeccánica. En el primer sector la situación es similar a la problemática del sector pecuario, sólo que estas operaciones si están formalmente establecidas y desarrollan esta actividad económica específica. En el segundo caso, las operaciones de taller de la Ind. Metalmeccánica involucran el uso de aceites y solventes para lavado de piezas maquinadas.

Para los sectores económicos restantes, del 4 al 9, la problemática se relaciona con la administración de descargas municipales y tiene su origen en una mala planeación urbana de asentamiento de pequeñas industrias en sitios incorrectos, de tratamientos municipales fuera de control, de infraestructura que no recibe mantenimiento etc. etc.

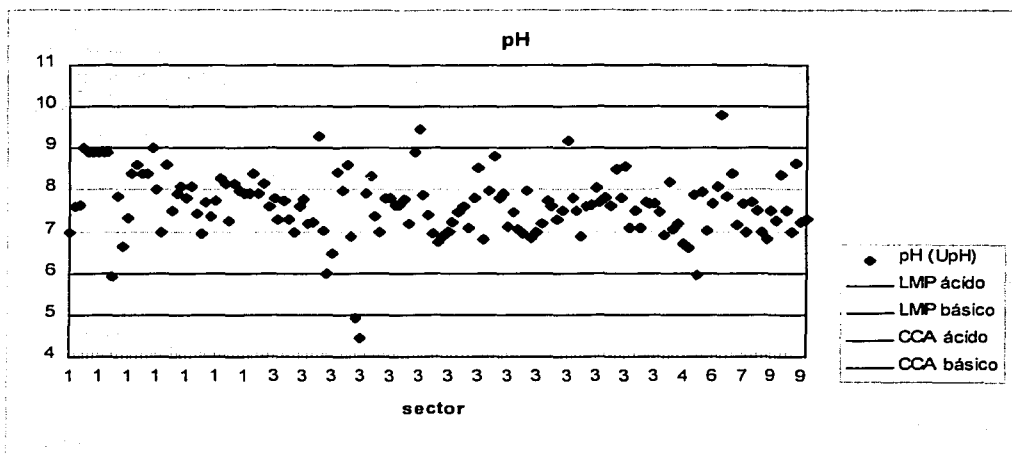
La solución de esta problemática debe atender las practicas recomendadas para cada sector.

La administración de las descargas municipales es compatible con la disposición de contaminantes básicos, resultado de los procesos de las actividades económicas unifamiliares y desechos domésticos. La destrucción de grasas y aceites se realiza exitosamente por procesos de digestión biológica o separación química utilizados en los municipios. Es necesaria una labor coordinada para controlar las características de los efluentes que ingresan a las plantas municipales de tratamiento a gran escala. Por lo que, en lugar de que las descargas se realicen a los cuerpos receptores la política de asentamientos industriales debe procurar la conexión de estas descargas a las redes municipales.

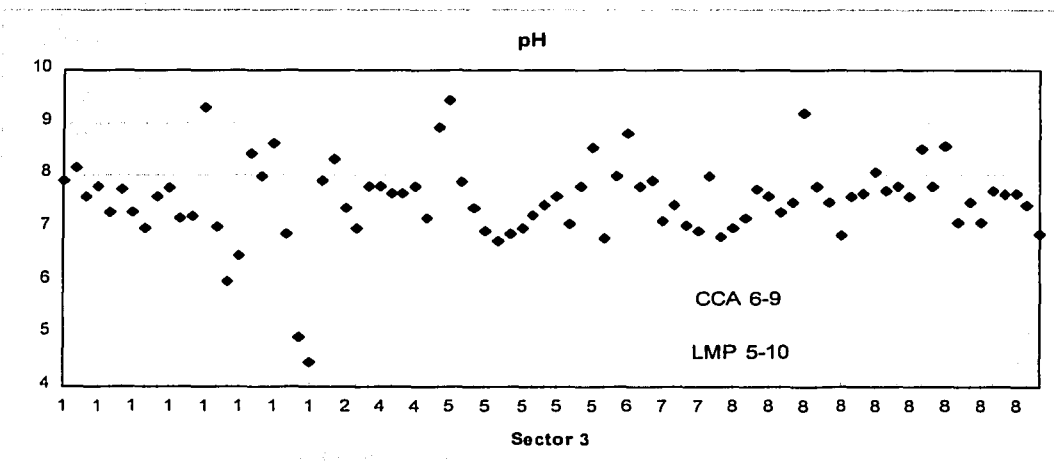
Las descargas del sector 3.1. deben tratarse mediante procesos de biodigestión anaeróbica por su alto contenido de proteínas. Los altos volúmenes consumidos justifican la instalación de infraestructura de tratamiento.

Por el contrario, la Ind. Metalmeccánica tiene muy bajos consumos por lo que, puede pagar los derechos correspondientes, instalar infraestructura o contratar los servicios de terceros para el tratamiento de sus aguas residuales. Mientras la penalización sea barata las dos opciones -tratamiento o subcontratación del servicio- no serán viables. La práctica más recomendada es una buena separación de los desechos de taller de las redes de drenaje.

Los otros subsectores no tienen una problemática tan grave en este parámetro. Lo más recomendable son los procesos de separación químicos. La tendencia es a que la separación de emulsiones agua-aceite y viceversa sean parte del proceso de producción y que los aceites de desecho se vendan a una recicladora de aceites. El agua tratada se reutiliza en alguna etapa auxiliar del proceso y la de desecho se trate por algún proveedor de este servicio -as plantas municipales -.



Gran División.- La gran mayoría de los valores está dentro de la banda de cumplimiento, incluso del CCA, con incumplimiento de dos industrias

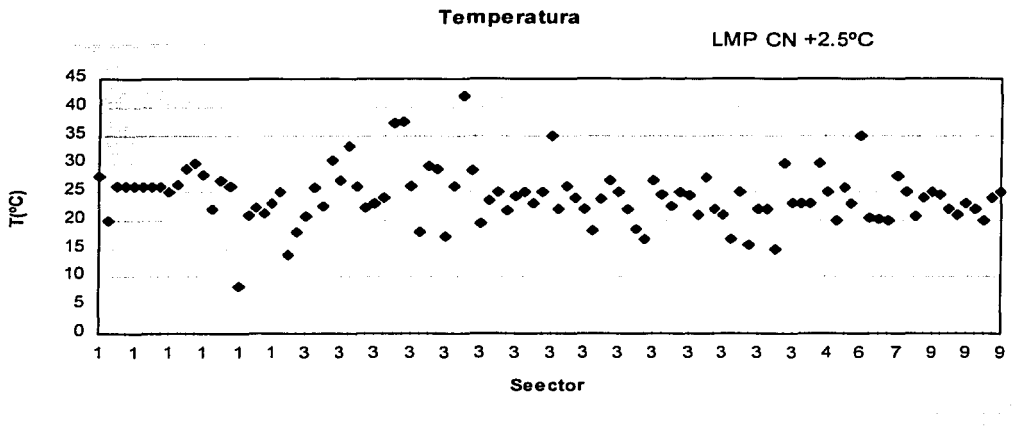


Ind. Manufacturera.- Se observan valores de incumplimiento -ácidos- en el sector 3.1, que pudieran reflejar un tratamiento fuera de control, más que la presencia de un componente de un proceso industrial. De hecho, los microorganismos interrumpen su actividad en situaciones de acidez o alcalinidad extrema, por lo que normalmente, éste es un parámetro muy vigilado que no representa un problema en este sector.

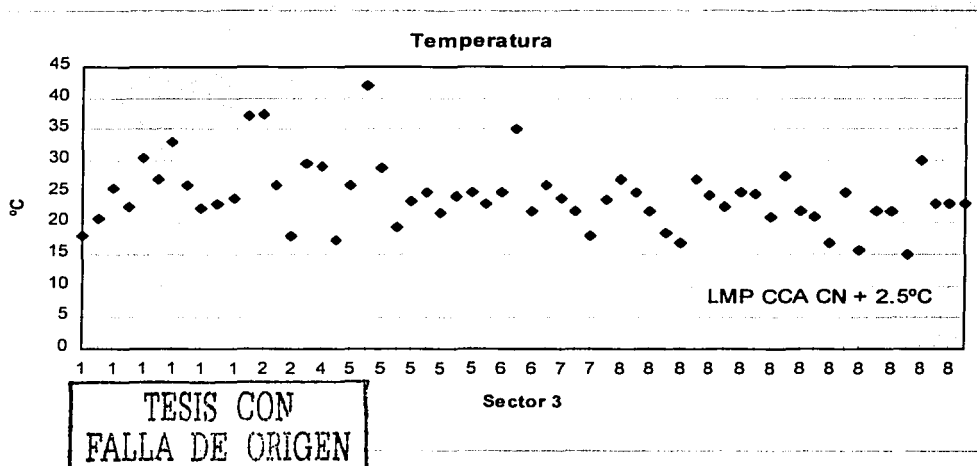
4.3.2.8. Temperatura.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Este parámetro es problemático porque los LMP son de $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$ de las CN., del cuerpo receptor. Debido a la baja conductividad térmica del agua -que es un excelente regulador de temperatura-, las temperaturas de los efluentes simplemente son la consecuencia de las características de los procesos industriales o los tratamientos. Los tratamientos biológicos se desarrollan eficientemente a unos 40°C . Por el contrario, a mayor temperatura del agua, mayor potencial de ésta para contener sustancias disueltas, con lo que no es deseable en los procesos de separación físicos y químicos..



Gran División.- La gráfica muestra el comportamiento del parámetro acorde con la situación de los procesos y tratamientos correspondientes a cada giro de actividad económica. Se puede apreciar una tendencia de los valores a ubicarse alrededor de los 25° -el promedio es 24° -, pero también se observan claros incumplimientos en el sector industrial, en el sector servicios y en el sector primario. Esto, si se toma la línea media como referencia



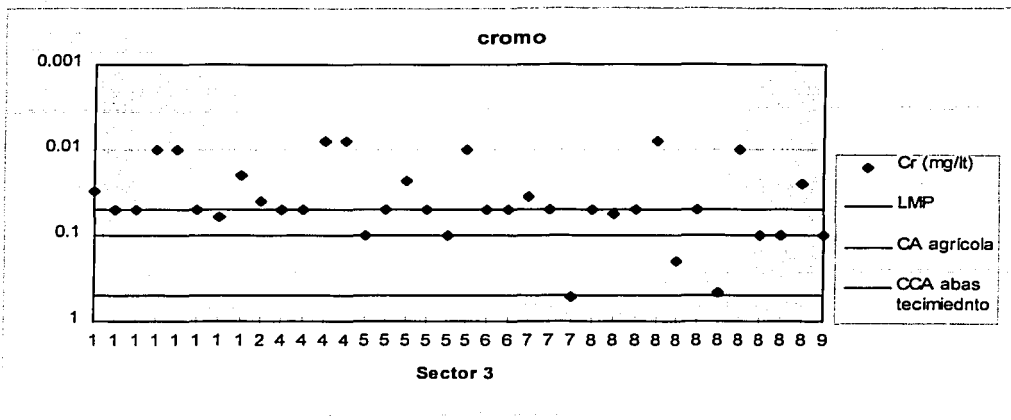
Ind. Manufacturera.- No se puede apreciar ninguna tendencia. Los valores se ubican

erráticamente y los más dispersos ocurren en el sector de producción de alimentos y bebidas, posiblemente como resultado de los procesos de lavado o de los tratamientos biológicos, para los que la eficiencia es máxima a temperaturas alrededor de los 40°C

4.3.3. Metales Pesados y Cianuros.

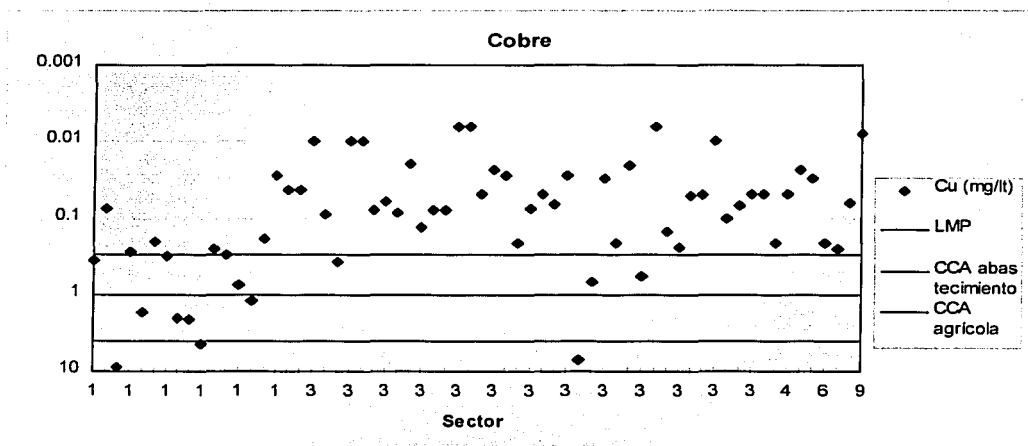
La categorización entre contaminantes básicos es una que se realiza en la Ley Federal de Derechos y probablemente obedece al criterio de las concentraciones que se requieren para ocasionar efectos adversos a la salud o al medio ambiente. Como regla empírica puede considerarse que, entre los contaminantes básicos y los metales pesados existe una razón de 1 :1000. Los procesos de tratamiento para su remoción son del tipo de filtración (tratamientos terciarios); en lugar de procesos biológicos o químicos (floculación y/o coagulación), aunque un importante porcentaje del contenido de metales pesados puede eliminarse en un tratamiento secundario exitoso. Lo importante es que, desde el punto de vista tarifario, se les considera "más caros", más penalizados.

El patrón general de las gráficas que a continuación se presentan es a mostrar que, la industria sí puede desarrollar y mantener tratamientos que no rebasen los LMP o sobrepasen las expectativas del CCA, sencillamente porque no los manejen en sus procesos productivos o porque los controlen como parte del proceso mismo, antes de que las aguas adquieran su carácter de "residuales".



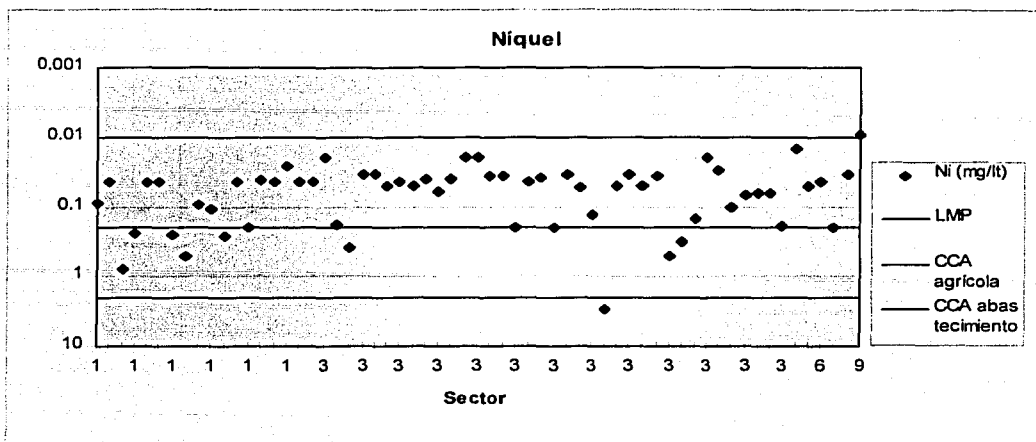
Ind. Manufacturera.- Se observan niveles buenos de cumplimiento, pero éstos son bajos en función de los niveles alcanzados en los otros parámetros.

4.3.3.5. Cobre.

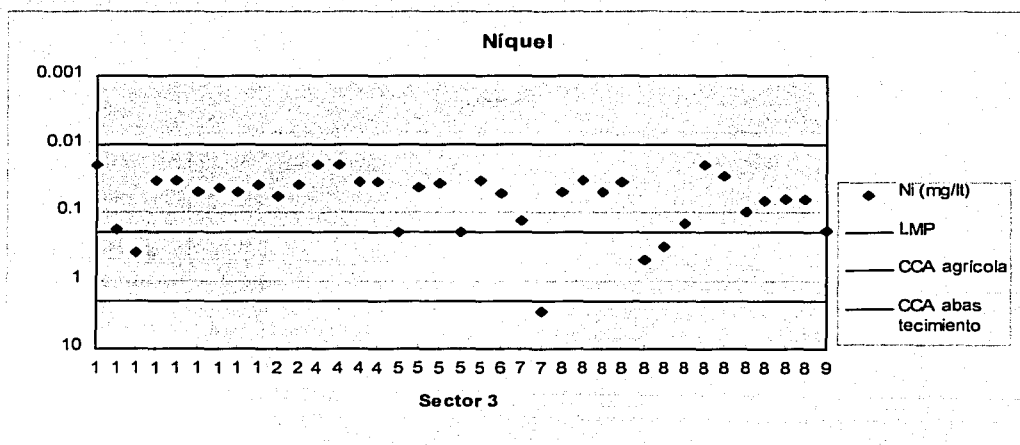


Gran División.- En general, se observan altos niveles de cumplimiento, muy por encima de los requerimientos del CCA, pero también esporádicos incumplimientos moderados en el sector industrial.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



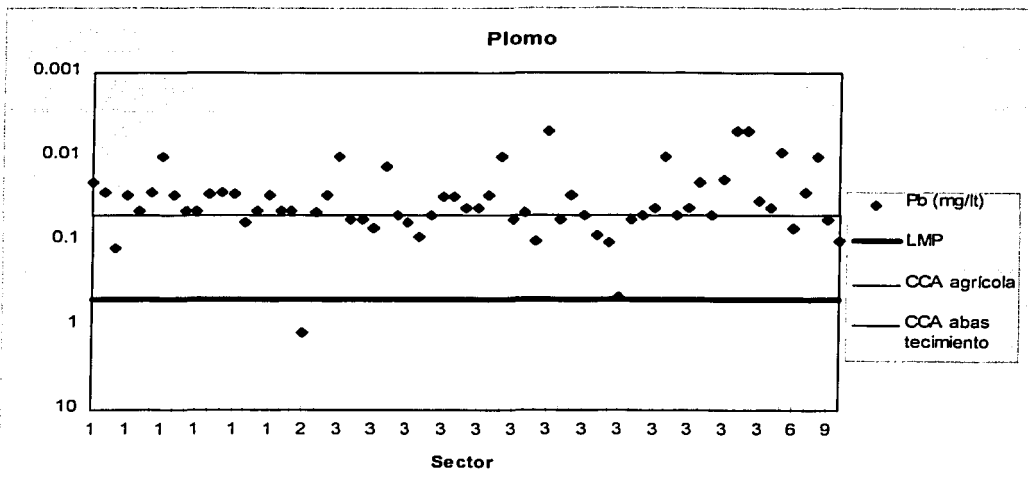
Gran División.- Se observan buenos niveles de cumplimiento, entre LMP y CCA, decreciendo en el sector pecuario.



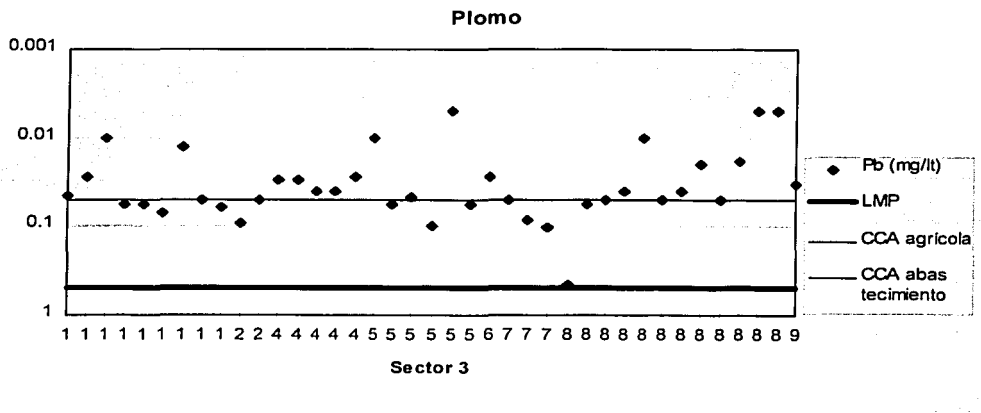
Ind. Manufacturera.- Como podría esperarse se observa incumplimiento en el sector 3.7.- Ind. Metálicas Básicas, aunque este no es de importancia

4.3.3.8. Plomo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



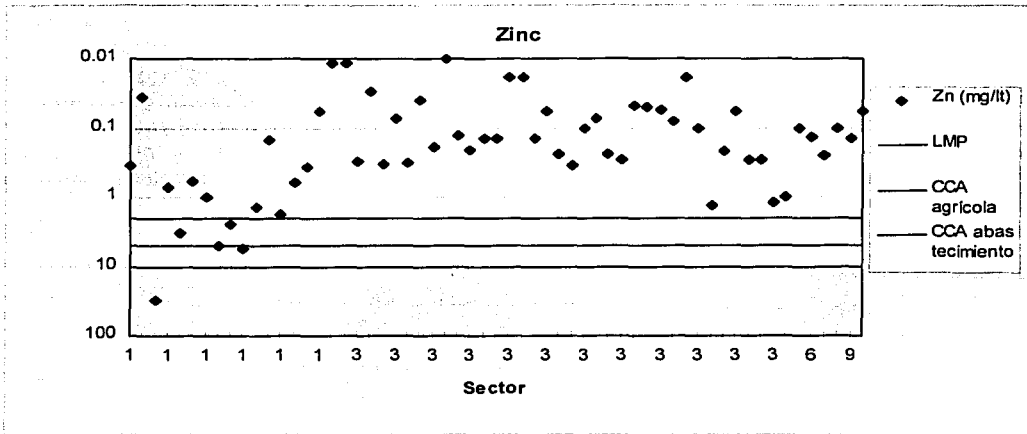
Gran División.- Se observa incumplimiento moderado en el sector de Minería, por lo demás los valores se ubican en o sobre el CCA.



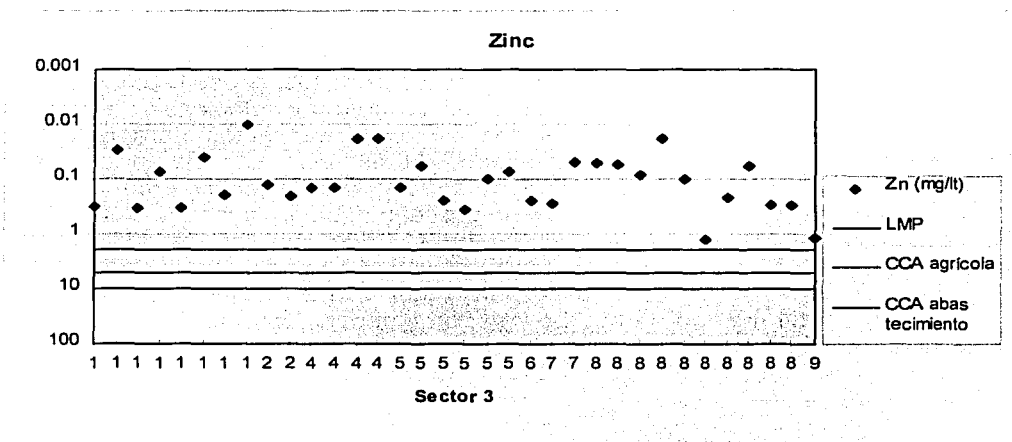
Ind. Manufacturera.- Los valores se ubican en el límite del CCA, en la mayoría de los casos.

4.3.3.9. Zinc.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN



Gran División.- Se observan muy buenos niveles de cumplimiento para este parámetro. Se aprecia un usuario con un nivel alto de incumplimiento, que puede ser el resultado de operaciones de tañería. Es importante señalar que las operaciones informales deben ser controladas o catalogadas correctamente para permitir el reuso del agua residual, resultado de tratamientos secundarios, por otros usuarios agrícolas. Puede recomendarse la construcción de pozos de absorción si se realizan operaciones de curtiduría y tañería en pequeña escala, para segregar estas aguas de las corrientes principales, o evitar su ingreso inmediato a cuerpos receptores, mediante la construcción de un humedal.



Ind. Manufacturera.- Se observan muy buenos niveles de cumplimiento.

4.4. Análisis Comparativo de Parámetros.

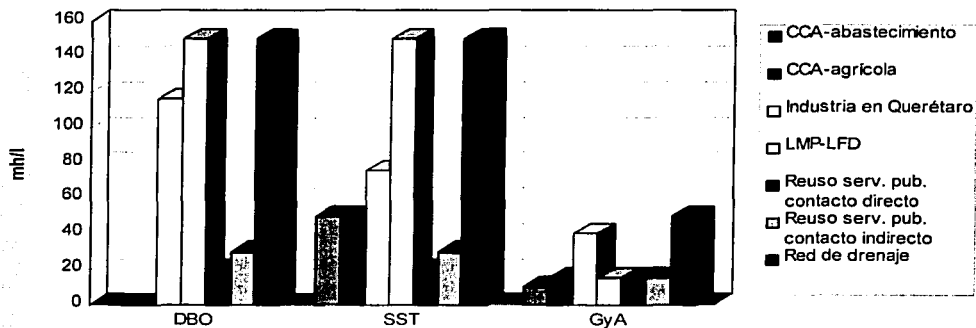
La gráfica muestra las concentraciones de contaminantes autorizadas, en los parámetros más representativos. Aquí es apreciable la diferencia entre "contaminantes básicos" y "metales

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

pesados" respecto del orden de magnitud.

Hay contaminantes básicos menos deseables que otros, pero no en términos de su concentración, sino de sus efectos negativos en los cuerpos receptores. En cuanto a estos contaminantes, la diferencia en su potencial pernicioso es evidente en la figura. En cambio, en el caso de metales pesados, ni sus efectos negativos son tan obvios, ni su valoración tan evidente. La misma gráfica se elaboró con una escala distinta (logarítmica), para ilustrar la problemática de valoración.

Comparativo de principales contaminantes básicos.

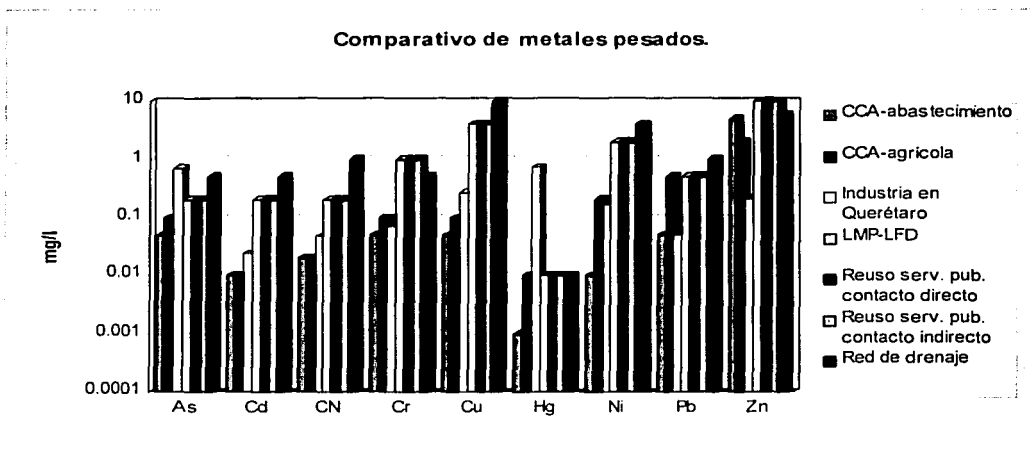
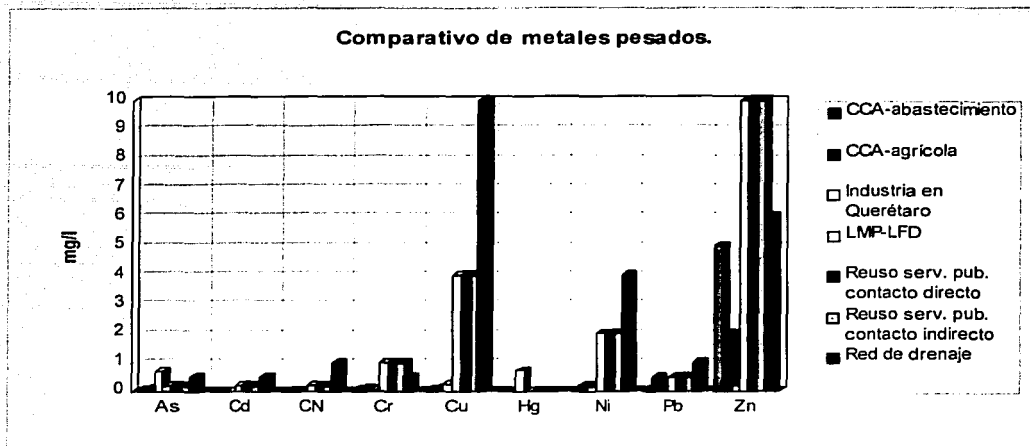


Se observa incumplimiento de la industria para metales pesados, específicamente en arsénico y mercurio. Más importante, es el hecho de que los guardan relaciones de magnitud muy distinta que no corresponden a la capacidad de los tratamientos para la remoción de contaminantes. Es decir, un proceso terciario, de filtración por ejemplo, removerá los microcontaminantes en una proporción que debe ser congruente con los ordenes de magnitud de los otros contaminantes. Esto, porque en un proceso terciario, los materiales presentes en el agua tienen las características de "trazas", puesto que casi la totalidad de los sólidos suspendidos y la materia coloidal debe haber sido eliminada, como resultado de los procesos primario y secundario. Luego, es inconsistente tener concentraciones de 10mg/l para un contaminante y de 0.001 mg/l para otro. Lo anterior, independientemente de la vulnerabilidad del cuerpo receptor. De hecho, el perfil de los distintos tratamientos - los resultados de los procesos industriales- debe estar claramente normalizado, por proceso y/o tipo de proceso. Se debe saber, que esperar de un procesos de filtración, de ultrafiltración, de diálisis, de digestión biológica, etc. etc. Tanto como se sabe que un proceso primario, debe proporcionar un influente sin piedras o basura y que un proceso secundario debe proporcionar agua con muy bajas cantidades de materia orgánica y uno de desinfección, debe destruir dicha materia.

Es conveniente señalar que, desde la perspectiva de la mejor administración de los cuerpos de agua, la fijación de límites muy estrictos no tiene ningún sentido si no es consistente para todas las actividades económicas. La emisión de descargas pecuarias sin tratamiento tiene impactos mucho más negativos que la emisión de metales pesados en bajas concentraciones

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

por un lado, y la disposición no controlada de los lodos en otro sitio no certificado como confinamiento seguro.



La figura muestra que el contaminante más indeseable es el mercurio. También es evidente la diferencia entre contaminantes básicos y metales pesados.

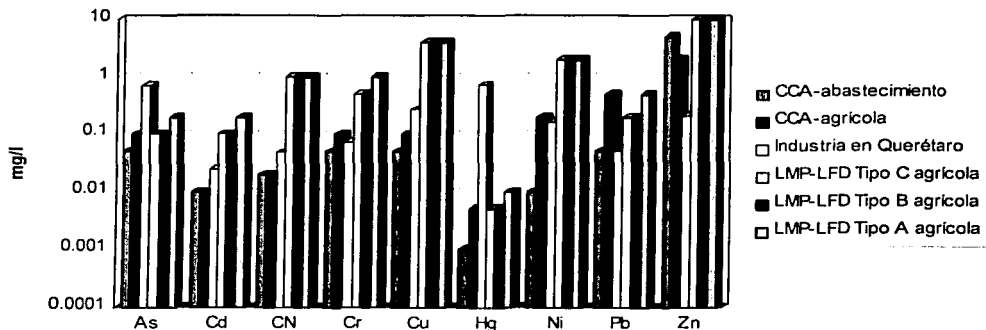
Sin embargo, la relación de órdenes de magnitud entre metales pesados igualmente perniciosos como arsénico, cobre, cromo o plomo no es tan evidente. El aspecto discutible de los límites es que los tratamientos necesarios para remover el mercurio, son los mismos que se utilizan para la remoción de los otros metales pesados. Lo que puede deducirse de la figura es que, los valores se han establecido en función de la toxicidad para el hombre y los animales superiores, no a la capacidad técnica para el control de los procesos de tratamiento.

Desde la perspectiva industrial, es más sencillo excederse ampliamente en mercurio y pagar un exceso de 5, y ser eximido de todo lo demás, que mejorar el proceso para remover todos los demás contaminantes al nivel terciario.

Se observa incumplimiento de la industria para metales pesados, específicamente en arsénico y mercurio. Más importante, es el hecho de que los guardan relaciones de magnitud muy distinta que no corresponden a la capacidad de los tratamientos para la remoción de contaminantes. Es decir, un proceso terciario, de filtración por ejemplo, removerá los microcontaminantes en una proporción que debe ser congruente con los ordenes de magnitud de los otros contaminantes. Esto, porque en un proceso terciario, los materiales presentes en el agua tienen las características de "trazas", puesto que casi la totalidad de los sólidos suspendidos y la materia coloidal debe haber sido eliminada, como resultado de los procesos primario y secundario. Luego, es inconsistente tener concentraciones de 10mg/l para un contaminante y de 0.001 mg/l para otro. Lo anterior, independientemente de la vulnerabilidad del cuerpo receptor. De hecho, el perfil de los distintos tratamientos - los resultados de los procesos industriales- debe estar claramente normalizado, por proceso y/o tipo de proceso. Se debe saber, que esperar de un procesos de filtración, de ultrafiltración, de diálisis, de digestión biológica, etc. etc. Tanto como se sabe que un proceso primario, debe proporcionar un influente sin piedras o basura y que un proceso secundario debe proporcionar agua con muy bajas cantidades de materia orgánica y uno de desinfección, debe destruir dicha materia.

Es conveniente señalar que, desde la perspectiva de la mejor administración de los cuerpos de agua, la fijación de límites muy estrictos no tiene ningún sentido si no es consistente para todas las actividades económicas. La emisión de descargas pecuarias sin tratamiento tiene impactos mucho más negativos que la emisión de metales pesados en bajas concentraciones por un lado, y la disposición no controlada de los lodos en otro sitio no certificado como confinamiento seguro.

Comparativo de tipos de cuerpo receptor.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.5. Estudio de Casos

En esta sección se presenta la situación de empresas y organizaciones típicas por gran división de actividad económica y por subsector industrial, con el fin de validar la información que proporcionan las bases de datos de la Gerencia Estatal y de examinar las problemáticas específicas de las organizaciones que tienen dificultades para conformarse al esquema legal vigente y a las buenas prácticas de administración de aguas residuales. O, por el contrario, cuando las prácticas vigentes reflejan las incongruencias del esquema legal y de los criterios de normalización.

Las empresas y organizaciones se seleccionan también por su representatividad en el contexto estatal, o bien, porque muestran alguna situación pertinente a la viabilidad del Certificado o a sus capacidades de tratamiento.

Los sectores y subsectores que se omiten, no aparecen en las bases de datos de la Subgerencia de Administración del Agua en Querétaro, en virtud de que no se desarrollan actividades económicas en la entidad.

4.5.1. Subsector 1.1.- Actividades Agropecuarias.

Los usuarios agropecuarios requieren cantidades moderadas de agua para las actividades pecuarias, pero enormes volúmenes de agua para el desarrollo de actividades agrícolas. Desafortunadamente, la frontera entre las actividades agrícolas y pecuarias, así como el agua necesaria para las actividades domésticas es muy ambigua. Esta es la razón de ser del uso "múltiple", que originalmente fue propuesto para no afectar a los pequeños propietarios en cuanto a las exenciones fiscales y que, en muchos

casos sólo sirve para encubrir explotaciones industriales de grandes volúmenes.

La característica común de los usuarios pecuarios es que para el tratamiento veterinario de sus animales, se utilizan medicamentos que contienen concentraciones importantes de metales pesados, que a consecuencia de las operaciones de lavado, terminan en las corrientes receptoras o en las áreas agrícolas regadas con aguas con un alto contenido de desechos animales (que son un excelente fertilizante).

| | |
|---|--|
| Representante legal | |
| Representante de protección al ambiente | |
| RFC | RIHR-441026-468 |
| Dirección | Km. 1 Carr. La Palma a El Ahorcado |
| Zona industrial | N/U |
| Localidad/ciudad | El Ahorcado |
| CP | 76700 |
| Municipio | Pedro Escobedo |
| Teléfono/fax | |
| Origen | Pozo profundo |
| Volumen (m3/día) | 197.26 |
| Uso del agua | Agropecuario y servicios |
| Sector | 1 |
| Subsector | 1 |
| Giro | Cría, engorda, reproducción y comercialización de cerdos |
| (Hrs/día) Laborables | 24 |
| (Días/semana) laborables | 7 |
| (Meses/año) laborables | 12 |
| Núm. de descargas | 1 de 1 |
| Gasto prom. (m3/día) | 139.7 |
| Gasto (m3/año) | 51000 |
| Título de concesión | 09QRO101133/26GMGE97 |
| Fecha del título | 26 de diciembre de 1997 |
| Fecha de permiso de descarga | 10 de diciembre de 1997 |
| Fecha de apego NOM-001-ECOL/1996 | 27 de mayo de 1997 |
| Origen | Pecuario |
| Cuerpo receptor | Infiltración superficial, subsuelo (terrenos propios riego agrícola) |
| Uso del cuerpo receptor | Agrícola |
| Región hidrológica | Pánuco |
| Cuenca | Alto Pánuco |
| Subcuenca | San Juan |
| Altitud (msnm) | 1820 |
| Longitud (W) | 100°10'07" |
| Latitud (N) | 20°30'46" |

| | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Fecha de análisis | 21 de julio de 1997 |
| T (°C) | |
| pH (UpH) | 7.98 |
| Col. fecales (NMP/100 ml) | 110000 |
| H. helminto (Org/lit) | Negativo |
| G y A (mg/lit) | 8.8 |
| Mat. flot. (malla 3 mm) | Ausente |
| Sól. sed. (ml/lit) | |
| SST (mg/lit) | |
| DBO 5 (mg/lit) | |
| Carga (kg/día) DBO | #¡VALOR! |
| Carga (kg/día) SST | #¡VALOR! |
| Carga (kg/día) G y A | 1.22936 |
| N- total (mg/lit) | |
| P- total (mg/lit) | |
| As (mg/lit) | 0.0051 |
| Cd (mg/lit) | 0.0424 |
| CN (mg/lit) | 0.0155 |
| Cu (mg/lit) | 0.0284 |
| Cr (mg/lit) | 0.0509 |
| Hg (mg/lit) | 0.00074 |
| Ni (mg/lit) | 0.0258 |
| Pb (mg/lit) | 0.0282 |
| Zn (mg/lit) | 0.0572 |
| Tipo | Cribado y lagunas de oxidación |
| Clasificación | Primario |
| Avance % | N/A |
| Fecha del reporte de avance | N/A |
| Q diseño (lps) | |
| Q operación (lps) | 1.6168878 |
| Volumen (m3/día) | 139.7 |
| Volumen (m3/año) | 51000 |
| Eficiencia en % | N/A |
| Producción de lodos (m3/año) | |
| Tratamiento de lodos | |
| Disposición de lodos | |
| Volumen reusado (m3/día) | 139.7 |
| Tipo de reuso | Riego Agrícola |
| (Ha) regadas con agua residual | 8 |
| Entrega de título | No lo han entregado |

Este porcicultor se incluye aquí por ser el de mayor volumen, aunque sí cumple con los LMP. Se muestra un reporte típico y puede observarse que el tratamiento utilizado no es muy sofisticado.

| | |
|---|--|
| Expediente | |
| Razón Social | |
| Representante legal | |
| Representante de protección al ambiente | |

| | |
|----------------------------------|--|
| RFC | SEBE-660503-SSS |
| Dirección | Rancho Guadalupe Septién (Rancho Base 2) |
| Zona industrial | N/U |
| Localidad/ciudad | Pedro Escobedo |
| CP | 76700 |
| Municipio | Pedro Escobedo |
| Teléfono/fax | |
| Origen | Pozo profundo |
| Volumen (m3/día) | 345.6 |
| Uso del agua | Agropecuario |
| Sector | 1 |
| Subsector | 1 |
| Giro | Cría, engorda, reproducción y comercialización de cerdos |
| (Hrs/día) Laborables | 24 |
| (Días/semana) laborables | 7 |
| (Meses/año) laborables | 12 |
| Núm. de descargas | 1 de 1 |
| Gasto prom. (m3/día) | 75 |
| Gasto (m3/año) | 27375 |
| Título de concesión | N/A |
| Fecha del título | N/A |
| Fecha de permiso de descarga | 15 de diciembre de 1992 |
| Fecha de apego NOM-001-ECOL/1996 | 27 de mayo de 1997 |
| Origen | Pecuario |
| Cuerpo receptor | Infiltración superficial, subsuelo (terrenos propios riego agrícola) |
| Uso del cuerpo receptor | Agrícola |
| Región hidrológica | Pánuco |
| Cuenca | Alto Pánuco |
| Subcuenca | San Juan |
| Altitud (msnm) | |
| Longitud (W) | 100°07'00" |
| Latitud (N) | 20°33'00" |
| Fecha de análisis | 27 de junio de 1997 |
| T (°C) | |
| pH (UpH) | 5.93 |
| Col. fecales (NMP/100 ml) | 1600000 |
| H. helminto (Org/lit) | Negativo |
| G y A (mg/lit) | 2533.33 |
| Mat. flot. (malla 3 mm) | Ausente |
| Sól. sed. (ml/lit) | |
| SST (mg/lit) | |
| DBO 5 (mg/lit) | |
| Carga (kg/día) DBO | #¡VALOR! |
| Carga (kg/día) SST | #¡VALOR! |
| Carga (kg/día) G y A | 189.99975 |
| N- total (mg/lit) | |
| P- total (mg/lit) | |
| As (mg/lit) | 0.019 |
| Cd (mg/lit) | 0.041 |
| CN (mg/lit) | 0.005 |
| Cu (mg/lit) | 8.684 |

| | |
|--------------------------------|-------------------------|
| Cr (mg/lt) | 1.2381 |
| Hg (mg/lt) | 0.00074 |
| Ni (mg/lt) | 0.764 |
| Pb (mg/lt) | 0.121 |
| Zn (mg/lt) | 30.509 |
| Tipo | Sedimentación y cribado |
| Clasificación | Primario |
| Avance % | N/A |
| Fecha del reporte de avance | N/A |
| Q diseño (lps) | |
| Q operación (lps) | 0.86805 |
| Volúmen (m3/día) | 75 |
| Volúmen (m3/año) | 27375 |
| Eficiencia en % | N/A |
| Producción de lodos (m3/año) | N/A |
| Tratamiento de lodos | N/A |
| Disposición de lodos | N/A |
| Volúmen reusado (m3/día) | 75 |
| Tipo de reuso | Riego Agrícola |
| (Ha) regadas con agua residual | |
| Entrega de título | N/A |

Obsérvese el valor de grasas y aceites.

4.5.2. Subsector 3.1.- Industria de Alimentos, Bebidas y Tabaco.

| | |
|---|--|
| Expediente | |
| Razón Social | Empacadora de Aves. |
| Representante legal | |
| Representante de protección al ambiente | |
| RFC | AGC-821214-MV4 |
| Dirección | Av. 5 de Febrero No. 1408 Col. San Pablo |
| Zona industrial | Benito Juárez |
| Localidad/ciudad | Santiago de Querétaro |
| CP | 76130 |
| Municipio | Querétaro |
| Teléfono/fax | |
| Origen | Pozo profundo |
| Volúmen (m3/día) | 103.68 |
| Uso del agua | Industrial y servicios |
| Sector | 3 |
| Subsector | 1 |
| Giro | Alimentos balanceados |
| (Hrs/día) Laborables | 24 |
| (Días/semana) laborables | 7 |
| (Meses/año) laborables | 12 |
| Núm. de descargas | 1 de 1 |
| Gasto prom. (m3/día) | 4.32 |
| Gasto (m3/año) | 1576.8 |
| Título de concesión | N/A |

| | |
|----------------------------------|---|
| Fecha del título | N/A |
| Fecha de permiso de descarga | N/A |
| Fecha de apego NOM-001-ECOL/1996 | N/A |
| Origen | Industrial y servicios |
| Cuerpo receptor | Infiltración superficial, subsuelo (terrenos propios riego de áreas verdes) |
| Uso del cuerpo receptor | Áreas verdes |
| Región hidrológica | Lerma-Santiago |
| Cuenca | La Laja |
| Subcuenca | Pericos |
| Altitud (msnm) | 1853 |
| Longitud (W) | |
| Latitud (N) | |
| Fecha de análisis | 14 de mayo de 1993 |
| T (°C) | |
| pH (UpH) | 7.03 |
| Col. fecales (NMP/100 ml) | 0 |
| H. helminto (Org/lt) | |
| G y A (mg/lt) | |
| Mat. flot. (malla 3 mm) | |
| Sól. sed. (ml/lt) | |
| SST (mg/lt) | |
| DBO 5 (mg/lt) | |
| Carga (kg/día) DBO | #¡VALOR! |
| Carga (kg/día) SST | #¡VALOR! |
| Carga (kg/día) G y A | #¡VALOR! |
| N- total (mg/lt) | |
| P- total (mg/lt) | |
| As (mg/lt) | 0.004 |
| Cd (mg/lt) | 0.01 |
| CN (mg/lt) | 0.005 |
| Cu (mg/lt) | 0.079 |
| Cr (mg/lt) | |
| Hg (mg/lt) | |
| Ni (mg/lt) | 0.05 |
| Pb (mg/lt) | 0.07 |
| Zn (mg/lt) | 0.326 |
| Tipo | Tanque lmhoff |
| Clasificación | Primario |
| Avance % | N/A |
| Fecha del reporte de avance | N/A |
| Q diseño (lps) | |
| Q operación (lps) | 0.05 |
| Volúmen (m3/día) | 4.32 |
| Volúmen (m3/año) | 1576.8 |
| Eficiencia en % | N/A |
| Producción de lodos (m3/año) | |
| Tratamiento de lodos | Digestión |
| Disposición de lodos | |
| Volúmen reusado (m3/día) | 4.32 |
| Tipo de reuso | Riego de Áreas verdes |
| (Ha) regadas con agua residual | |
| Entrega de título | N/A |

Esta empresa consume grandes volúmenes de agua para el lavado de pavo y pollo. Esta conformada por un conglomerado de empresas con distinta razón social, pero que se encuentran dentro de la misma instalación industrial. Este sistema permite eludir los operativos fiscales y de vigilancia de la regularidad de las concesiones, en virtud de que las "claves únicas" de los sistemas de bases de datos son el RFC (en el caso del REDAGUA y la realización de operativos fiscales) y el número de título de concesión

| | |
|---|--------------------------------------|
| Expediente | |
| Razón Social | Rastro Municipal de San Juan del Río |
| Representante legal | |
| Representante de protección al ambiente | |
| RFC | |
| Dirección | |
| Zona industrial | |
| Localidad/ciudad | San Juan del Río |
| CP | 76800 |
| Municipio | San Juan del Río |
| Teléfono/fax | |
| Origen | |
| Volumen (m3/día) | |
| Uso del agua | |
| Sector | 3 |
| Subsector | 1 |
| Giro | Sacrificio de especies varias |
| (Hrs/día) Laborables | |
| (Días/semana) laborables | |
| (Meses/año) laborables | |
| Núm. de descargas | |
| Gasto prom. (m3/día) | |
| Gasto (m3/año) | |
| Título de concesión | N/A |
| Fecha del título | N/A |
| Fecha de permiso de descarga | N/A |
| Fecha de apego NOM-001-ECOL/1996 | N/A |
| Origen | |
| Cuerpo receptor | |
| Uso del cuerpo receptor | |
| Región hidrológica | Pánuco |
| Cuenca | Alto Pánuco |

| | |
|--------------------------------|----------------------|
| Subcuenca | San Juan |
| Altitud (msnm) | 1900 |
| Longitud (W) | |
| Latitud (N) | |
| Fecha de análisis | 6 de octubre de 1982 |
| T (°C) | 29 |
| pH (UpH) | 7.5 |
| Col. fecales (NMP/100 ml) | |
| H. helminto (Org/lt) | |
| G y A (mg/lt) | 122 |
| Mat. flot. (malla 3 mm) | |
| Sól. sed. (ml/lt) | 20 |
| SST (mg/lt) | 1000 |
| DBO 5 (mg/lt) | 5481 |
| Carga (kg/día) DBO | #¡VALOR! |
| Carga (kg/día) SST | #¡VALOR! |
| Carga (kg/día) G y A | #¡VALOR! |
| N- total (mg/lt) | 533 |
| P- total (mg/lt) | 35.6 |
| As (mg/lt) | |
| Cd (mg/lt) | |
| CN (mg/lt) | |
| Cu (mg/lt) | |
| Cr (mg/lt) | |
| Hg (mg/lt) | |
| Ni (mg/lt) | |
| Pb (mg/lt) | |
| Zn (mg/lt) | |
| Tipo | Cloración |
| Clasificación | Primario |
| Avance % | N/A |
| Fecha del reporte de avance | N/A |
| Q diseño (lps) | |
| Q operación (lps) | #¡VALOR! |
| Volúmen (m3/día) | |
| Volúmen (m3/año) | |
| Eficiencia en % | N/A |
| Producción de lodos (m3/año) | N/A |
| Tratamiento de lodos | N/A |
| Disposición de lodos | N/A |
| Volúmen reusado (m3/día) | |
| Tipo de reuso | N/A |
| (Ha) regadas con agua residual | N/A |
| Entrega de título | N/A |

Esta es una prueba de que la legislación vigente tiene impactos negativos en la valoración del usuario. En este caso no existe ningún aliciente para que la entidad reduzca sus niveles de DBO, que exceden los Límites Máximos en dos órdenes de magnitud. Las labores de supervisión que ejerce CNA se canalizan a la realización de operativos enfocados a la clausura de descargas industriales y tienen un carácter fiscal, no existe otro mecanismo que la sanción directa y los procedimientos internos para generar la sanción son: complicados, no están delegados a servidores públicos de bajo nivel y los recursos (como viáticos y vehículos) se destinan a actividades de mayor prioridad institucional (como la recaudación). Al final, no sucede nada y se da "manga ancha" a muchas entidades que pertenecen al gobierno y no tienen caudales lo suficientemente significativos para ameritar acciones directas.

4.5.3. Subsector 3.2.- Producción de papel, Imprenta, e Industria Editorial

Estas empresas se localizan en el municipio de San Juan del Río y son grandes consumidores de agua que, por el tipo de procesos industriales utilizados, requiere de un alto grado de pureza y que una vez completado el proceso, sigue manteniendo muy buenas características para de calidad, que la hacen apropiadas para muchos usos industriales y agropecuarios.

| | | |
|---|-------------------------------------|--|
| Expediente | | |
| Razón Social | Productora de Papel. | |
| Representante legal | | |
| Representante de protección al ambiente | | |
| RFC | KCM-810226-DEA | |
| Dirección | Km. 0.5 Libramiento a Tequisquiapan | |
| Zona industrial | Valle de Oro | |
| Localidad/ciudad | San Juan del Río | |
| CP | 76800 | |

| | | |
|----------------------------------|----------------------------|---|
| Municipio | San Juan del Río | |
| Teléfono/fax | | |
| Origen | Cuatro (4) pozos profundos | |
| Volumen (m3/día) | 14191200 | |
| Uso del agua | Industrial y servicios | |
| Sector | 3 | |
| Subsector | 4 | |
| Giro | Fabricación de papel | |
| (Hrs/día) Laborables | 9 | |
| (Días/semana) laborables | 6 | |
| (Meses/año) laborables | 12 | |
| Núm. de descargas | 1 de 2 | 2 de 2 |
| Gasto prom. (m3/día) | 14640 | 630 |
| Gasto (m3/año) | 3660000 | 226800 |
| Título de concesión | A4QRO100304/26F MSG96 | A4QRO100304/26F MSG96 |
| Fecha del título | 1 de julio de 1996 | 1 de julio de 1996 |
| Fecha de permiso de descarga | N/A | N/A |
| Fecha de apego NOM-001-ECOL/1996 | N/A | N/A |
| Origen | Industrial | Industrial |
| Cuerpo receptor | Presa Constitución de 1857 | Infiltración superficial, subsuelo (terrenos propios riego de áreas verdes) |
| Uso del cuerpo receptor | Riego agrícola | Áreas verdes |
| Región hidrológica | Pánuco | Pánuco |
| Cuenca | Alto Pánuco | Alto Pánuco |
| Subcuenca | San Juan | San Juan |
| Altitud (msnm) | 1900 | 1900 |
| Longitud (W) | 99° 56' 50" | 99° 56' 50" |
| Latitud (N) | 20° 24' 00" | 20° 24' 00" |
| Fecha de análisis | Enero de 1999 | Enero de 1999 |
| T (°C) | 29.5 | 29.05 |
| pH (UpH) | 7.8 | 7.8 |
| Col. fecales (NMP/100 ml) | 3 | 4188 |
| H. helminto (Org/lit) | | |
| G y A (mg/lit) | 6.14 | 6.14 |
| Mat. flot. (malla 3 mm) | Ausente | Ausente |
| Sól. sed. (ml/lit) | 0 | 0 |
| SST (mg/lit) | 10 | 10 |
| DBO 5 (mg/lit) | 22 | 22 |

| | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Carga (kg/día) DBO | 322.08 | 13.86 |
| Carga (kg/día) SST | 146.4 | 6.3 |
| Carga (kg/día) G y A | 89.8896 | 3.8682 |
| N- total (mg/lit) | 1 | 1 |
| P- total (mg/lit) | 0.034 | 0.034 |
| As (mg/lit) | 0.002 | 0.002 |
| Cd (mg/lit) | 0.01 | 0.01 |
| CN (mg/lit) | 0.02 | 0.02 |
| Cu (mg/lit) | 0.08 | 0.08 |
| Cr (mg/lit) | 0.05 | 0.05 |
| Hg (mg/lit) | 0.004 | 0.004 |
| Ni (mg/lit) | 0.02 | 0.02 |
| Pb (mg/lit) | 0.03 | 0.03 |
| Zn (mg/lit) | 0.14 | 0.14 |
| Tipo | Lodos activados y laguna de aireación | Lodos activados y laguna de aireación |
| Clasificación | Secundario | Secundario |
| Avance % | N/A | N/A |
| Fecha del reporte de avance | N/A | N/A |
| Q diseño (lps) | | |
| Q operación (lps) | 169.4444434 | 7.29166662 |
| Volumen (m3/día) | 14640 | 630 |
| Volumen (m3/año) | 3660000 | 226800 |
| Eficiencia en % | N/A | N/A |
| Producción de lodos (m3/año) | | |
| Tratamiento de lodos | | |
| Disposición de lodos | | |
| Volumen reusado (m3/día) | 14640 | 630 |
| Tipo de reuso | | |
| (Ha) regadas con agua residual | N/A | N/A |
| Entrega de título | 2 de octubre de 1996 | 2 de octubre de 1996 |

Esta empresa, en algún tiempo solicitó, obtuvo y mantuvo en operación el Certificado de Calidad del Agua. Posteriormente, no consideró conveniente el realizar las gestiones para obtenerlo, probablemente porque el hacerlo, implicaba mucho mayor escrutinio de sus actividades, en cuanto a la confiabilidad de los parámetros reportados y en el seguimiento fiscal de su operación.

| | | | |
|--------------|-----------------------|--|--|
| Expediente | | | |
| Razón Social | Productora de Cartón. | | |

| | | | |
|---|--|-------------------------------------|---|
| Representante legal | | | |
| Representante de protección al ambiente | | | |
| RFC | CPO-900125-491 | | |
| Dirección | Libramiento a Tequisquiapan Km 4 | | |
| Zona industrial | Valle de Oro | | |
| Localidad/ciudad | San Juan del Río | | |
| CP | 76800 | | |
| Municipio | San Juan del Río | | |
| Teléfono/fax | | | |
| Origen | Tres (3) pozos profundos | | |
| Volumen (m3/día) | 3500000 | | |
| Uso del agua | Industrial y servicios | | |
| Sector | 3 | | |
| Subsector | 4 | | |
| Giro | Elaboración de cartoncillo recubierto y no recubierto para empaque plegadizo | | |
| (Hrs/día) Laborables | 24 | | |
| (Días/semana) laborables | 7 | | |
| (Meses/año) laborables | 12 | | |
| Núm. de descargas | 1 de 3 | 2 de 3 | 3 de 3 |
| Gasto prom. (m3/día) | 388.88 | 1987.2 | 345.6 |
| Gasto (m3/año) | 141941.2 | 725328 | 126144 |
| Título de concesión | A4QRO101126 /26FMGE94 | A4QRO101126 /26FMGE94 | A4QRO101126 /26FMGE94 |
| Fecha del título | 27 de diciembre de 1994 | 27 de diciembre de 1994 | 27 de diciembre de 1994 |
| Fecha de permiso de descarga | 14 de enero de 1981 | 6 de marzo de 1991 | 6 de marzo de 1991 |
| Fecha de apego NOM-001-ECOL/1996 | 13 de enero de 1998 | 13 de enero de 1998 | 13 de enero de 1998 |
| Origen | Industrial | Industrial | Industrial |
| Cuerpo receptor | Río San Juan | Terrenos agrícolas (Ejido San Juan) | Infiltración superficial, subsuelo (terrenos propios riego de áreas verdes) |
| Uso del cuerpo receptor | Riego agrícola | Riego agrícola | Áreas verdes |
| Región hidrológica | Pánuco | Pánuco | Pánuco |
| Cuenca | Alto Pánuco | Alto Pánuco | Alto Pánuco |

| Subcuenca | San Juan | San Juan | San Juan |
|-----------------------------|---|---|---|
| Altitud (msnm) | 1890 | 1890 | 1890 |
| Longitud (W) | 99° 59' 30" | 99° 59' 30" | 99° 59' 0" |
| Latitud (N) | 20° 24' 36" | 20° 24' 36" | 20° 25' 05" |
| Fecha de análisis | marzo de 1998 | marzo de 1998 | marzo de 1998 |
| T (°C) | | | |
| pH (UpH) | 7.65 | 7.65 | 7.65 |
| Col. fecales (NMP/100 ml) | 2 | 2 | 2 |
| H. helminto (Org/lit) | 0 | 0 | 0 |
| G y A (mg/lit) | 5 | 5 | 5 |
| Mat. flot. (malla 3 mm) | Ausente | Ausente | Ausente |
| Sól. sed. (ml/lit) | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| SST (mg/lit) | 4 | 4 | 4 |
| DBO 5 (mg/lit) | 3.25 | 3.25 | 3.25 |
| Carga (kg/día) | 1.26386 | 6.4584 | 1.1232 |
| DBO | | | |
| Carga (kg/día) | 1.55552 | 7.9488 | 1.3824 |
| SST | | | |
| Carga (kg/día) | 1.9444 | 9.936 | 1.728 |
| G y A | | | |
| N- total (mg/lit) | 1.67 | 1.67 | 1.67 |
| P- total (mg/lit) | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| As (mg/lit) | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Cd (mg/lit) | 0.004 | 0.004 | 0.004 |
| CN (mg/lit) | 0.005 | 0.005 | 0.005 |
| Cu (mg/lit) | 0.0065 | 0.0065 | 0.0065 |
| Cr (mg/lit) | 0.008 | 0.008 | 0.008 |
| Hg (mg/lit) | 0.005 | 0.005 | 0.005 |
| Ni (mg/lit) | 0.037 | 0.037 | 0.037 |
| Pb (mg/lit) | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| Zn (mg/lit) | 0.0185 | 0.0185 | 0.0185 |
| Tipo | Filtración, sed., clarif., coag., laguna de ox., carbón act., y R. UV | Filtración, sed., clarif., coag., laguna de ox., carbón act., y R. UV | Filtración, sed., clarif., coag., laguna de ox., carbón act., y R. UV |
| Clasificación | Terciario | Terciario | Terciario |
| Avance % | N/A | N/A | N/A |
| Fecha del reporte de avance | Noviembre de 1997 | noviembre de 1997 | noviembre de 1997 |
| Q diseño (lps) | 85 | 85 | 85 |
| Q operación (lps) | 4.500925897 | 22.99999985 | 3.999999974 |
| Volumen (m3/día) | 388.88 | 1987.2 | 345.6 |
| Volumen (m3/año) | 141941.2 | 725328 | 126144 |

| Eficiencia en % | 95 | 95 | 95 |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Producción de lodos (m3/año) | 75000 | 75000 | 75000 |
| Tratamiento de lodos | Espesamiento, prensado. | Espesamiento, prensado. | Espesamiento, prensado. |
| Disposición de lodos | Composta Agrícola | Composta Agrícola | Relleno sanitario |
| Volumen reusado (m3/día) | 388.88 | 1987.2 | 345.6 |
| Tipo de reuso | | Riego Agrícola | Riego de Areas Verdes |
| (Ha) regadas con agua residual | | 40 | 15 |
| Entrega de título | 27 de diciembre de 1994 | 27 de diciembre de 1994 | 27 de diciembre de 1994 |

4.5.4. Subsector 3.4.- Industria textil y de prendas de vestir.

La característica común a las empresas de la industria textil y del vestido es que utilizan importantes volúmenes de agua para el lavado y enjuague de telas o prendas, resultado de los procesos de coloración de las mismas. Este tipo de contaminación, si bien no tiene un impacto significativo respecto a la "carga" (contenido de materia orgánica en descomposición o de materia sólida disuelta), es significativa en términos de los metales pesados contenidos en los colorantes

Existen dos prácticas comunes respecto de la administración de los residuos; la descarga a cuerpos receptores o el confinamiento. La primera, cuando los volúmenes de agua son importantes; la última, cuando los desechos son muy concentrados. Los desechos "confinados", se vierten a pozos de absorción o ciegos, o bien se subcontrata a empresas que los recogen y los canalizan a rellenos sanitarios

El destino de los desechos en cualquier caso está fuera del control directo de CNA, porque la responsabilidad legal no está claramente definida o bien, porque los volúmenes de agua son insignificantes y

se considera que éstos pueden confinarse en un pozo ciego.

| | |
|---|---|
| Expediente | |
| Razón Social | Textiles de San Juan. |
| Representante legal | |
| Representante de protección al ambiente | |
| RFC | HTT-860630-SQ1 |
| Dirección | Rancho San Juan Barrio del Espíritu Santo |
| Zona industrial | N/U |
| Localidad/ciudad | San Juan del Río |
| CP | 76821 |
| Municipio | San Juan del Río |
| Teléfono/fax | |
| Origen | Tres (3) pozos profundos |
| Volumen (m3/día) | 1446648 |
| Uso del agua | Industrial y servicios |
| Sector | 3 |
| Subsector | 4 |
| Giro | Textil |
| (Hrs/día) Laborables | 24 |
| (Días/semana) laborables | 6 |
| (Meses/año) laborables | 12 |
| Núm. de descargas | 1 de 1 |
| Gasto prom. (m3/día) | 14148 |
| Gasto (m3/año) | 5093280 |
| Título de concesión | N/A |
| Fecha del título | N/A |
| Fecha de permiso de descarga | 30 de octubre de 1991 |
| Fecha de apego NOM-001-ECOL/1996 | N/A |
| Origen | Industrial y servicios |
| Cuerpo receptor | Infiltración superficial, subsuelo y río San Juan |
| Uso del cuerpo receptor | Áreas verdes |
| Región hidrológica | Pánuco |
| Cuenca | Alto Pánuco |
| Subcuenca | San Juan |
| Altitud (msnm) | 1900 |
| Longitud (W) | |
| Latitud (N) | |
| Fecha de análisis | 11, 12 de diciembre 1998 |
| T (°C) | 37.5 |
| pH (UpH) | 8.31 |
| Col. fecales (NMP/100 ml) | 3 |
| H. helminto (Org/lit) | No detectado |

| | |
|--------------------------------|---|
| G y A (mg/lit) | 10 |
| Mat. flot. (malla 3 mm) | Ausente |
| Sól. sed. (ml/lit) | 0.2 |
| SST (mg/lit) | 45 |
| DBO 5 (mg/lit) | 19 |
| Carga (kg/día) DBO | 268.812 |
| Carga (kg/día) SST | 636.66 |
| Carga (kg/día) G y A | 141.48 |
| N- total (mg/lit) | 23 |
| P- total (mg/lit) | 8.56 |
| As (mg/lit) | 0.0028 |
| Cd (mg/lit) | 0.02 |
| CN (mg/lit) | 0.0376 |
| Cu (mg/lit) | 0.13 |
| Cr (mg/lit) | 0.04 |
| Hg (mg/lit) | 0.001 |
| Ni (mg/lit) | 0.06 |
| Pb (mg/lit) | 0.09 |
| Zn (mg/lit) | 0.13 |
| Tipo | Lodos activados y tanque de aireación, cloración y filtración |
| Clasificación | Avanzado |
| Avance % | N/A |
| Fecha del reporte de avance | N/A |
| Q diseño (lps) | 380 |
| Q operación (lps) | 163.749999 |
| Volúmen (m3/día) | 14148 |
| Volúmen (m3/año) | 5093280 |
| Eficiencia en % | N/A |
| Producción de lodos (m3/año) | N/A |
| Tratamiento de lodos | Espesamiento y prensado |
| Disposición de lodos | Relleno sanitario |
| Volúmen reusado (m3/día) | 14148 |
| Tipo de reuso | Proceso y riego |
| (Ha) regadas con agua residual | |
| Entrega de título | |

| | |
|---|---------------------------|
| Expediente | |
| Razón Social | Productora de Pantimedias |
| Representante legal | |
| Representante de protección al ambiente | |
| RFC | JHM-860114JC9 |
| Dirección | Rosal No. 34, Loma Linda |
| Zona industrial | Valle de Oro |
| Localidad/ciudad | San Juan del Río |
| CP | 76803 |
| Municipio | San Juan del Río |

| | |
|----------------------------------|---|
| Teléfono/fax | |
| Origen | Red municipal (JAPAM) y servicio de pipas de bomberos |
| Volumen (m3/día) | 14 |
| Uso del agua | Industrial y servicios |
| Sector | 3 |
| Subsector | 2 |
| Giro | Fabricación de pantimedias, medias y tobimedias. |
| (Hrs/día) Laborables | 16 |
| (Días/semana) laborables | 6 |
| (Meses/año) laborables | 12 |
| Núm. de descargas | 1 de 1 |
| Gasto prom. (m3/día) | 13.13 |
| Gasto (m3/año) | 3847.44 |
| Título de concesión | 09QRO104031/26FRGE98 |
| Fecha del título | |
| Fecha de permiso de descarga | N/A |
| Fecha de apego NOM-001-ECOL/1996 | N/A |
| Origen | Industrial y servicios |
| Cuerpo receptor | Pozo de absorción |
| Uso del cuerpo receptor | |
| Región hidrológica | Pánuco |
| Cuenca | Alto Pánuco |
| Subcuenca | San Juan |
| Altitud (msnm) | 1900 |
| Longitud (W) | |
| Latitud (N) | |
| Fecha de análisis | 22 de septiembre de 1992 |
| T (°C) | 26 |
| PH (UpH) | 7.37 |
| Col. fecales (NMP/100 ml) | |
| H. helminto (Org/lit) | |
| G y A (mg/lit) | 408 |
| Mat. Flot. (malla 3 mm) | Presente |
| Sól. sed. (ml/lit) | 0.05 |
| SST (mg/lit) | 360 |
| DBO 5 (mg/lit) | 1442.85 |
| Carga (kg/día) DBO | 18.9446205 |
| Carga (kg/día) SST | 4.7268 |
| Carga (kg/día) G y A | 5.35704 |
| N- total (mg/lit) | |
| P- total (mg/lit) | |
| As (mg/lit) | 11.07 |
| Cd (mg/lit) | |
| CN (mg/lit) | 0.008 |
| Cu (mg/lit) | |
| Cr (mg/lit) | |
| Hg (mg/lit) | 22.48 |
| Ni (mg/lit) | 0.04 |
| Pb (mg/lit) | 0.05 |
| Zn (mg/lit) | 0.21 |
| Tipo | Ninguno |

| | |
|--------------------------------|---------------------|
| Clasificación | N/A |
| Avance % | N/A |
| Fecha del reporte de avance | N/A |
| Q diseño (lps) | N/A |
| Q operación (lps) | 0.151967592 |
| Volúmen (m3/día) | 13.13 |
| Volúmen (m3/año) | 3847.44 |
| Eficiencia en % | N/A |
| Producción de lodos (m3/año) | N/A |
| Tratamiento de lodos | N/A |
| Disposición de lodos | N/A |
| Volúmen reusado (m3/día) | 13.13 |
| Tipo de reuso | N/A |
| (Ha) regadas con agua residual | N/A |
| Entrega de título | No lo han entregado |

4.5.5. Subsector 3.5.- Industria Química.

| | | |
|---|---|-----------------------|
| Expediente | | |
| Razón Social | Fertilizantes Mexicanos. | |
| Representante legal | | |
| Representante de protección al ambiente | | |
| RFC | AGR-920618-218 | |
| Dirección | Km. 5.5 Carretera Tlacote El Bajo | |
| Zona industrial | N/U | |
| Localidad/ciudad | Santiago de Querétaro | |
| CP | 76000 | |
| Municipio | Querétaro | |
| Teléfono/fax | | |
| Origen | Cinco (5) pozos profundos | |
| Volumen (m3/día) | 6890 | |
| Uso del agua | Industrial y servicios | |
| Sector | 3 | |
| Subsector | 5 | |
| Giro | Fabricación de fertilizantes y productos químicos | |
| (Hrs/día) Laborables | 24 | |
| (Días/semana) laborables | 7 | |
| (Meses/año) laborables | 12 | |
| Núm. de descargas | 1 de 2 | 2 de 2 |
| Gasto prom. (m3/día) | 91 | 47 |
| Gasto (m3/año) | 33215 | 17155 |
| Título de concesión | A4QRO100402/12F MSG96 | A4QRO100402/12F MSG96 |
| Fecha del título | 17 de febrero de 1997 | 17 de febrero de 1997 |
| Fecha de permiso de descarga | 25 de mayo de 1993 | 25 de mayo de 1993 |

| | | |
|---|--------------------------------|---|
| descarga | | |
| Fecha de apego NOM-001- ECOL/1996 | 14 de Julio de 1997 | 14 de Julio de 1997 |
| Origen | Industrial | Servicios |
| Cuerpo receptor | Río Querétaro | Infiltración superficial, subsuelo (terrenos propios riego de áreas verdes) |
| Uso del cuerpo receptor | Riego agrícola | Areas verdes |
| Región hidrológica | Lerma-Santiago | Lerma-Santiago |
| Cuenca | La Laja | La Laja |
| Subcuenca | Pericos | Pericos |
| Altitud (msnm) | 1820 | 1820 |
| Longitud (W) | 100°28'00" | 100°28'00" |
| Latitud (N) | 20°36'00" | 20°36'00" |
| Fecha de análisis | 21 de Enero de 1998 | Julio de 1997 |
| T (°C) | | 26 |
| pH (UpH) | | 7.2 |
| Col. fecales (NMP/100 ml) | | |
| H. helminto (Org/lt) | | |
| G y A (mg/lt) | 5 | 8.4 |
| Mat. flot. (malla 3 mm) | | Ausente |
| Sól. sed. (ml/lt) | | 0.1 |
| SST (mg/lt) | 10 | 27.8 |
| DBO 5 (mg/lt) | 2.38 | 28 |
| Carga (kg/día) DBO | 0.21658 | 1.316 |
| Carga (kg/día) SST | 0.91 | 1.3066 |
| Carga (kg/día) G y A | 0.455 | 0.3948 |
| N- total (mg/lt) | | |
| P- total (mg/lt) | | |
| As (mg/lt) | | |
| Cd (mg/lt) | | |
| CN (mg/lt) | | |
| Cu (mg/lt) | | |
| Cr (mg/lt) | | |
| Hg (mg/lt) | | |
| Ni (mg/lt) | | |
| Pb (mg/lt) | | |
| Zn (mg/lt) | | |
| Tipo | Floculación y clarificación | Biodegradación aerobia y cloración |
| Clasificación | Secundario | Secundario |
| Avance % | N/A | N/A |
| Fecha del reporte de avance | N/A | N/A |
| Q diseño (lps) | | 1 |
| Q operación (lps) | 1.053240734 | 0.543981478 |
| Volumen (m3/día) | 91 | 47 |

| | | |
|-----------------------------------|---------------------|--------------------------|
| Volumen (m3/año) | 33215 | 17155 |
| Eficiencia en % | | 54.3981478 |
| Producción de lodos (m3/año) | | |
| Tratamiento de lodos | | |
| Disposición de lodos | | |
| Volumen reusado (m3/día) | 91 | 47 |
| Tipo de reuso | N/A | Riego de Areas Verdes |
| (Ha) regadas con agua residual | N/A | |
| Entrega de título | No lo han entregado | No lo han entregado |

Normalmente, se asocia la industria química a altos niveles de contaminación. Sin embargo, en términos de volumen y del comportamiento de los parámetros en la práctica, este tipo de industrias no son un problema tan significativo en el ámbito estatal. La empresa que aquí se presenta, tiene la particularidad de contaminar por sus descargas de fenoles, que resulta ser un parámetro que no está contemplado en la NOM, por lo que, un análisis aprobatorio puede no reflejar la realidad. Aquí se aprecia la importancia de un control integral de las industrias. En la expedición de las autorizaciones de descargas, se expiden Condiciones particulares de descarga que no son obligatorias en la legislación fiscal. Desafortunadamente, los mecanismos con los que cuenta la CNA, solo establecen la clausura o la imposición de sanciones administrativas por contaminación en descargas. La empresa se defiende de una sanción en descargas, no pagando los derechos por consumos. La CNA prefiere ejercer las atribuciones fiscales para los consumos (el cobro de los derechos) y negociar (de forma extraoficial) la mejora de la calidad de las descargas con alguna medida tecnológica.

4.5.6. Subsector 3.8.- Industria Metalmeccánica.

| | | |
|---------------------|------------------------------|--|
| Expediente | | |
| Razón Social | Industria Metalmeccánica. | |
| Representante legal | | |

| | | |
|---|---|------------------------|
| Representante de protección al ambiente | | |
| RFC | TÉM-821006-EJ5 | |
| Dirección | Av. 5 de febrero No. 2115 | |
| Zona industrial | Benito Juárez | |
| Localidad/ciudad | Santiago de Querétaro | |
| CP | 76120 | |
| Municipio | Querétaro | |
| Teléfono/fax | | |
| Origen | Tres (3) pozos profundos | |
| Volumen (m3/día) | 401.8 | |
| Uso del agua | Industrial y servicios | |
| Sector | 3 | |
| Subsector | 8 | |
| Giro | Fabricación de transmisiones y componentes automotrices | |
| (Hrs/día) Laborables | 24 | |
| (Días/semana) laborables | 7 | |
| (Meses/año) laborables | 12 | |
| Núm. de descargas | 1 de 2 | 2 de 2 |
| Gasto prom. (m3/día) | 249 | 8.6 |
| Gasto (m3/año) | 89828 | 3084 |
| Título de concesión | A4QRO100006/12F MGE94 | No tiene |
| Fecha del título | 17 de abril de 1995 | No tiene |
| Fecha de permiso de descarga | N/A | N/A |
| Fecha de apego NOM-001-ECOL/1996 | N/A | N/A |
| Origen | Industrial y servicios | Industrial y servicios |
| Cuerpo receptor | Infiltración superficial, subsuelo (terrenos propios riego de áreas verdes) | Dren El arenal |
| Uso del cuerpo receptor | Áreas verdes | Colector |
| Región hidrológica | Lerma-Santiago | Lerma-Santiago |
| Cuenca | La Laja | La Laja |
| Subcuenca | Pericos | Pericos |
| Altitud (msnm) | 1820 | 1820 |
| Longitud (W) | 100°25'44" | 100°25'44" |
| Latitud (N) | 20°37'35" | 20°37'35" |
| Fecha de análisis | octubre de 1998 | Octubre de 1998 |
| T (°C) | 23 | 23 |
| pH (UpH) | 7.66 | 7.66 |
| Col. fecales (NMP/100 ml) | 0 | 0 |
| H. helminto (Org/lt) | Negativo | Negativo |
| G y A (mg/lt) | 5.35 | 5.35 |

| | | |
|--------------------------------|--|---|
| Mat. flot. (malla 3 mm) | ausente | Ausente |
| Sól. sed. (ml/lt) | 0.1 | 0.1 |
| SST (mg/lt) | 12.43 | 12.43 |
| DBO 5 (mg/lt) | 2.53 | 2.53 |
| Carga (kg/día) DBO | 0.62997 | 0.021758 |
| Carga (kg/día) SST | 3.09507 | 0.106898 |
| Carga (kg/día) G y A | 1.33215 | 0.04601 |
| N- total (mg/lt) | 1.83 | 1.83 |
| P- total (mg/lt) | 2.27 | 2.27 |
| As (mg/lt) | 0.03 | 0.03 |
| Cd (mg/lt) | 0.05 | 0.05 |
| CN (mg/lt) | 0.002 | 0.002 |
| Cu (mg/lt) | 0.05 | 0.05 |
| Cr (mg/lt) | 0.1 | 0.1 |
| Hg (mg/lt) | 0.001 | 0.001 |
| Ni (mg/lt) | 0.065 | 0.065 |
| Pb (mg/lt) | 0.005 | 0.005 |
| Zn (mg/lt) | 0.29 | 0.29 |
| Tipo | Lodos activados, coagulación, flotación y sepador de grasas | Lodos activados, coagulación, flotación y sepador de grasas |
| Clasificación | Secundario | Secundario |
| Avance % | 100 | 100 |
| Fecha del reporte de avance | Junio de 1991 | Junio de 1991 |
| Q diseño (lps) | 18 | 18 |
| Q operación (lps) | 2.881944426 | 0.099537036 |
| Volúmen (m3/día) | 249 | 8.6 |
| Volúmen (m3/año) | 89828 | 3084 |
| Eficiencia en % | 96 | 96 |
| Producción de lodos (m3/año) | 95 | - |
| Tratamiento de lodos | Filtración en cama de arena | Filtración en cama de arena |
| Disposición de lodos | Combustión (C. Cruz Azul) | Combustión (C. Cruz Azul) |
| Volúmen reusado (m3/día) | 389.4 | - |
| Tipo de reuso | Riego de Áreas Verdes y servicios | - |
| (Ha) regadas con agua residual | 9 | - |
| Entrega de título | 17 de abril de 1995 | N/A |
| Observaciones | Reporta además: DQO, CE, Cr6, Col. Totales, FI, Fe, N-NH3, RAS, SAAM, Sulfatos, P Inorgánico | |

Esta es una empresa típica del ramo metalmeccánico. Las empresas de este tipo no tienen consumos importantes de agua y en su mayoría tienen problemas con los parámetros correspondientes a los contaminantes básicos, particularmente

grasas y aceites. Aún así, no se les considera un sector problemático, por el alto valor agregado que generan y la importante cantidad de empleos bien remunerados que aportan a la entidad. En términos del aprovechamiento del agua son el sector industrial más deseable, aunque se sabe bien que existe cierto aporte de contaminantes por el riego de áreas verdes en terrenos propios o que se descarga a drenes..

4.5.7. Subsector 3.9.- Otras Industrias y organizaciones.

| | |
|---|--------------------------------|
| Expediente | |
| Razón Social | Centro Nacional de Metrología |
| Representante legal | |
| Representante de protección al ambiente | |
| RFC | CNM-880126-ML4 |
| Dirección | Km. 4.5 Carr. Los Cués |
| Zona industrial | N/U |
| Localidad/ciudad | El Marqués |
| CP | 76900 |
| Municipio | El Marqués |
| Teléfono/fax | |
| Origen | Pozo profundo |
| Volumen (m3/día) | 1 |
| Uso del agua | |
| Sector | 3 |
| Subsector | 9 |
| Giro | Laboratorio nacional primario. |
| (Hrs/día) Laborables | |
| (Días/semana) laborables | |
| (Meses/año) laborables | |
| Núm. de descargas | 1 de 1 |
| Gasto prom. (m3/día) | |
| Gasto (m3/año) | |
| Título de concesión | |
| Fecha del título | |
| Fecha de permiso de descarga | |
| Fecha de apego NOM-001-ECOL/1996 | Adhesión |
| Origen | Servicios |
| Cuerpo receptor | |
| Uso del cuerpo receptor | |

| | |
|--------------------------------|----------------------|
| Región hidrológica | Lerma-Santiago |
| Cuenca | La Laja |
| Subcuenca | Pericos |
| Altitud (msnm) | |
| Longitud (W) | |
| Latitud (N) | |
| Fecha de análisis | 13 de agosto de 1997 |
| T (°C) | 22.6 |
| pH (UpH) | 7.55 |
| Col. fecales (NMP/100 ml) | 10000 |
| H. helminto (Org/lit) | |
| G y A (mg/lit) | 10.68 |
| Mat. flot. (malla 3 mm) | Ausente |
| Sól. sed. (ml/lit) | 0.2 |
| SST (mg/lit) | 33 |
| DBO 5 (mg/lit) | 132.5 |
| Carga (kg/día) DBO | # VALOR! |
| Carga (kg/día) SST | # VALOR! |
| Carga (kg/día) G y A | # VALOR! |
| N- total (mg/lit) | 56.3 |
| P- total (mg/lit) | 15.5 |
| As (mg/lit) | 0.017 |
| Cd (mg/lit) | 0.05 |
| CN (mg/lit) | 0.002 |
| Cu (mg/lit) | 0.05 |
| Cr (mg/lit) | 0.1 |
| Hg (mg/lit) | 0.0011 |
| Ni (mg/lit) | 0.2 |
| Pb (mg/lit) | 0.005 |
| Zn (mg/lit) | 0.1 |
| Tipo | |
| Clasificación | |
| Avance % | |
| Fecha del reporte de avance | |
| Q diseño (lps) | |
| Q operación (lps) | # VALOR! |
| Volúmen (m3/día) | |
| Volúmen (m3/año) | |
| Eficiencia en % | |
| Producción de lodos (m3/año) | |
| Tratamiento de lodos | |
| Disposición de lodos | |
| Volúmen reusado (m3/día) | |
| Tipo de reuso | |
| (Ha) regadas con agua residual | |

| | |
|-------------------|-----|
| Entrega de título | N/A |
|-------------------|-----|

Esta institución se incluye aquí, porque es un claro ejemplo de que la situación actual de la legislación no proporciona muchos incentivos para promover una mejora en la calidad de las descargas de aguas residuales. Esta institución cuenta con todos los elementos para realizar mediciones analíticas de los parámetros de sus descargas, por los que no le representaría ninguna dificultad mantener un proceso de tratamiento terciario bajo control y obtener el CCA. Sin embargo, la mayor parte del volumen que se le ha concesionado se utiliza en el riego de los jardines que circundan las instalaciones, como es el caso para la mayoría de las industrias. En este caso la práctica es regar a pleno sol, con agua de primer uso

4.5.8. Subsector 4.2.- Organismos operadores de Agua Potable y alcantarillado.

Los "organismos operadores" son las entidades encargadas de la atención directa de los usuarios, mismas que tienen un carácter de autonomía respecto de la CNA. En realidad, son entidades gubernamentales que se desincorporaron del sector central del gobierno, como resultado de las modificaciones a la legislación en materia de agua. Están obligadas, como cualquier usuario de aguas nacionales a realizar el pago de contribuciones fiscales por el usufructo del recurso. Sin embargo, las cuotas que pagan los usuarios no constituyen más que una mínima parte de los costos de extracción y distribución del recurso, así como de los necesarios para la prospección de las fuentes potenciales de abastecimiento. En la práctica los organismos operadores están bajo el control de los gobiernos estatales y los funcionarios utilizan su capacidad de negociación política para omitir el pago de las contribuciones por derechos, para

utilizar los recursos en inversiones de infraestructura. El gobierno, a nivel federal, simplemente deduce de los presupuestos estatales la parte correspondiente de los derechos por concepto del aprovechamiento del agua. En otras ocasiones los derechos sí se cubren, pero no se realizan inversiones para garantizar los abastecimientos.

Estos mecanismos han permitido al ámbito central del Gobierno la difusión de las responsabilidades y la descentralización de muchas funciones que se administran más adecuadamente a nivel local. En la mayoría de los casos, el manejo de las fuentes de abastecimiento (los pozos) se realiza a nivel municipal. De ahí, la importancia de que exista un marco normativo claro y esfuerzos coordinados en la emisión de Normas Oficiales Mexicanas, en materia de calidad de descargas de aguas residuales

En Querétaro, existen dos organismos operadores de importancia fundamental; la Comisión Estatal de Agua (CEA), para el área urbana de Querétaro y la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de San Juan del Río (JAPAM), para dicha ciudad y su área conurbada.

La magnitud y la importancia de estas instituciones hacen que las decisiones sobre su administración se tomen en el ámbito central de la CNA. Sus recursos materiales y humanos son cuantiosos y éstas cuentan con programas de inversión bien estructurados para enfrentar las necesidades de recursos relativas al suministro de agua potable pero estos no son suficientes para los programas relacionados con el saneamiento.

| | |
|---|---|
| Expediente | |
| Razón Social | Santiago de Querétaro (CEA-Planta Centro) |
| Representante legal | |
| Representante de protección al ambiente | |
| RFC | CEA-800313-C95 |

| | |
|----------------------------------|--|
| Dirección | Av. 5 de febrero No. 35, Centro |
| Zona industrial | N/U |
| Localidad/ciudad | Santiago de Querétaro |
| CP | 76010 |
| Municipio | Querétaro |
| Teléfono/fax | |
| Origen | Pozos profundos |
| Volumen (m3/día) | 62290 |
| Uso del agua | Servicios |
| Sector | 4 |
| Subsector | 2 |
| Giro | Abastecimiento de agua potable y saneamiento |
| (Hrs/día) Laborables | 24 |
| (Días/semana) laborables | 7 |
| (Meses/año) laborables | 12 |
| Núm. de descargas | 1 de 1 |
| Gasto prom. (m3/día) | 8760 |
| Gasto (m3/año) | 3197400 |
| REPDA | |
| Título de concesión | A4QRO100301/12HMSG94 |
| Fecha del título | 13 de octubre de 1994 |
| Fecha de permiso de descarga | N/A |
| Fecha de apego NOM-001-ECOL/1996 | 22 de mayo de 1997 |
| Origen | Municipal |
| Cuerpo receptor | Canal de riego agrícola |
| Uso del cuerpo receptor | Riego agrícola |
| Región hidrológica | Lerma-Santiago |
| Cuenca | La Laja |
| Subcuenca | Pericos |
| Altitud (msnm) | 1850 |
| Longitud (W) | 100°34'59" |
| Latitud (N) | 20°35'20" |
| Fecha de análisis | 18 de octubre de 1996 |
| T (°C) | 20 |
| pH (UpH) | 6.62 |
| Col. fecales (NMP/100 ml) | |
| H. helminto (Org/lit) | |
| G y A (mg/lit) | 13 |
| Mat. Flot. (malla 3 mm) | |
| Sól. Sed. (ml/lit) | 0.1 |
| SST (mg/lit) | 8 |
| DBO 5 (mg/lit) | 34 |
| Carga (kg/día) DBO | 297.84 |
| Carga (kg/día) SST | 70.08 |
| Carga (kg/día) G y A | 113.88 |
| N- total (mg/lit) | |

| | |
|--------------------------------|-------------------------|
| P- total (mg/lit) | |
| As (mg/lit) | |
| Cd (mg/lit) | |
| CN (mg/lit) | |
| Cu (mg/lit) | |
| Cr (mg/lit) | |
| Hg (mg/lit) | |
| Ni (mg/lit) | |
| Pb (mg/lit) | |
| Zn (mg/lit) | |
| Tipo | Lodos activados |
| Clasificación | Secundario |
| Avance % | N/A |
| Fecha del reporte de avance | N/A |
| Q diseño (lps) | 80 |
| Q operación (lps) | 70 |
| Volumen (m3/día) | 8760 |
| Volumen (m3/año) | 3197400 |
| Eficiencia en % | |
| Producción de lodos (m3/año) | 0 |
| Tratamiento de lodos | |
| Disposición de lodos | |
| Volumen reusado (m3/día) | 8760 |
| Tipo de reuso | Riego agrícola |
| (Ha) regadas con agua residual | |
| Entrega de título | 23 de diciembre de 1994 |

| | |
|---|--|
| Expediente | |
| Razón Social | San Juan del Río (JAPAM) |
| Representante legal | |
| Representante de protección al ambiente | |
| RFC | JAP-920401-E40 |
| Dirección | Av. Cuauhtémoc No. 27, Col. Centro |
| Zona industrial | N/U |
| Localidad/ciudad | San Juan del Río |
| CP | 76800 |
| Municipio | San Juan del Río |
| Teléfono/fax | |
| Origen | Veintiuno (21) pozos profundos |
| Volumen (m3/día) | 45012 |
| Uso del agua | Servicios |
| Sector | 4 |
| Subsector | 2 |
| Giro | Abastecimiento de agua y drenaje municipal |
| (Hrs/día) Laborables | 24 |

| | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| (Días/semana) laborables | 7 |
| (Meses/año) laborables | 12 |
| Núm. de descargas | 1 de 2 |
| Gasto prom. (m3/día) | 31968 |
| Gasto (m3/año) | 11668320 |
| Título de concesión | A4QRO100302/26HMSG94 |
| Fecha del título | 8 de noviembre de 1994 |
| Fecha de permiso de descarga | 28 de mayo de 1993 |
| Fecha de apego NOM-001-ECOL/1996 | N/A |
| Origen | Municipal |
| Cuerpo receptor | Río San Juan |
| Uso del cuerpo receptor | Riego agrícola |
| Región hidrológica | Pánuco |
| Cuenca | Alto Pánuco |
| Subcuenca | San Juan |
| Altitud (msnm) | 1900 |
| Longitud (W) | 100°00'00" |
| Latitud (N) | 20°30'12" |
| Fecha de análisis | |
| T (°C) | |
| pH (UpH) | |
| Col. fecales (NMP/100 ml) | |
| H. helminto (Org/lit) | |
| G y A (mg/lit) | |
| Mat. flot. (malla 3 mm) | |
| Sól. sed. (ml/lit) | |
| SST (mg/lit) | |
| DBO 5 (mg/lit) | |
| Carga (kg/día) DBO | #¡VALOR! |
| Carga (kg/día) SST | #¡VALOR! |
| Carga (kg/día) G y A | #¡VALOR! |
| N- total (mg/lit) | |
| P- total (mg/lit) | |
| As (mg/lit) | |
| Cd (mg/lit) | |
| CN (mg/lit) | |
| Cu (mg/lit) | |
| Cr (mg/lit) | |
| Hg (mg/lit) | |
| Ni (mg/lit) | |
| Pb (mg/lit) | |
| Zn (mg/lit) | |
| Tipo | Filtros rociadores y desinfección |
| Clasificación | Secundario |
| Avance % | N/A |
| Fecha del reporte de avance | N/A |

| | |
|--------------------------------|---------------------|
| Q diseño (lps) | |
| Q operación (lps) | 369.9999976 |
| Volúmen (m3/día) | 31968 |
| Volúmen (m3/año) | 11668320 |
| Eficiencia en % | N/A |
| Producción de lodos (m3/año) | |
| Tratamiento de lodos | Espesamiento |
| Disposición de lodos | |
| Volúmen reusado (m3/día) | 31968 |
| Tipo de reuso | N/A |
| (Ha) regadas con agua residual | N/A |
| Entrega de título | No lo han entregado |

4.5.9. Subsector 8.2.- Servicios inmobiliarios.

En este sector se encuentran las inmobiliarias, fraccionamientos, clubes, condominios Etc. que tienen concesiones de suministro de agua potable y que deben también contar con autorización para descargar aguas residuales.

La administración y supervisión de estos usuarios se dificulta porque ellos enfrentan también las problemáticas asociadas a la atención de usuarios que tienen los organismos operadores y no cuentan con los mecanismos de negociación a nivel gubernamental para librarse de sus adeudos o para obtener recursos frescos que les permitan realizar inversiones en el mantenimiento de su infraestructura de conducción.

| | |
|---|---|
| Expediente | |
| Razón Social | |
| Representante legal | |
| Representante de protección al ambiente | |
| RFC | BRJ-870424-PK1 |
| Dirección | Av. Mesón del Prado No. 621, Juriquilla |
| Zona industrial | N/U |
| Localidad/ciudad | Juriquilla |
| CP | 76230 |
| Municipio | Querétaro |
| Teléfono/fax | (429)40142,40143 / 40145 |
| Origen | Dos (2) pozos profundos y red municipal |
| Volúmen (m3/día) | |

| | |
|----------------------------------|---|
| Uso del agua | Municipal |
| Sector | 8 |
| Subsector | |
| Giro | Desarrollo y venta de Bienes Raíces |
| (Hrs/día) Laborables | 24 |
| (Días/semana) laborables | 7 |
| (Meses/año) laborables | 12 |
| Núm. de descargas | 1 de 1 |
| Gasto prom. (m3/día) | 3880 |
| Gasto (m3/año) | 1416200 |
| Título de concesión | N/A |
| Fecha del título | N/A |
| Fecha de permiso de descarga | N/A |
| Fecha de apego NOM-001-ECOL/1996 | N/A |
| Origen | Municipal |
| Cuerpo receptor | Río e infiltración superficial |
| Uso del cuerpo receptor | Riego y Areas verdes |
| Región hidrológica | Lerma-Santiago |
| Cuenca | La Laja |
| Subcuenca | Pericos |
| Altitud (msnm) | 1890 |
| Longitud (W) | |
| Latitud (N) | |
| Fecha de análisis | 22 de septiembre de 1994 |
| T (°C) | 25 |
| pH (UpH) | 7 |
| Col. fecales (NMP/100 ml) | 9300000 |
| H. helminto (Org/lit) | |
| G y A (mg/lit) | 64.5 |
| Mat. flot. (malla 3 mm) | |
| Sól. sed. (ml/lit) | 1 |
| SST (mg/lit) | 150 |
| DBO 5 (mg/lit) | 223 |
| Carga (kg/día) DBO | 865.24 |
| Carga (kg/día) SST | 582 |
| Carga (kg/día) G y A | 250.26 |
| N- total (mg/lit) | |
| P- total (mg/lit) | 8.33 |
| As (mg/lit) | |
| Cd (mg/lit) | |
| CN (mg/lit) | |
| Cu (mg/lit) | |
| Cr (mg/lit) | |
| Hg (mg/lit) | |
| Ni (mg/lit) | |
| Pb (mg/lit) | |
| Zn (mg/lit) | |
| Tipo | Lodos activados con aireación extendida |
| Clasificación | Secundario |
| Avance % | N/A |
| Fecha del reporte de avance | N/A |
| Q diseño (lps) | 45 |
| Q operación (lps) | 44.90740712 |

| | |
|--------------------------------|-----------------------|
| Volúmen (m3/día) | 3880 |
| Volúmen (m3/año) | 1416200 |
| Eficiencia en % | 99.79423804 |
| Producción de lodos (m3/año) | |
| Tratamiento de lodos | Lecho de secado |
| Disposición de lodos | Relleno sanitario |
| Volúmen reusado (m3/día) | 3880 |
| Tipo de reuso | Riego de áreas verdes |
| (Ha) regadas con agua residual | |
| Entrega de título | N/A |

Esta empresa es la que administra el abastecimiento de agua de un exclusivo fraccionamiento, cuyos accionistas mayoritarios son también prominentes figuras políticas en el ámbito estatal. Su capacidad de negociación supera con mucho el ámbito de la Gerencia Estatal. Su relación con ésta es compleja, ya que controlan también la presa de El Cajón, que es el abastecimiento de varias comunidades agrícolas de Querétaro y Guanajuato. Las aguas de la presa —que es un monumento histórico— se utilizan con propósitos de riego del campo de Golf y como santuario de aves. Como los gastos de mantenimiento de la presa corren por cuenta del fraccionamiento y éstos son altos, se le permite no regularizar su situación administrativa y fiscal (no cuenta con plantas de tratamiento ni con títulos o permisos en regla), porque de hacerlo, no habría nadie que se responsabilizara del mantenimiento de la presa y CNA, pretende desincorporar la mayor cantidad posible de infraestructura hidráulica en virtud de sus altos costos. En resumen, éste es un usuario típico del grupo de aquellos a los que no se puede incorporar al ámbito de la legislación vigente, porque ésta no contempla mecanismos que se adapten a las necesidades reales de administración del agua, en conjunto con la administración de la infraestructura hidroagrícola. Como en el caso de todos los fraccionamientos, los responsables directos de las descargas son los usuarios domésticos, no el fraccionador. Si el CEA, no trata sus aguas; mucho menos tendrá el gobierno estatal la autoridad moral para imponerles la instalación de infraestructura costosa, de

manera que los fraccionamientos no realicen obras de mantenimiento de las redes de suministro de agua potable.

| | |
|---|---|
| Expediente | |
| Razón Social | |
| Representante legal | |
| Representante de protección al ambiente | |
| RFC | CCQ-541026-7K4 |
| Dirección | Km. 223 Carr. Panamericana |
| Zona industrial | N/U |
| Localidad/ciudad | Santiago de Querétaro |
| CP | 76190 |
| Municipio | Querétaro |
| Teléfono/fax | |
| Origen | Pozo profundo |
| Volumen (m3/día) | 2503 |
| Uso del agua | Servicios |
| Sector | 8 |
| Subsector | 2 |
| Giro | Club deportivo y social |
| (Hrs/día) Laborables | 18 |
| (Días/semana) laborables | 6 |
| (Meses/año) laborables | 12 |
| Núm. de descargas | 1 de 2 |
| Gasto prom. (m3/día) | 2592 |
| Gasto (m3/año) | 946080 |
| Título de concesión | A4QRO101115/12EMGE94 |
| Fecha del título | 24 de marzo de 1995 |
| Fecha de permiso de descarga | N/A |
| Fecha de apego NOM-001-ECOL/1996 | N/A |
| Origen | Servicios |
| Cuerpo receptor | Infiltración superficial, subsuelo (terrenos propios riego de áreas verdes) |
| Uso del cuerpo receptor | Áreas verdes |
| Región hidrológica | Lerma-Santiago |
| Cuenca | La Laja |
| Subcuenca | Pericos |
| Altitud (msnm) | 1820 |
| Longitud (W) | |
| Latitud (N) | |
| Fecha de análisis | 29 de enero de 1997 |
| T (°C) | 20 |
| pH (UpH) | 8.62 |
| Col. fecales (NMP/100 ml) | 90 |
| H. helminto (Org/lt) | |
| G y A (mg/lt) | 1 |
| Mat. flot. (malla 3 mm) | |
| Sól. sed. (ml/lt) | 0.1 |
| SST (mg/lt) | 2 |
| DBO 5 (mg/lt) | 45 |

| | |
|--------------------------------|---|
| Carga (kg/día) DBO | 116.64 |
| Carga (kg/día) SST | 5.184 |
| Carga (kg/día) G y A | 2.592 |
| N- total (mg/lt) | |
| P- total (mg/lt) | |
| As (mg/lt) | |
| Cd (mg/lt) | |
| CN (mg/lt) | |
| Cu (mg/lt) | |
| Cr (mg/lt) | |
| Hg (mg/lt) | |
| Ni (mg/lt) | |
| Pb (mg/lt) | |
| Zn (mg/lt) | |
| Tipo | Lodos activados con aireación extendida |
| Clasificación | Secundario |
| Avance % | 100 |
| Fecha del reporte de avance | |
| Q diseño (lps) | 55 |
| Q operación (lps) | 29.99999981 |
| Volúmen (m3/día) | 2592 |
| Volúmen (m3/año) | 946080 |
| Eficiencia en % | 54.5454542 |
| Producción de lodos (m3/año) | |
| Tratamiento de lodos | |
| Disposición de lodos | |
| Volúmen reusado (m3/día) | 2592 |
| Tipo de reuso | Lago Artificial y Riego AV |
| (Ha) regadas con agua residual | 40 |
| Entrega de título | 24 de marzo de 1995 |

Oros fraccionamientos están en una situación administrativa regular pero omiten los valores de parámetros que no cumplen o que consideran que no son característicos de los desechos municipales.

En su conjunto, no son volúmenes tan importantes, por lo que la supervisión no es tan estricta como en el caso de las industrias, cuyos aportes de contaminantes son mucho mayores.

5. Perspectivas 2000-2025 y viabilidad del CCA

Una vez presentados los aspectos geográficos, sociodemográficos y económicos de la entidad, y analizados los sistemas y procedimientos de administración del agua, así como los casos específicos de industrias típicas, la consistencia de los límites máximos permisibles establecidos en la normalización para los parámetros contaminantes, es posible evaluar las perspectivas que tiene la entidad para compaginar su desarrollo económico con políticas de administración de los recursos naturales que permitan el desarrollo sustentable.

Primeramente se presentan las proyecciones realizadas por la CNA para los distintos usos del agua. En estas se utilizan los antecedentes históricos de demanda y la posible oferta de agua según los recursos disponibles y los que provengan de los proyectos de infraestructura que se pongan en marcha. Los resultados del análisis realizado son curvas o tablas que presentan las proyecciones en términos de oferta y demanda del recurso.

Las proyecciones anteriores desembocan en posibles alternativas para la solución del problema, que se han subdividido en "escenarios", con distinta "intensidad" de las acciones que habrán de emprenderse. Estos escenarios se proponen considerando las políticas que pudieran implementarse y los recursos necesarios para su ejecución

Los escenarios fueron evaluados en función del impacto que tendrían estos sobre la satisfacción de las demandas previstas y aquí sólo se presentan los motivos para la selección de la mejor opción, puesto que la selección de la alternativa más adecuada corresponde a la CNA y este será uno de los fundamentos para analizar el impacto sobre la viabilidad del CCA.

Las medidas específicas a tomar por la CNA, se presentan en cuadros con montos de inversiones que se destinarán para la atención de estos rubros.

Posteriormente, se analiza el impacto que tendrán las medidas tomadas, en términos de los escenarios elegidos como la alternativa más viable.

Por último, se incluye la sección de las inversiones sectoriales, en los ámbitos federal, estatal y privado, que serán destinadas a las acciones planteadas con el fin de garantizar el suministro para todos los sectores económicos y sociales de la entidad.

Los temas anteriores sirven de marco para revisar la viabilidad del CCA, misma que se analiza desde dos puntos de vista; en función de las perspectivas económicas (en cuanto a la revalorización del recurso) y de las políticas de dotación del recurso, en cuanto al consumo y aprovechamiento del mismo.

Primeramente, los antecedentes anteriores pueden contrastarse, con los costos de las acciones propuestas, para verificar si obtener el CCA es viable respecto de los montos de las inversiones y en términos de los consumos. Los montos de las inversiones se pueden contrastar con los recursos que se pretenden recaudar por concepto de derechos sobre aguas y aguas residuales, así como de los que provienen de otras contribuciones.

En segundo término, se evalúa la disponibilidad, el consumo y el uso que se da al recurso, en función de los efectos sobre el desarrollo económico y el medio ambiente. En este examen se comparan los balances que se obtienen en el análisis de escenarios, respecto de la sustitución de los volúmenes agrícolas de primer uso por aguas residuales o aguas tratadas y

las consecuencias que esto tendrá a largo plazo, de no tomarse medidas para evitar la sustitución de volúmenes de primer uso por aguas crudas.

Finalmente, se examinan las posibilidades de que el conjunto de estrategias planteadas tenga éxito, en el marco de la legislación actual, relativa a la emisión de contaminantes. Asimismo, se evalúa el significado de las medidas propuestas en el Programa Hidráulico Estatal, como "mensaje estratégico", por parte de la CNA a la comunidad de usuarios en el ámbito estatal y sus posibles repercusiones en términos de "decisiones ejecutivas"

5.1. Análisis de Proyecciones

5.1.1. Proyección de la población.

Con la finalidad de estimar el crecimiento anual de la población del estado de Querétaro en un horizonte de 25 años a partir del año 2000 y proyectar la población a nivel municipal y por subregiones hidrológicas, en este apartado se analizará y desagregará la población en tres niveles: rural para las poblaciones con menos de 2,500 habitantes, urbano medio para las poblaciones que tienen entre 2,500 y 50,000 habitantes y grandes ciudades para las poblaciones con más de 50,000 habitantes.

Será necesario considerar como base a la población del Censo de Población y Vivienda INEGI de 1995 y las tasas de crecimiento de la población estimadas por CONAPO, que consideran en su análisis entre otros factores, los de migración e inmigración. Estas tasas están estimadas anualmente hasta el año 2021, y se retomarán para el cálculo de la población del año 2000 al 2025. La población actual (así como la proyección al 2025), se obtuvieron a partir de los resultados definitivos del Censo '95 realizado por INEGI, proyectando el crecimiento de la población considerando el comportamiento histórico de las tasas municipales, adecuadas a las tendencias propuestas por CONAPO.

De esta manera, la población para el año 2000 por municipio y por subregión hidrológica se clasifica en las siguientes tablas.

Población actual (año 2,000) por subregión.

Subregión Alto Pánuco

| Municipio | Población Total 1995 ¹ | Tasa % | Población Total 2000 |
|-------------------------|--------------------------------------|--------|-------------------------|
| Arroyo Seco | 13,203 | 0.073 | 13,251 |
| Cadereyta de Montes | 51,641 | 2.817 | 59,336 |
| Colón | 43,443 | 3.285 | 51,063 |
| Ezequiel Montes | 25,605 | 3.214 | 29,993 |
| Jalpan de Serra | 21,671 | 2.382 | 24,379 |
| Landa de Matamoros | 18,848 | 0.789 | 19,603 |
| Peñamiller | 17,748 | 1.899 | 19,498 |
| Pinal de Amoles | 26,864 | 0.701 | 27,818 |
| San Joaquín | 7,490 | 3.755 | 9,006 |
| Tolimán | 20,019 | 2.160 | 22,277 |
| Subtotal S. Alto Pánuco | 246,532 | 2.301 | 276,224 |

Subregión San Juan Qro.

| Municipio | Población Total 1995 ¹ | Tasa % | Población Total 2000 |
|---------------------------|--------------------------------------|--------|-------------------------|
| Amealco de Bonfil | 50,407 | 1.622 | 54,631 |
| Pedro Escobedo | 46,270 | 3.114 | 53,937 |
| San Juan del Río | 154,922 | 3.066 | 180,177 |
| Tequisquiapan | 45,779 | 3.356 | 53,992 |
| Subtotal S. San Juan Qro. | 297,378 | 2.880 | 342,737 |

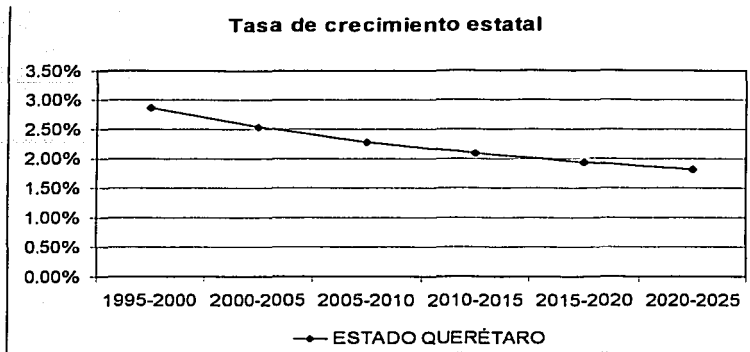
Subregión La Laja

| Municipio | Población Total 1995 ¹ | Tasa % | Población Total 2000 |
|---------------------|--------------------------------------|--------|-------------------------|
| Corregidora | 59,855 | 4.683 | 75,245 |
| Huimilpan | 26,809 | 1.824 | 29,345 |
| El Marqués | 60,680 | 1.574 | 65,609 |
| Querétaro | 559,222 | 3.071 | 650,538 |
| Subtotal S. La Laja | 706,566 | 3.042 | 820,737 |

| | | | |
|-----------------|-----------|--------|-----------|
| Total Querétaro | 1,250,476 | 2.859% | 1,439,698 |
|-----------------|-----------|--------|-----------|

1_/ Fuente: Resultados Definitivos, Censo 95/ INEGI.

La tasa de crecimiento promedio para el estado es del 2.859% anual, estimada en el periodo de 1995 al 2000. La tendencia de esta tasa en los años siguientes al 2000 se estima que decrezca hasta el año 2025 como se muestra en la figura.



Tasa de crecimiento de la población.

Fuente: Elaborada con información de CONAPO y de los Resultados Definitivos, Censo 95/ INEGI.

Las tasas establecidas por CONAPO se desagregaron por municipio, determinando los incrementos entre uno y otro municipio, así como de un año a otro, debido a que el crecimiento en cada municipio y localidad se ha dado con diferente proporción y considerando las tasas de crecimiento histórico.

Población actual por tamaño de la localidad.

Subregión Alto Pánuco

| Rango de habitantes | Nº de habitantes 1995 | Nº de habitantes 2000 |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1-2499 | 204,583 | 227,803 |
| 2500-49999 | 41,949 | 48,421 |
| 50000 y más | 0 | 0 |
| | 246,532 | 276,224 |

Subregión San Juan Qro.

| Rango de habitantes | Nº de habitantes 1995 | Nº de habitantes 2000 |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1-2499 | 122,970 | 139,845 |
| 2500-49999 | 89,876 | 104,580 |
| 50000 y más | 84,532 | 98,312 |
| | 297,378 | 342,737 |

Subregión La Laja

| Rango de habitantes | Nº de habitantes 1995 | Nº de habitantes 2000 |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1-2499 | 130,206 | 148,843 |
| 2500-49999 | 106,818 | 125,680 |
| 50000 y más | 469,542 | 546,214 |
| | 706,566 | 820,737 |

Estado de Querétaro

| Rango de habitantes | Nº de habitantes 1995 ¹ | Nº de habitantes 2000 |
|---------------------|------------------------------------|-----------------------|
| 1-2499 | 457,759 | 516,491 |
| 2500-49999 | 238,643 | 278,681 |
| 50000 y más | 554,074 | 644,526 |
| | 1,250,476 | 1,439,698 |

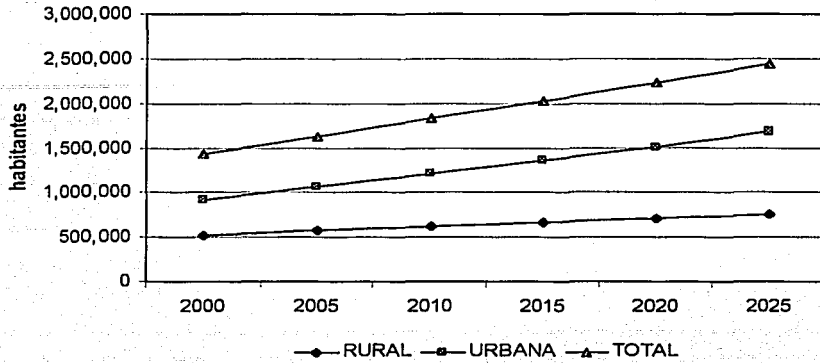
1_/ Fuente: Resultados Definitivos, Censo 95/ INEGI.

De acuerdo con la tabla anterior, la población que vive en localidades menores a 2,500 habitantes y que se denomina rural es de 516,491 habitantes (35.8%), mientras que la población asentada en localidades urbanas medias (localidades entre 2,500 y 50 mil hab.) es de 278,681 habitantes (19.4%) y en grandes ciudades viven 644,526 habitantes (44.8%).

La población actual (año 2,000) en el estado que es de 1,439,698 habitantes se incrementará para el año 2005 en un 12.5%, para el año 2010 en un 25.5%; para los años 2015 y 2020 en 39.5% y 55% respectivamente y por último en un 72% para el año 2025 llegando a una población total de 2'434,722 habitantes.

Proyección de la población.

PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN



Fuente: Elaborada con información de tasas de crecimiento de CONAPO y del Censo de Población y Vivienda 1995 de INEGI.

Esta información servirá como base para el cálculo de la demanda de agua potable del estado de Querétaro, tanto en el escenario tendencial, como en los que se elaboren a partir de las alternativas de solución que se plantean más adelante. En la tabla siguiente se resume la proyección de la población en periodos de cinco años.

Población por municipio y subregión.

| CLAVE | NOMBRE | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 |
|------------------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| SUBREGION ALTO PANUCO | | | | | | | |
| 22003 | Arroyo Seco | 13,251 | 13,269 | 13,275 | 13,278 | 13,279 | 13,279 |
| 22004 | Cadereyta de Montes | 59,336 | 65,337 | 69,821 | 73,073 | 75,383 | 77,000 |
| 22005 | Colón | 51,063 | 57,142 | 61,759 | 65,146 | 67,570 | 69,276 |
| 22007 | Ezequiel Montes | 29,993 | 33,481 | 36,124 | 38,059 | 39,443 | 40,416 |
| 22009 | Jalpan de Serra | 24,378 | 27,385 | 30,720 | 34,413 | 38,497 | 43,008 |
| 22010 | Landa de Matamoros | 19,603 | 20,180 | 20,617 | 20,945 | 21,189 | 21,371 |
| 22013 | Peñamiller | 19,498 | 20,803 | 21,748 | 22,418 | 22,887 | 23,212 |
| 22002 | Pinal de Amoles | 27,819 | 28,597 | 29,227 | 29,734 | 30,141 | 30,465 |
| 22015 | San Joaquín | 9,006 | 10,244 | 11,199 | 11,907 | 12,419 | 12,781 |
| 22018 | Tolimán | 22,277 | 23,982 | 25,228 | 26,117 | 26,742 | 27,176 |
| TOTAL ALTO PANUCO | | 276,224 | 300,420 | 319,717 | 335,091 | 347,550 | 357,985 |

| | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| SUBREGION SAN JUAN QRO. | | | | | | | |
| 22001 | Amealco de Bonfil | 54,631 | 58,933 | 63,294 | 67,695 | 72,119 | 76,548 |
| 22012 | Pedro Escobedo | 53,938 | 60,005 | 64,586 | 67,932 | 70,320 | 71,998 |
| 22016 | San Juan del Río | 180,176 | 207,936 | 238,197 | 270,906 | 305,975 | 343,274 |
| 22017 | Tequisquiapan | 53,993 | 63,608 | 74,849 | 87,977 | 103,291 | 121,136 |
| TOTAL ALTO PANUCO | | 342,738 | 390,482 | 440,925 | 494,510 | 551,706 | 612,986 |

| | | | | | | | |
|--------------------------|-------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| SUBREGION LA LAJA | | | | | | | |
| 22006 | Corregidora | 75,246 | 88,789 | 99,976 | 108,793 | 115,509 | 120,501 |
| 22008 | Huimilpan | 29,345 | 31,495 | 33,282 | 34,745 | 35,929 | 36,876 |
| 22011 | Marqués, El | 65,608 | 69,621 | 72,828 | 75,354 | 77,323 | 78,844 |
| 22014 | Querétaro | 650,537 | 750,374 | 858,475 | 974,437 | 1,097,714 | 1,227,593 |
| TOTAL ALTO PANUCO | | 820,735 | 940,279 | 1,064,560 | 1,193,329 | 1,326,475 | 1,463,752 |

| | | | | | | |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| ESTADO QUERÉTARO | 1,439,698 | 1,631,181 | 1,825,203 | 2,022,930 | 2,225,730 | 2,434,723 |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|

Proyección de la población por tamaño de localidad.

Subregión Alto Pánuco

| Rango de habitantes | Nº de habitantes 1995 | Nº de habitantes 2000 | Nº de habitantes 2005 | Nº de habitantes 2010 | Nº de habitantes 2015 | Nº de habitantes 2020 | Nº de habitantes 2025 |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1-2499 | 204,583 | 227,803 | 246,628 | 261,548 | 273,338 | 282,793 | 290,613 |
| 2500-49999 | 41,949 | 48,421 | 53,794 | 58,172 | 61,754 | 64,757 | 67,372 |
| 50000 y más | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 246,532 | 276,224 | 300,422 | 319,720 | 335,092 | 347,550 |

Subregión San Juan Qro.

| | | | | | | | |
|-------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1-2499 | 122,970 | 139,845 | 157,292 | 175,410 | 194,357 | 214,308 | 235,422 |
| 2500-49999 | 89,876 | 104,580 | 119,733 | 135,549 | 152,341 | 170,455 | 190,244 |
| 50000 y más | 84,532 | 98,312 | 113,461 | 129,974 | 147,825 | 166,964 | 187,320 |
| | | 297,378 | 342,737 | 390,486 | 440,933 | 494,523 | 551,727 |

Subregión La Laja

| | | | | | | | |
|-------------|---------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|
| 1-2499 | 130,206 | 148,843 | 166,608 | 183,381 | 199,236 | 214,340 | 228,876 |
| 2500-49999 | 106,818 | 125,680 | 143,629 | 160,370 | 175,918 | 190,449 | 204,198 |
| 50000 y más | 469,542 | 546,214 | 630,031 | 720,787 | 818,144 | 921,639 | 1,030,678 |
| | | 706,566 | 820,737 | 940,268 | 1,064,538 | 1,193,298 | 1,326,428 |

Estado De Querétaro

| Rango de habitantes | Nº de habitantes 1995 | Nº de habitantes 2000 | Nº de habitantes 2005 | Nº de habitantes 2010 | Nº de habitantes 2015 | Nº de habitantes 2020 | Nº de habitantes 2025 |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1-2499 | 457,759 | 516,491 | 570,528 | 620,339 | 666,931 | 711,441 | 754,911 |
| 2500-49999 | 238,643 | 278,681 | 317,156 | 354,091 | 390,013 | 425,661 | 461,814 |
| 50000 y más | 554,074 | 644,526 | 743,492 | 850,761 | 965,969 | 1,088,603 | 1,217,998 |
| | | 1,250,476 | 1,439,698 | 1,631,176 | 1,825,191 | 2,022,913 | 2,225,705 |

5.1.2. Proyección de los requerimientos de agua.

Los requerimientos de agua en el futuro, dependerán básicamente de tres variables: una es la población estimada a esa fecha, otra es la cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado con que cuenta la población; y por último la dotación correspondiente a la población clasificada de acuerdo al número de habitantes (rural, urbana media y grandes ciudades).

El volumen de agua que demanda actualmente este uso se estableció en el Capítulo 3, en la sección relativa a usos del agua, en donde se consideraron básicamente los aspectos de población y dotaciones y del cual se retoman los siguientes aspectos. Con la población y las dotaciones definidas, se puede obtener el volumen de demanda para el uso doméstico.

Volúmenes de demanda para uso doméstico.

Subregión Alto Pánuco

| Rango de habitantes | Nº de habitantes 2000 | Demanda miles m ³ /año |
|---------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 1-2499 | 227,803 | 15,584 |
| 2500-49999 | 48,421 | 4,848 |
| 50000 y más | 0 | 0 |
| | 276,224 | 20,432 |

Subregión San Juan

| Rango de habitantes | Nº de habitantes 2000 | Demanda miles m ³ /año |
|---------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 1-2499 | 139,845 | 12,310 |
| 2500-49999 | 104,580 | 10,233 |
| 50000 y más | 98,312 | 11,583 |
| | 342,737 | 34,126 |

Subregión La Laja

| Rango de habitantes | Nº de habitantes 2000 | Demanda miles m ³ /año |
|---------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 1-2499 | 148,843 | 13,272 |
| 2500-49999 | 125,680 | 12,429 |
| 50000 y más | 546,214 | 69,285 |
| | 820,737 | 94,986 |

Estado de Querétaro

| Rango de habitantes | Nº de habitantes 2000 | Demanda miles m ³ /año |
|---------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 1-2499 | 516,491 | 41,166 |
| 2500-49999 | 278,681 | 27,510 |
| 50000 y más | 644,526 | 80,868 |
| | 1,439,698 | 149,544 |

Adicionalmente, al uso doméstico se le sumó el volumen necesario para satisfacer la demanda de los sectores comerciales y de servicios instalados en las diferentes localidades y que hacen uso del agua suministrado a través de las redes municipales.

De esta manera, se determinó una extracción para este uso, 6.66 Mm³/año, (aproximadamente un 6%) que sumados a los 149.54 Mm³/año se obtiene una extracción total para el uso publico urbano de 156.19 Mm³/año.

Con base en estos datos y considerando el crecimiento de la población, se calculó la demanda correspondiente al período de planeación 2000 – 2025, de la cual se presenta el siguiente resumen en períodos de cinco años.

Proyección de la demanda para uso público urbano.

| Subregión Alto Pánuco | | | | | | |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Rango de habitantes | Demanda Mm ³ | Demanda Mm ³ | Demanda Mm ³ | Demanda Mm ³ | Demanda Mm ³ | Demanda Mm ³ |
| | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 |
| 1-2499 | 15.58 | 16.89 | 17.92 | 18.72 | 19.36 | 19.89 |
| 2500-49999 | 4.85 | 5.39 | 5.83 | 6.19 | 6.49 | 6.75 |
| 50000 y más | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 20.43 | 22.28 | 23.74 | 24.91 | 25.85 | 26.64 |

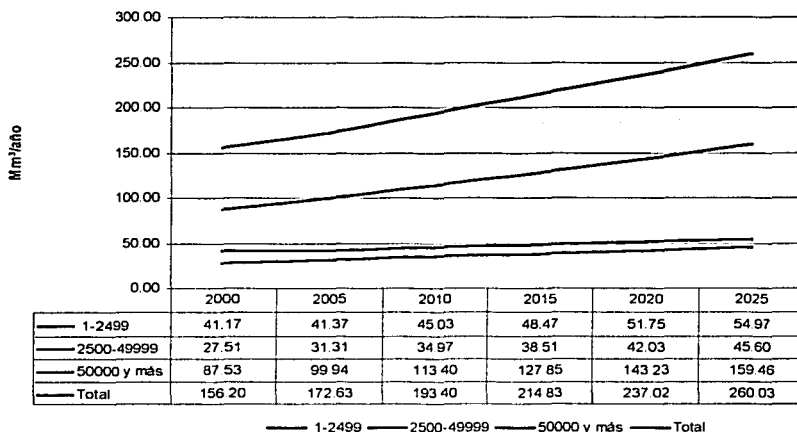
| Subregión San Juan | | | | | | |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Rango de habitantes | Demanda Mm ³ | Demanda Mm ³ | Demanda Mm ³ | Demanda Mm ³ | Demanda Mm ³ | Demanda Mm ³ |
| | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 |
| 1-2499 | 12.31 | 11.82 | 13.19 | 14.62 | 16.12 | 17.72 |
| 2500-49999 | 10.23 | 11.72 | 13.27 | 14.92 | 16.70 | 18.65 |
| 50000 y más | 11.58 | 13.37 | 15.31 | 17.42 | 19.67 | 22.07 |
| | 34.13 | 36.91 | 41.77 | 46.96 | 52.50 | 58.43 |

| Subregión La Laja | | | | | | |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Rango de habitantes | Demanda Mm ³ | Demanda Mm ³ | Demanda Mm ³ | Demanda Mm ³ | Demanda Mm ³ | Demanda Mm ³ |
| | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 |
| 1-2499 | 13.27 | 12.66 | 13.92 | 15.12 | 16.26 | 17.36 |
| 2500-49999 | 12.43 | 14.21 | 15.87 | 17.41 | 18.85 | 20.20 |
| 50000 y más | 69.29 | 79.91 | 91.42 | 103.77 | 116.90 | 130.73 |
| | 94.99 | 106.78 | 121.22 | 136.30 | 152.01 | 168.30 |

| 5.1.2.1.1.1.1.1. Estado de Querétaro | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Rango de habitantes | Demanda Mm ³ | Demanda Mm ³ | Demanda Mm ³ | Demanda Mm ³ | Demanda Mm ³ | Demanda Mm ³ |
| | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 |
| 1-2499 | 41.17 | 41.37 | 45.03 | 48.47 | 51.75 | 54.97 |
| 2500-49999 | 27.51 | 31.31 | 34.97 | 38.51 | 42.03 | 45.60 |
| 50000 y más | 87.53 | 99.94 | 113.40 | 127.85 | 143.23 | 159.46 |
| | 156.19 | 172.63 | 193.40 | 214.83 | 237.02 | 260.03 |

Proyección de la demanda del uso público – urbano.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



5.1.3. Proyección de la demanda hidroagrícola

Para poder estimar el comportamiento de la demanda de agua en el uso agrícola en los próximos años, es necesario conocer el comportamiento histórico del sector, de tal manera que se puedan relacionar las variables que lo conforman; como el número de hectáreas sembradas, el tipo de cultivos, las láminas de riego que se utilizan por cultivo y la precipitación media en la región entre otras. Existen otras variables que pueden afectar el comportamiento de los volúmenes de extracción sector agrícola independientemente de las ya mencionadas, y aunque guardan una cierta relación, su impacto es difícil de evaluarlo. Tal es el caso de aspectos económicos que no se pueden predecir fácilmente, como los costos de producción o los precios de mercado de los productos, cuya variación determina directamente el número de hectáreas que se siembra y/o el tipo de cultivo.

Cabe aclarar que en este caso, existen algunas consideraciones para la proyección tendencial de la demanda agrícola, definidas en el diagnóstico como parte de la problemática del sector y que se refieren por ejemplo, a que no existe disponibilidad de agua en la entidad, y por lo tanto la posibilidad de incrementar la superficie de riego es sumamente baja, debido a que esto provocaría un mayor déficit del que actualmente se tiene. Por lo tanto, para la construcción de la proyección se tomaron en cuenta las siguientes hipótesis que pretenden definir el futuro comportamiento de la demanda de agua del sector agrícola:

No se incrementará el número de hectáreas para uso agrícola (frontera agrícola).

Los volúmenes utilizados deben fluctuar entre los valores promedio de los registros históricos de referencia.

Los cultivos sembrados seguirán siendo los de costumbre.

Se sembrará el mismo tipo de cultivos por ciclo (otoño-invierno, primavera-verano y perennes).

Se tienen los mismos valores de precipitación media.

Se conservan las mismas eficiencias para conducción y aplicación.

Se mantiene el grado de tecnificación de riego.

Se mantiene el grado de mantenimiento y/o rehabilitación de la infraestructura.

La interpretación se dará a partir de la información obtenida de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDEA) y de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR) del estado de Querétaro y retomando la metodología empleada en el capítulo 3.5.2 en lo que se refiere a ajustar una curva que refleje el comportamiento histórico y lo proyecte hacia el futuro.

El número de hectáreas sembradas en el período de 1988 a 1998, así como los cultivos sembrados históricamente se presentan en la siguiente tabla:

Serie histórica de siembras de 1988 a 1998 (hectáreas).

| Cultivo y Ciclo | Modalidad | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | Promedio |
|---------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Otoño - Invierno | | | | | | | | | | | | | |
| Trigo | Riego | 3 743 | 6 256 | 3 061 | 5 202 | 4 648 | 2 592 | 3 026 | 737 | 3 806 | 3 326 | 1 813 | 3 474 |
| Cebada | Riego | 4 624 | 3 843 | 2 312 | 2 633 | 3 468 | 3 045 | 3 174 | 4 525 | 4 908 | 5 225 | 4 799 | 3 869 |
| Avena F | Riego | 1 020 | 125 | 1 626 | 1 452 | 944 | 758 | 405 | 348 | 458 | 406 | 924 | 770 |
| Avena F | Temporal | | | | | | | 14 | | | | | 20 |
| Hortalizas | Riego | 318 | | 256 | 949 | 864 | 454 | 963 | 251 | 664 | 612 | 1 860 | 719 |
| Otros cultivos | Riego | 429 | 1 937 | 352 | 231 | 199 | 41 | 1 083 | 1 309 | 1 561 | 1 683 | 1 549 | 943 |
| Otros cultivos | Temporal | 576 | 56 | 665 | 940 | 572 | 429 | 1 140 | 800 | 835 | 205 | 611 | 621 |
| Suma | Riego | 10 134 | 12 161 | 7 607 | 10 467 | 10 123 | 6 890 | 8 651 | 7 170 | 11 397 | 11 252 | 10 945 | 9 774 |
| Suma | Temporal | 602 | 56 | 665 | 940 | 572 | 429 | 1 154 | 800 | 835 | 205 | 611 | 641 |
| Total | | 10 736 | 12 217 | 8 272 | 11 407 | 10 695 | 7 319 | 9 805 | 7 970 | 12 232 | 11 457 | 11 556 | 10 415 |
| Primavera - Verano | | | | | | | | | | | | | |
| Maiz | Riego | 11 630 | 13 705 | 15 666 | 17 849 | 21 011 | 20 269 | 30 284 | 27 609 | 27 446 | 25 938 | 19 967 | 21 034 |
| Maiz | Temporal | 55 834 | 58 125 | 52 945 | 54 168 | 55 887 | 49 553 | 61 555 | 62 115 | 71 425 | 64 417 | 63 608 | 59 057 |
| Frijol | Riego | 777 | 736 | 876 | 1 043 | 1 052 | 959 | 915 | 764 | 816 | 1 468 | 1 515 | 993 |
| Frijol | Temporal | 10 545 | 10 608 | 8 558 | 5 464 | 6 628 | 7 978 | 6 204 | 6 045 | 4 324 | 6 082 | 5 092 | 7 048 |
| Maiz - Frijol | Riego | 712 | 1 555 | 1 318 | 2 085 | 3 041 | 1 067 | 734 | 968 | 525 | 666 | 531 | 1 200 |
| Maiz - Frijol | Temporal | 51 121 | 38 169 | 43 977 | 37 944 | 35 799 | 30 824 | 41 540 | 36 544 | 38 991 | 40 529 | 41 990 | 39 766 |
| Sorgo | Riego | 10 385 | 12 047 | 11 603 | 10 912 | 10 145 | 2 467 | 2 336 | 4 372 | 5 381 | 8 395 | 8 513 | 7 869 |
| Sorgo | Temporal | 1 632 | 2 650 | 1 044 | 121 | 91 | 286 | 307 | 409 | 8 | 509 | 756 | 710 |
| Trigo | Riego | | | | | | | | | | | | 7 |
| Trigo | Temporal | 998 | 1 321 | 2 023 | 897 | 692 | 688 | 1 101 | 1 941 | 905 | 663 | 1 805 | 1 185 |
| Hortalizas | Riego | 792 | 446 | 641 | 927 | 1 548 | 1 232 | 633 | 1 060 | 651 | 1 041 | 1 400 | 945 |
| Otros cultivos | Riego | 258 | 312 | 288 | 3 098 | 523 | 353 | 136 | 1 221 | 411 | 1 230 | 2 353 | 926 |
| Otros cultivos | Temporal | 186 | 307 | 150 | 714 | 260 | 113 | 77 | 94 | | 127 | 2 393 | 442 |
| Suma | Riego | 24 554 | 28 801 | 30 392 | 35 924 | 37 320 | 26 347 | 35 048 | 36 016 | 35 230 | 38 738 | 34 279 | 32 973 |
| Suma | Temporal | 120 316 | 111 180 | 108 697 | 99 308 | 99 357 | 89 442 | 110 784 | 107 148 | 115 653 | 112 327 | 115 644 | 108 209 |
| Total | | 144 870 | 139 981 | 139 089 | 135 232 | 136 677 | 115 789 | 145 832 | 143 164 | 150 883 | 151 065 | 149 923 | 141 182 |
| Perennes | | | | | | | | | | | | | |
| Alfalfa verde | Riego | 5 040 | 3 722 | 10 215 | 10 220 | 8 882 | 5 652 | 5 552 | 4 796 | 5 226 | 5 335 | 5 751 | 6 399 |
| Frutales | Riego | | 534 | 5 052 | 2 112 | 2 241 | 2 026 | 1 661 | 1 564 | 1 516 | 1 270 | 1 342 | 1 932 |
| Frutales | Temporal | | 1 100 | 1 381 | 775 | 1 233 | 293 | 150 | 805 | 800 | 800 | 815 | 815 |
| Otros cultivos | Riego | 18 | 89 | 58 | 181 | 152 | 68 | 91 | 77 | 30 | 87 | 87 | 85 |
| Otros cultivos | Temporal | | | 231 | 261 | 249 | 231 | | 120 | 120 | 120 | 697 | 254 |
| Suma | Riego | 5 058 | 4 345 | 15 325 | 12 513 | 11 275 | 7 746 | 7 304 | 6 347 | 6 772 | 6 692 | 7 180 | 8 416 |
| Suma | Temporal | 0 | 0 | 1 331 | 1 642 | 1 024 | 1 464 | 293 | 270 | 925 | 920 | 1 497 | 1 069 |
| Total | | 5 058 | 4 345 | 16 656 | 14 155 | 12 299 | 9 210 | 7 597 | 6 707 | 7 697 | 7 612 | 8 677 | 9 485 |
| Total | Riego | 39 786 | 45 307 | 53 324 | 58 904 | 58 718 | 40 983 | 51 003 | 49 623 | 53 399 | 56 682 | 52 404 | 51 164 |
| Total | Temporal | 120 918 | 111 236 | 110 693 | 101 890 | 100 953 | 91 335 | 112 231 | 108 218 | 117 413 | 113 452 | 117 752 | 109 919 |
| TOTAL | | 160 664 | 156 543 | 164 017 | 160 794 | 159 671 | 132 318 | 163 234 | 157 841 | 170 812 | 170 134 | 170 156 | 161 082 |

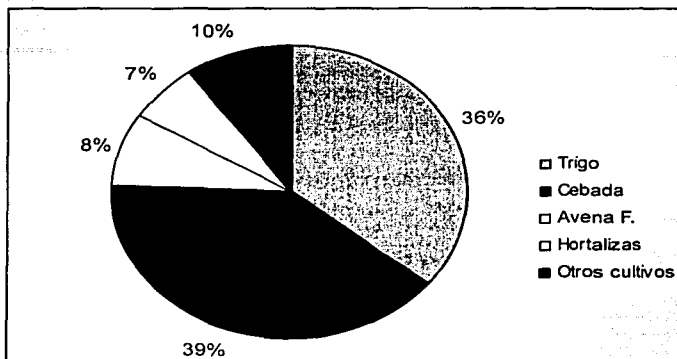
Fuente: Información proporcionada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural; y por la Secretaría de Desarrollo Agropecuario; Gobierno del estado de Querétaro.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

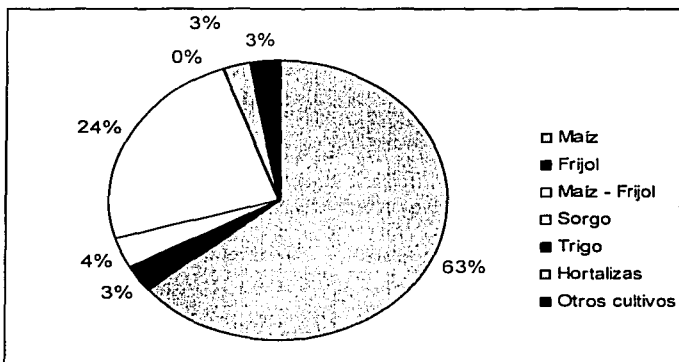
El número de hectáreas sembradas de riego no ha sido constante en este lapso; los cultivos más significativos en términos de superficie que en promedio se sembraron durante el período fueron: en el ciclo otoño–invierno el trigo y la cebada con 6.83 y 7.60% del total respectivamente; en el ciclo primavera–verano, el maíz y el sorgo con 41.31 y 15.45% respectivamente y de los cultivos perennes la alfalfa verde con el 12.57% del total, estos cinco cultivos en conjunto representaron el 83.75% de las hectáreas sembradas. El año en el que se sembró el menor número de hectáreas fue en 1988 y el mayor se dio en 1991. Esta estadística se puede observar en las gráficas siguientes. Adicionalmente se consideran 3,030 ha que utilizan aguas residuales.

Para la proyección de la demanda del uso agrícola, se utilizó la información del capítulo 3.5.2, referente a la superficie y volúmenes utilizados de 1988 a 1998, incluyendo el volumen correspondiente al uso pecuario. A partir de esta información, se ajustó la curva que mejor representara el comportamiento de la demanda durante este período, como se muestra en la gráfica siguiente.

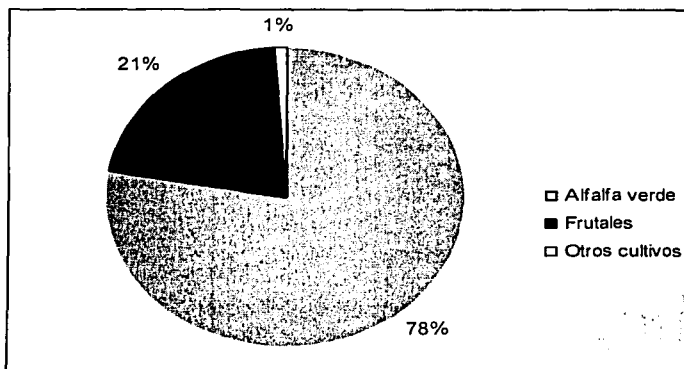
Participación promedio de cultivos en el ciclo otoño - invierno.



Participación promedio de cultivos en el ciclo primavera - verano.



Participación promedio de cultivos perennes.

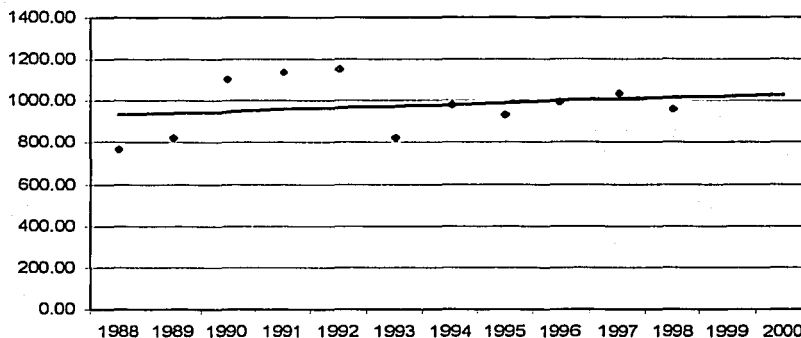


TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Volúmenes de extracción históricos.

| Año | Superficie (ha) | Extracción |
|------|-----------------|------------|
| 1988 | 42,776 | 766.20 |
| 1989 | 48,337 | 823.89 |
| 1990 | 56,354 | 1,106.66 |
| 1991 | 61,934 | 1,140.52 |
| 1992 | 61,748 | 1,153.81 |
| 1993 | 44,013 | 822.43 |
| 1994 | 54,033 | 981.43 |
| 1995 | 52,653 | 935.11 |
| 1996 | 56,429 | 995.63 |
| 1997 | 59,712 | 1,035.11 |
| 1998 | 55,434 | 960.07 |

Estimación del volumen de extracción para el uso agrícola.



En la gráfica, las marcas representan los volúmenes utilizados para el uso agrícola registrados en el período 1988-1998, en tanto que la línea continua representa a la curva que mejor se ajustó a su comportamiento.

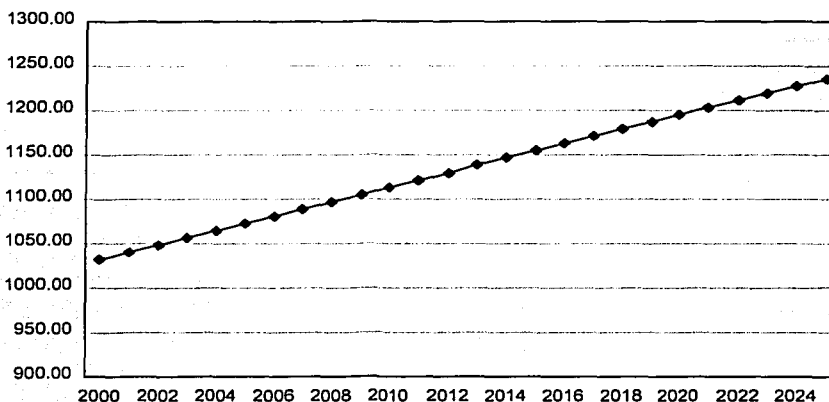
La proyección hacia el año 2025 de la demanda de agua para el uso agropecuario, se construyó prolongando la recta definida. Es importante recordar que se trata de una proyección tendencial basada en los registros históricos, lo que supone que las condiciones de la infraestructura, los sistemas de riego, el tipo de cultivo, etc., se mantienen constantes en términos generales..

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Proyección de la demanda para el uso agrícola.

| Año | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 |
|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Extracción Mm ³ /año | 1,031.78 | 1,072.60 | 1,113.42 | 1,154.24 | 1,195.06 | 1,235.88 |

Demanda total anual del uso agrícola.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.1.4. Proyección de la demanda de otros usos.

Además del uso público urbano y agrícola, por su importancia en el desarrollo económico del Estado, el uso industrial junto con el de generación de energía, se constituyen como el tercer uso consuntivo más importante. Para estimar el comportamiento futuro de la demanda de agua para estos usos, es necesario establecer algunas consideraciones básicas, las cuales fueron tomadas del estudio denominado "Escenarios a largo plazo del papel del agua en la economía a través de los usos en la industria, generación de energía eléctrica y otros usos" elaborado por la CNA.

El crecimiento de la demanda para el uso industrial está estrechamente ligado al crecimiento de la economía del país o del estado (crecimiento del PIB), así como de la participación del sector productivo en este crecimiento (participación del PIB industrial dentro del PIB).

De acuerdo con la fuente antes citada, se espera que en los próximos años, el PIB crezca entre el 2.8% y el 5.1%, así mismo, se estima que el PIB industrial mantenga una participación entre el 22.5% y el 40% del PIB.

Por su parte, la CFE tiene definido el crecimiento de sus plantas en los próximos años, con lo que es posible definir los incrementos en la demanda que puedan darse en la Central termoeléctrica de "El Sauz", ubicada en el municipio de Pedro Escobedo.

Entonces, para proyectar de la demanda para los usos industrial y generación de energía, se establecen las siguientes consideraciones basadas en lo anterior.

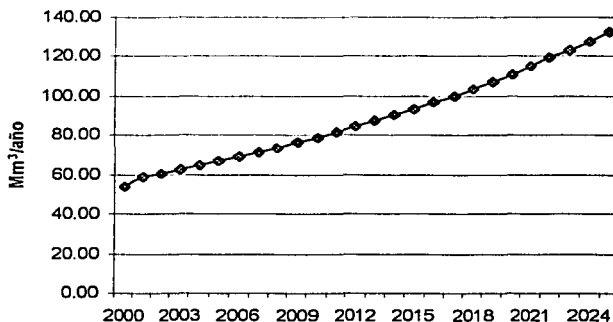
Se considerará un crecimiento del PIB estatal del 3.95%, lo que representa el promedio de los valores extremos estimados (2.8% y 5.1%).

El crecimiento del PIB industrial se mantiene constante en el período y es igual al promedio de los últimos 30 años registrados en el estado de Querétaro que fue de 35.6% del PIB estatal.

De acuerdo con información de la CFE, se prevé un crecimiento en la capacidad de la Central Termoeléctrica de El Sauz en el año 2001, además del que reflejó en 1998. Esto significa que de 2.1 Mm³/año que demandaba hasta 1997, pasó a 7.6 Mm³/año en 1998 y demandará 10.8 Mm³/año para el año 2001. (se prevé que el crecimiento sea con base en la utilización de aguas residuales tratadas para el proceso de enfriamiento).

Con estas consideraciones, se estima que la demanda actual de 53.88 Mm³/año (incluyendo a la Central Termoeléctrica) se duplique para el año 2019 y alcance un valor de más de 130 Mm³/año en el año 2025. En la figura 5.4. se presenta la proyección de la demanda para los usos industrial y generación de energía.

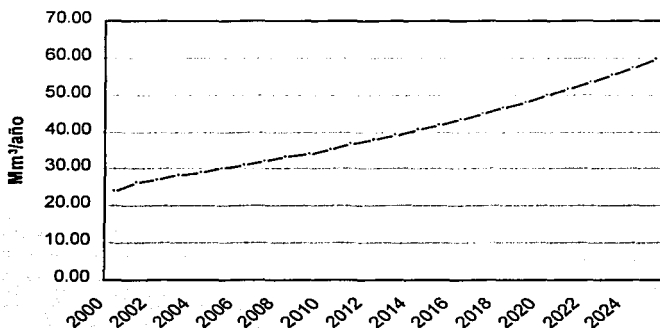
Proyección de la demanda de los usos industrial y generación de energía.



Por otra parte, la proyección de las descargas de aguas residuales de origen industrial se basarán en las descargas actuales, que son del orden de 24.15 Mm³/año según los registros de CNA, lo que representa un 44.81% de las demandas actuales. De manera similar, se estima que las descargas de aguas industriales sobrepasarán los 59 Mm³/año para el año 2025.

En la gráfica siguiente se muestra el comportamiento de la proyección de las descargas de aguas residuales de origen industrial.

Proyección de la Descarga de los usos industrial y generación de energía.



5.1.5. Proyección de las descargas de aguas residuales.

Como parte del estudio integral del diagnóstico y de la problemática existente en la entidad, es indispensable tomar en cuenta, además de la demanda de agua potable que requerirá la población en el futuro, los volúmenes de aguas residuales de tipo doméstico que se generarán a efecto de considerar en la planeación el desarrollo de los sistemas de alcantarillado sanitario, así como de sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Para proyectar el volumen de descarga que generará la población en el período del año 2000 al 2025 se tomarán como base los valores actuales proporcionados por la CNA de agua residual de origen municipal generada en el estado, que representan un 54.8% de la demanda actual, es decir 85.61Mm³/año.

En la siguiente tabla se desglosan los valores de la proyección de las descargas por rango de población, subregión y por períodos de cinco años en el rango del año 2000 al 2025.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Proyección de las descargas en el uso público urbano.

Subregión Alto Pánuco

| Rango de habitantes | Descargas Mm ³ | Descargas Mm ³ | Descargas Mm ³ | Descargas Mm ³ | Descargas Mm ³ | Descargas Mm ³ |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 |
| 1-2499 | 13.01 | 14.10 | 14.96 | 15.63 | 16.17 | 16.61 |
| 2500-49999 | 4.05 | 4.50 | 4.86 | 5.17 | 5.42 | 5.64 |
| 50000 y más | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 17.06 | 18.60 | 19.83 | 20.80 | 21.59 | 22.24 |

Subregión San Juan

| Rango de habitantes | Descargas Mm ³ | Descargas Mm ³ | Descargas Mm ³ | Descargas Mm ³ | Descargas Mm ³ | Descargas Mm ³ |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 |
| 1-2499 | 9.21 | 8.85 | 9.87 | 10.94 | 12.07 | 13.26 |
| 2500-49999 | 7.66 | 8.77 | 9.93 | 11.16 | 12.50 | 13.95 |
| 50000 y más | 8.67 | 10.00 | 11.46 | 13.03 | 14.72 | 16.52 |
| | 25.54 | 27.62 | 31.26 | 35.14 | 39.29 | 43.73 |

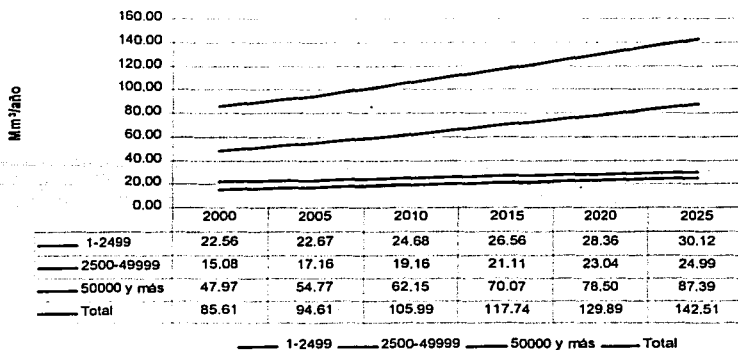
Subregión La Laja

| Rango de habitantes | Descargas Mm ³ | Descargas Mm ³ | Descargas Mm ³ | Descargas Mm ³ | Descargas Mm ³ | Descargas Mm ³ |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 |
| 1-2499 | 6.04 | 5.76 | 6.34 | 6.89 | 7.41 | 7.91 |
| 2500-49999 | 5.66 | 6.47 | 7.23 | 7.93 | 8.58 | 9.20 |
| 50000 y más | 31.55 | 36.39 | 41.63 | 47.26 | 53.23 | 59.53 |
| | 43.25 | 48.62 | 55.20 | 62.07 | 69.22 | 76.64 |

Estado de Querétaro

| Rango de habitantes | Descargas Mm ³ | Descargas Mm ³ | Descargas Mm ³ | Descargas Mm ³ | Descargas Mm ³ | Descargas Mm ³ |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 |
| 1-2499 | 22.56 | 22.67 | 24.68 | 26.56 | 28.36 | 30.12 |
| 2500-49999 | 15.08 | 17.16 | 19.16 | 21.11 | 23.04 | 24.99 |
| 50000 y más | 47.97 | 54.77 | 62.15 | 70.07 | 78.50 | 87.39 |
| | 85.61 | 94.61 | 105.99 | 117.74 | 129.89 | 142.51 |

Proyección de las descargas del uso público – urbano.



5.2. Análisis de Escenarios

5.2.1. Elaboración de escenarios.

Definidas las alternativas, es importante que antes de someterlas al proceso de evaluación, se considere la manera en que estas afectan el comportamiento de la oferta y la demanda futuras durante el período de planeación. El impacto que las alternativas tienen sobre la oferta y la demanda, definen los escenarios de planeación, los cuales serán un elemento indispensable para la selección de la alternativa más factible.

Se trata entonces de definir los cambios tanto en la oferta como en la demanda de agua, en función de los alcances establecidos para cada conjunto de acciones de cada una de las tres alternativas.

5.2.1.1. Escenarios para el uso agua potable y saneamiento.

Para el primer conjunto de acciones, se definió como variable la eficiencia física de los sistemas de agua potable de las zonas urbanas, tomando como referencia que esta eficiencia es de alrededor del 52.6% ponderada actualmente. Este conjunto afecta directamente a la demanda

El segundo conjunto de acciones incide sobre la oferta y depende del volumen que se considere que se va a transferir para ser utilizado por el uso público urbano.

Al igual que el segundo conjunto, el tercero modifica la oferta de agua en función del volumen anual que se incorpore a la oferta de las principales zonas urbanas mediante la construcción de obras para importar agua.

El cuarto conjunto de acciones relacionado a sistemas rurales de agua potable, incide definitivamente sobre la demanda, sin embargo tiene dos particularidades ligadas al incremento de la cobertura y mejoramiento de los servicios: a) conforme se incrementa la

cobertura, más población tiene acceso a una mayor dotación y b) por otro lado, el incremento de la eficiencia física de los sistemas reduce las dotaciones que se requieren para satisfacer la demanda. De esta manera, se calculó el cambio en la demanda ponderando el efecto de ambas variables.

Los conjuntos cinco y seis, que se refieren a alcantarillado y saneamiento, no tienen una incidencia directa sobre la oferta ni sobre la demanda para el uso agua potable, su efecto es indirecto ya que del tratamiento de aguas residuales depende en buena medida el intercambio de volúmenes con otros usos, principalmente con el agrícola.

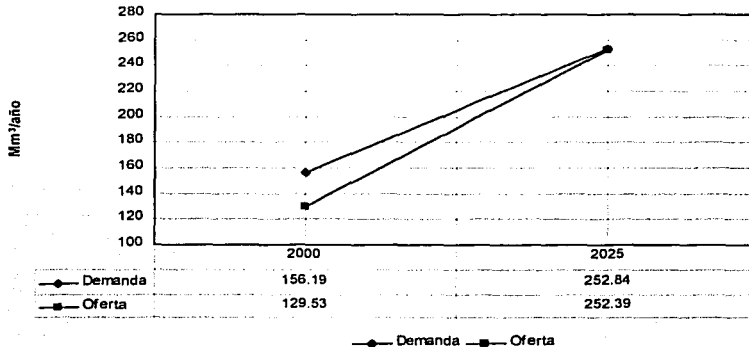
Los escenarios que resultan de la aplicación de los criterios definidos, no consideran por el momento el logro de metas intermedias. En las tablas y figuras siguientes, se presentan los tres escenarios definidos.

Escenario de acciones mínimas para agua potable.

| Nº | Conjuntos de acciones | Alcance al 2025 | | | Cambio en la demanda | Cambio en la oferta |
|--------------|---|-------------------------------------|----------------------|-------|----------------------|---------------------|
| | | Variable | Unid. | Valor | | |
| 1 | Elaboración y aplicación de programas para el mejoramiento de la eficiencia de los servicios de agua potable en zonas urbanas. | Alcanzar una eficiencia física del: | % | 62.5% | 80.34 | |
| 2 | Aplicación de esquemas para la transferencia de derechos entre usuarios para liberar volúmenes para uso público urbano. | Transferir un volumen de: | Mm ³ /año | 0 | | 0.00 |
| 3 | Ejecución de proyectos y obras para incrementar la oferta importando volúmenes hacia zonas urbanas. | Importar un volumen anual de: | l.p.s. | 3896 | | 122.86 |
| 4 | Construcción, ampliación y/o rehabilitación de las obras necesarias en sistemas de agua potable de las zonas rurales. | Incrementar la cobertura en : | % | 6.5% | 16.31 | |
| 5 | Construcción de la obra necesaria de alcantarillado y saneamiento básico en zonas rurales. | Incrementar la cobertura en : | % | 45.0% | | |
| 6 | Construcción de los proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales y rehabilitar aquellas que no operan eficientemente en zonas urbanas del estado de Querétaro. | Incrementar la cobertura en : | % | 65.0% | | |
| Total | | | | | 96.65 | 122.86 |

| | | |
|-----------------------|--------|--------|
| Demanda Actual | 156.19 | |
| Oferta Actual | | 129.53 |
| Demanda Futura | 252.84 | |
| Oferta Futura | | 252.39 |
| Balance 2025 | -0.44 | |

Escenario de acciones mínimas para agua potable.



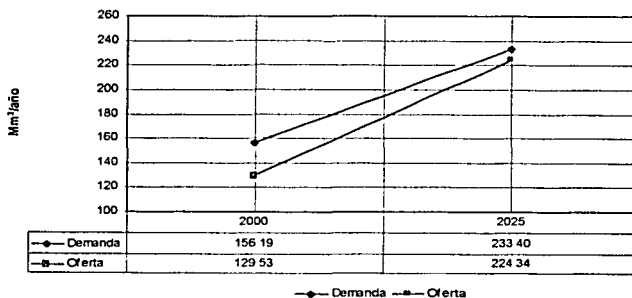
**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Escenario de acciones medias para agua potable.

| Nº | Conjuntos de acciones | Alcance al 2025 | | | Cambio en la demanda | Cambio en la oferta |
|--------------|---|-------------------------------------|----------------------|-------|----------------------|---------------------|
| | | Variable | Unid. | Valor | | |
| 1 | Elaboración y aplicación de programas para el mejoramiento de la eficiencia de los servicios de agua potable en zonas urbanas. | Alcanzar una eficiencia física del: | % | 69.5% | 61.33 | |
| 2 | Aplicación de esquemas para la transferencia de derechos entre usuarios para liberar volúmenes para uso público urbano. | Transferir un volumen de: | Mm ³ /año | 50 | | 50.00 |
| 3 | Ejecución de proyectos y obras para incrementar la oferta importando volúmenes hacia zonas urbanas. | Importar un volumen anual de: | l.p.s. | 1421 | | 44.81 |
| 4 | Construcción, ampliación y/o rehabilitación de las obras necesarias en sistemas de agua potable de las zonas rurales. | Incrementar la cobertura en : | % | 11.5% | 15.88 | |
| 5 | Construcción de la obra necesaria de alcantarillado y saneamiento básico en zonas rurales. | Incrementar la cobertura en : | % | 45.0% | | |
| 6 | Construcción de los proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales y rehabilitar aquellas que no operan eficientemente en zonas urbanas del estado de Querétaro. | Incrementar la cobertura en : | % | 65.0% | | |
| Total | | | | | 77.21 | 94.81 |

| | | |
|-----------------------|---------------|---------------|
| Demanda Actual | 156.19 | |
| Oferta Actual | | 129.53 |
| Demanda Futura | 233.4 | |
| Oferta Futura | | 224.34 |
| Balance 2025 | -9.06 | |

Escenario de acciones medias para agua potable.

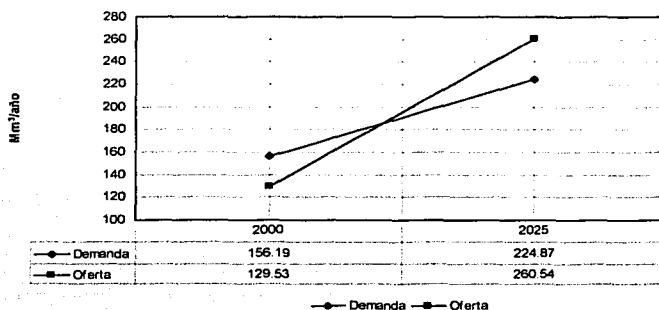


**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Escenario de desarrollo deseable para agua potable.

| Nº | Conjuntos de acciones | Alcance al 2025 | | | Cambio en la demanda | Cambio en la oferta |
|--------------|---|-------------------------------------|----------------------|-------|-----------------------|---------------------|
| | | Variable | Unid. | Valor | | |
| 1 | Elaboración y aplicación de programas para el mejoramiento de la eficiencia de los servicios de agua potable en zonas urbanas. | Alcanzar una eficiencia física del: | % | 73.0% | 53.19 | |
| 2 | Aplicación de esquemas para la transferencia de derechos entre usuarios para liberar volúmenes para uso público urbano. | Transferir un volumen de: | Mm ³ /año | 20 | | 20.00 |
| 3 | Ejecución de proyectos y obras para incrementar la oferta importando volúmenes hacia zonas urbanas. | Importar un volumen anual de: | l.p.s. | 3520 | | 111.01 |
| Nº | Conjuntos de acciones | Alcance al 2025 | | | Cambio en la demanda | Cambio en la oferta |
| | | Variable | Unid. | Valor | | |
| 4 | Construcción, ampliación y/o rehabilitación de las obras necesarias en sistemas de agua potable de las zonas rurales. | Incrementar la cobertura en : | % | 16.5% | 15.49 | |
| 5 | Construcción de la obra necesaria de alcantarillado y saneamiento básico en zonas rurales. | Incrementar la cobertura en : | % | 50.0% | | |
| 6 | Construcción de los proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales y rehabilitar aquellas que no operan eficientemente en zonas urbanas del estado de Querétaro. | Incrementar la cobertura en : | % | 65.0% | | |
| Total | | | | | 68.68 | 131.01 |
| | | | | | Demanda Actual | |
| | | | | | 156.19 | |
| | | | | | Oferta Actual | 129.53 |
| | | | | | Demanda Futura | 224.87 |
| | | | | | Oferta Futura | 260.54 |
| | | | | | Balance 2025 | 35.67 |

Escenario de desarrollo deseable para agua potable.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Para el caso del escenario ligado a la alternativa tres, se estima un superávit del 15.9% es decir se abatiría el déficit para agua potable, mientras que para la segunda opción, se espera un déficit del 3.9% y del 0.2% para la primera alternativa.

Otro elemento fundamental para orientar el sentido de la decisión, es el costo relacionado a las alternativas. Para estimar éstos costos, fue necesario calcular el costo de las acciones considerando los alcances de acuerdo a cada alternativa y se utilizaron precios índices emitidos por la CNA, importes de contratos similares ya ejecutados o en proceso o bien costos estimados en anteproyectos o propuestas de prefactibilidad. En este sentido se tienen los siguientes costos:

Costo de las alternativas para agua potable.

| Alternativa | Costo en miles de \$ |
|--------------------|-----------------------------|
| Alternativa 1 | 2,211,797.52 |
| Alternativa 2 | 3,808,224.23 |
| Alternativa 3 | 3,792,535.61 |

5.2.1.2. Escenarios para el uso agrícola.

Para el primer conjunto de acciones, se definió como variable la eficiencia física de los sistemas de riego dentro del Distrito de Riego 023 San Juan del Río, la cual se estima es del orden del 45% actualmente.

El segundo conjunto de acciones es similar al primer conjunto definido, sólo que éste aplicado a las Unidades de Riego en el Estado. En este caso también se consideró como eficiencia actual el 45%. Estos dos primeros conjuntos de acciones inciden sobre la demanda.

Por otra parte la tercera acción sustantiva se refiere al volumen que en conjunto el uso agrícola dejaría de extraer de fuentes subterráneas, como producto de acciones de eficiencia y/o de intercambio por aguas residuales tratadas con otros usos. Dependiendo de la alternativa que se selecciones, con la aplicación de este conjunto de acciones se podría contar con un volumen disponible para reducir la sobreexplotación en algunos de los acuíferos y marcar la pauta para el crecimiento del sector industrial en ciertas regiones del Estado.

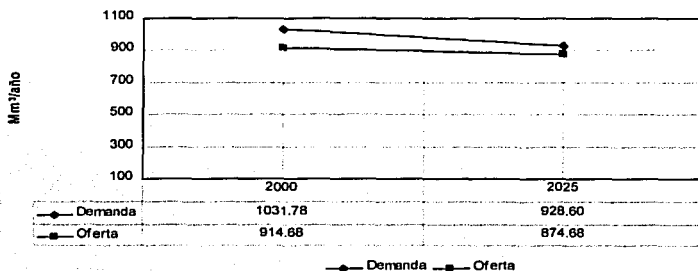
Los tres escenarios que resultan de la aplicación de los criterios mencionados, se presentan en las tablas y figuras siguientes.

Escenario de acciones mínimas para el uso agrícola.

| N° | Conjuntos de acciones | Alcance al 2025 | | | Cambio en la demanda | Cambio en la oferta |
|--------------|---|-------------------------------------|---------|-------|----------------------|---------------------|
| | | Variable | Unid. | Valor | | |
| 1 | Elaboración y aplicación de programas para la modernización de los sistemas de riego en el Distrito de Riego 023. | Alcanzar una eficiencia física del: | % | 50.0% | -64.76 | |
| 2 | Elaboración y aplicación de programas para la modernización de los sistemas de riego en Unidades de Riego. | Alcanzar una eficiencia física del: | % | 50.0% | -38.41 | |
| 3 | Aplicación de esquemas para la transferencia de derechos entre usuarios. | Transferir un volumen de: | Mm3/año | 40 | | -40.00 |
| Total | | | | | -103.2 | -40.00 |

| | | |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| Demanda Actual | 1,031.78 | |
| Oferta Actual | | 914.68 |
| Demanda Futura | 928.60 | |
| Oferta Futura | | 874.68 |
| Balance 2025 | -53.92 | |

Escenario de acciones mínimas para el uso agrícola.

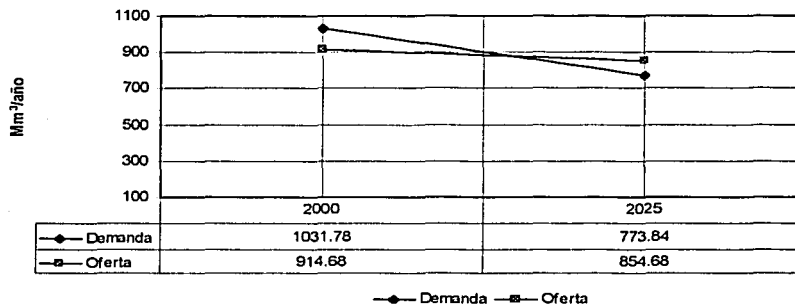


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Escenario de acciones medias para el uso agrícola.

| N° | Conjuntos de acciones | Alcance al 2025 | | | Cambio en la demanda | Cambio en la oferta |
|--------------|---|-------------------------------------|---------|-------|-----------------------|---------------------|
| | | Variable | Unid. | Valor | | |
| 1 | Elaboración y aplicación de programas para la modernización de los sistemas de riego en el Distrito de Riego Q23. | Alcanzar una eficiencia física del: | % | 60.0% | -161.91 | |
| 2 | Elaboración y aplicación de programas para la modernización de los sistemas de riego en Unidades de Riego. | Alcanzar una eficiencia física del: | % | 60.0% | -96.03 | |
| 3 | Aplicación de esquemas para la transferencia de derechos entre usuarios. | Transferir un volumen de: | Mm3/año | 60 | | -60.00 |
| Total | | | | | -257.9 | -60.00 |
| | | | | | Demanda Actual | 1031.78 |
| | | | | | Oferta Actual | 914.68 |
| | | | | | Demanda Futura | 773.84 |
| | | | | | Oferta Futura | 854.68 |
| | | | | | Balance 2025 | 80.84 |

Escenario de acciones medias para el uso agrícola.

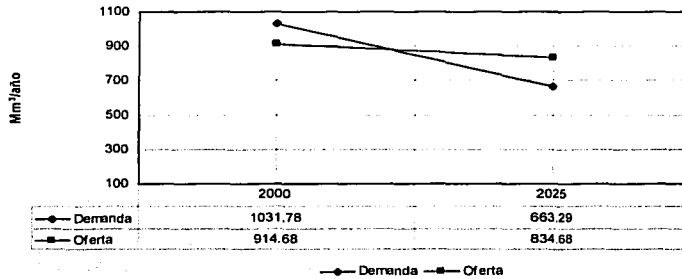


**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Escenario de desarrollo deseable para el uso agrícola.

| N° | Conjuntos de acciones | Alcance al 2025 | | | Cambio en la demanda | Cambio en la oferta |
|--------------|---|-------------------------------------|---------|-------|-----------------------|---------------------|
| | | Variable | Unid. | Valor | | |
| 1 | Elaboración y aplicación de programas para la modernización de los sistemas de riego en el Distrito de Riego 023. | Alcanzar una eficiencia física del: | % | 70.0% | -231.30 | |
| 2 | Elaboración y aplicación de programas para la modernización de los sistemas de riego en Unidades de Riego. | Alcanzar una eficiencia física del: | % | 70.0% | -137.19 | |
| 3 | Aplicación de esquemas para la transferencia de derechos entre usuarios. | Transferir un volumen de: | Mm3/año | 80 | | -80.00 |
| Total | | | | | -368.5 | -80.00 |
| | | | | | Demanda Actual | |
| | | | | | 1031.78 | |
| | | | | | Oferta Actual | 914.68 |
| | | | | | Demanda Futura | 663.29 |
| | | | | | Oferta Futura | 834.68 |
| | | | | | Balance 2025 | 171.39 |

Escenario de desarrollo deseable para el uso agrícola.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Para el caso de los escenarios ligados a las alternativas dos y tres, se estima que pudiera darse el caso de tener un superávit en el balance oferta/demanda del 10.5% y 25.8% respectivamente; volumen que se tendría que dejar en los acuíferos para disminuir la sobreexplotación existente. La alternativa 1 o de acciones mínimas por su parte presenta un déficit del 5.82%.

Con relación a los costos de cada una de las alternativas, haciendo uso de precios índice se obtuvieron los siguientes costos:

Costo de las alternativas para el uso agrícola.

| Alternativa | Costo en miles de \$ |
|---------------|----------------------|
| Alternativa 1 | 341,035.57 |
| Alternativa 2 | 707,260.84 |
| Alternativa 3 | 1,147,701.25 |

5.2.1.3. Escenarios para el uso industrial.

Dentro del primer conjunto de acciones, se establece para este uso que las fuentes futuras de abastecimiento pudieran provenir de fuentes actualmente explotadas por otros usos (principalmente el agrícola) o bien por agua de reuso generada por el mismo sector. Por lo mismo, esta acción determina simultáneamente el incremento en la oferta y en la demanda, es decir, el crecimiento de la industria en el Estado dentro del período de planeación, estará en función de la disponibilidad futura de agua.

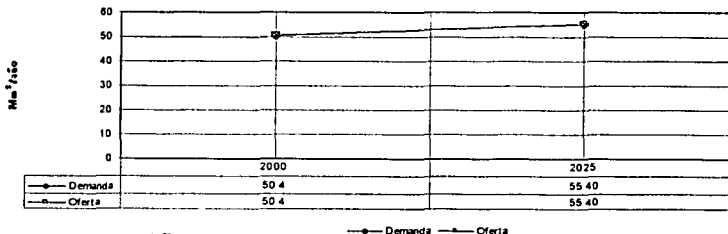
El conjunto dos, que se refieren al tratamiento de las aguas residuales de origen industrial, no tiene una incidencia directa sobre la oferta ni sobre la demanda para el uso industrial, sin embargo si tiene un efecto es indirecto ya que del tratamiento de aguas residuales depende en buena medida el intercambio de volúmenes de agua.

Los tres escenarios que resultan de la aplicación de los criterios mencionados manejan un balance en equilibrio entre oferta y demanda, partiendo del hecho de que la industria crecerá sólo en la medida en que exista disponibilidad de agua y por lo tanto, en la evaluación se deberá tomar en cuenta la alternativa seleccionada para el uso agrícola. En las tablas y gráficas siguientes se presentan los resultados.

Escenario de acciones mínimas para el uso industrial.

| Nº | Conjuntos de acciones | Alcance al 2025 | | | Cambio en la demanda | Cambio en la oferta |
|--------------|--|------------------------------|----------------------|-------|-----------------------|---------------------|
| | | Variable | Unid. | Valor | | |
| 1 | Ejecución de proyectos y obras para el intercambio de volúmenes de aguas residuales tratadas por volúmenes aprovechados por otros usos, para procesos productivos y/o riego de áreas verdes. | Reusar un volumen de: | Mm ³ /año | 5 | 5.00 | 5.00 |
| 2 | Construcción de los proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales de origen industrial y rehabilitar aquellas que no operan eficientemente. | Incrementar la cobertura al: | % | 100% | | |
| Total | | | | | 5.0 | 5.00 |
| | | | | | Demanda Actual | 50.4 |
| | | | | | Oferta Actual | 50.4 |
| | | | | | Demanda Futura | 55.40 |
| | | | | | Oferta Futura | 55.40 |
| | | | | | Balance 2025 | 0.00 |

Escenario de acciones mínimas para el uso industrial.

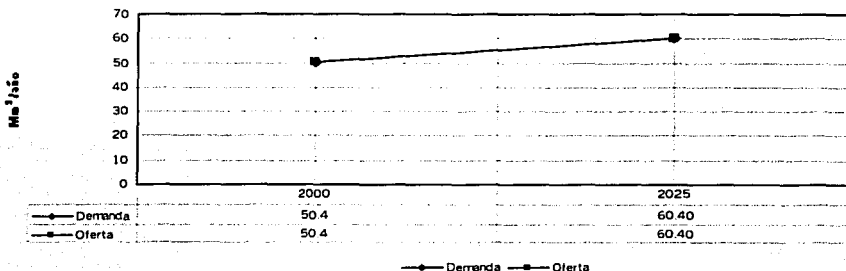


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Escenario de acciones medias para el uso industrial.

| Nº | Conjuntos de acciones | Alcance al 2025 | | | Cambio en la demanda | Cambio en la oferta |
|--------------|--|------------------------------|----------------------|-------|-----------------------|---------------------|
| | | Variable | Unid. | Valor | | |
| 1 | Ejecución de proyectos y obras para el intercambio de volúmenes de aguas residuales tratadas por volúmenes aprovechados por otros usos, para procesos productivos y/o riego de áreas verdes. | Reusar un volumen de: | Mm ³ /año | 10 | 10.00 | 10.00 |
| 2 | Construcción de los proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales de origen industrial y rehabilitar aquellas que no operan eficientemente. | Incrementar la cobertura al: | % | 100% | | |
| Total | | | | | 10,0 | 10,00 |
| | | | | | Demanda Actual | |
| | | | | | Oferta Actual | 50,4 |
| | | | | | Demanda Futura | 60,40 |
| | | | | | Oferta Futura | 60,40 |
| | | | | | Balance 2025 | 0,00 |

Escenario de acciones medias para el uso industrial.

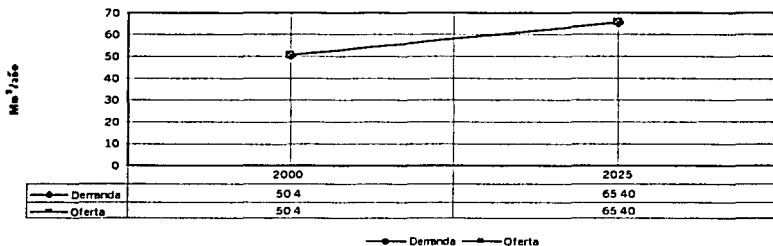


**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Escenario de desarrollo deseable para el uso industrial.

| Nº | Conjuntos de acciones | Alcance al 2025 | | | Cambio en la demanda | Cambio en la oferta |
|--------------|--|------------------------------|----------------------|-------|-----------------------|---------------------|
| | | Variable | Unid. | Valor | | |
| 1 | Ejecución de proyectos y obras para el intercambio de volúmenes de aguas residuales tratadas por volúmenes aprovechados por otros usos, para procesos productivos y/o riego de áreas verdes. | Reusar un volumen de: | Mm ³ /año | 15 | 15.00 | 15.00 |
| 2 | Construcción de los proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales de origen industrial y rehabilitar aquellas que no operan eficientemente. | Incrementar la cobertura al: | % | 100% | | |
| Total | | | | | 15.0 | 15.00 |
| | | | | | Demanda Actual | 50.4 |
| | | | | | Oferta Actual | 50.4 |
| | | | | | Demanda Futura | 65.40 |
| | | | | | Oferta Futura | 65.40 |
| | | | | | Balance 2025 | 0.00 |

Escenario de desarrollo deseable para el uso industrial.



En los tres casos, la oferta y la demanda están representadas por la misma línea, debido a que el crecimiento del sector se estima que tendrá que darse en función de la disponibilidad de agua, más que por el desarrollo económico.

Con relación a los costos de cada una de las alternativas, haciendo uso de precios índice se obtuvieron los siguientes costos:

Costo de las alternativas para el uso industrial.

| Alternativa | Costo en miles de \$ |
|---------------|----------------------|
| Alternativa 1 | 259,970.87 |
| Alternativa 2 | 508,267.49 |
| Alternativa 3 | 751,904.65 |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.2.2. Evaluación y selección de alternativas.

Definidas las alternativas para cada uso, así como el impacto que estas tienen sobre la oferta y demanda futuras, en esta sección se someterán al procedimiento de evaluación descrito más adelante, con el objeto de definir el conjunto de alternativas más factible en términos su impacto, oportunidad y pertinencia en la aplicación.

5.2.2.1. Evaluación de las alternativas para el uso agua potable y saneamiento.

Se identificaron y ordenaron por su significatividad y relevancia en la resolución de los problemas, 6 acciones sustantivas de incidencia directa, que permitieron integrar igual número de conjuntos de acciones en las que se agruparon y articularon 174 acciones asociadas y complementarias, diseñadas para atender en forma integral la problemática.

La evaluación de factibilidad realizada en las etapas planteadas en la metodología, en donde se consideraron aspectos de impacto, oportunidad y pertinencia, así como la relación entre los beneficio y los costos asociados a cada alternativa, permitió contar con los elementos para la selección.

En este sentido, y de acuerdo con la evaluación realizada, la alternativa 3 (de desarrollo deseable) fue la seleccionada, considerando los siguientes aspectos.

Se estima que con la aplicación de las acciones correspondientes, el déficit de agua puede ser abatido.

Equilibra las acciones de eficiencia, transferencia de volúmenes e importación de agua; esto le otorgó calificaciones de impacto y posibilidad en promedio superiores a las demás alternativas.

De la misma manera, disminuye importantes riesgos de carácter social y político que pudieran surgir por el tipo de acciones que dominan las otras alternativas.

Plantea alcanzar para las zonas rurales, niveles de cobertura que mitigarían de manera importante los índices de marginación y pobreza.

Aún cuando los alcances en las tres alternativas planteadas en relación con el saneamiento fueron idénticos, es importante resaltar que la alternativa seleccionada contempla el saneamiento de las descargas en tiempo y calidad tal y como lo prevé la normatividad vigente.

Sin embargo, una ponderación de los diferentes conjuntos de acción permite señalar que la alternativa 3 tiene algunos nudos problemáticos que es necesario valorar:

Su costo es superior 70 % con respecto a la alternativa uno (de acciones mínimas) lo que implicará, de acuerdo al análisis financiero, contratar créditos por montos importantes.

El hecho de plantear una mayor cantidad de obras, advierte ciertas resistencias de carácter social, que aún cuando no pongan en riesgo el cumplimiento de las acciones, es necesario tomar las medidas necesarias para su implementación..

5.2.2.2. Evaluación de las alternativas para el uso agrícola.

Se plantearon para la resolución de los problemas, tres acciones sustantivas de incidencia directa, como cabeza de un igual número de conjuntos de acciones en las que se agruparon y articularon 35 acciones asociadas y complementarias.

Como resultado de la evaluación realizada, se recomienda la implementación de la alternativa identificada como N° 2 (escenario de acciones medias), bajo las siguientes observaciones:

Se estima que con la aplicación de las acciones correspondientes, puede existir un superávit, el cual serviría para estabilizar el acuífero reduciendo la sobreexplotación o bien para impulsar el crecimiento de otro sector como el industrial.

La calificación de posibilidad es superior incluso a la otorgada a la alternativa para el desarrollo deseable, lo que le permite equilibrar la calificación de oportunidad (impacto más posibilidad).

Por la naturaleza de algunas de las acciones propuestas, en particular la relativa al intercambio de volúmenes destinadas actualmente al uso agrícola por aguas residuales tratadas, se espera que a mayor volumen considerado, mayor es el riesgo de encontrar oposición por ciertos grupos sociales. Por otro lado se reconoce la necesidad de redistribuir cierto volumen, a fin de garantizar el abasto a los principales centros de población, estabilizar los acuíferos sobreexplotados y permitir el desarrollo del sector industrial.

Es importante resaltar que en la relación costo-eficacia, la alternativa 2 representa prácticamente los mismos beneficios sociales en términos del mejoramiento de la calidad de vida y de las condiciones de producción de los usuarios agrícolas, que la propuesta en la alternativa 3, y el costo es un 38% inferior a la de esta última.

Sin embargo, debido a que el método de evaluación no define por sí solo la mejor alternativa, vale la pena hacer las siguientes recomendaciones:

La problemática que enfrenta el estado de Querétaro con relación a la disponibilidad de agua, obliga a todos los actores sociales que participan en la administración o aprovechamiento del recurso a implementar todas aquellas acciones encaminadas a hacer un uso más racional del recurso.

Por lo anterior, se recomienda que dentro del seguimiento del programa en el corto y mediano plazo, se evalúen las metas intermedias logradas y se reprogramen los alcances, tratando de superar en lo posible, las metas que se fijaron para esta alternativa.

5.2.2.3. Evaluación de las alternativas para el uso industrial.

Se plantearon para la resolución de los problemas, dos acciones sustantivas de incidencia directa, como cabeza de un igual número de conjuntos de acciones en las que se agruparon y articularon 15 acciones asociadas y complementarias.

Como resultado de la evaluación realizada, se recomienda la implementación de la alternativa identificada como N° 2 (escenario de acciones medias), bajo las siguientes observaciones:

En una lectura de los resultados obtenidos en la evaluación, se puede observar que en términos de impacto, las tres alternativas tienen el mismo impacto.

Por otra parte, la posibilidad técnica, legal y administrativa para la ejecución de las acciones es superior a la de la alternativa de desarrollo deseable.

En lo que corresponde a la pertinencia sociopolítica, esta también resultó superior a la alternativa 3, lo que en conjunto le otorgó una mayor calificación.

Es importante resaltar que en la relación costo-eficacia, la alternativa 2 representa prácticamente los mismos beneficios sociales en términos del mejoramiento de la calidad de vida y de las condiciones de producción del sector industrial que la propuesta en la alternativa 3, y el costo es un 32% inferior a la de esta última.

Sin embargo, debido a que el método de evaluación no define por sí sólo la mejor alternativa, vale la pena hacer las siguientes recomendaciones:

El desarrollo económico del estado de Querétaro, depende en buena medida de la actividad industrial que ha caracterizado en las últimas décadas a la entidad, sin embargo no se puede pensar en desarrollo sostenido si no se tiene en consideración las condiciones de sus recursos hidráulicos. Por lo anterior, deberán impulsarse esquemas que faciliten el intercambio de volúmenes y así generar un mayor desarrollo económico en la región.

5.3. Análisis de Estrategias.

5.3.1. Integración programática de las principales acciones.

Concluida la evaluación de las alternativas, corresponde ahora programar en el tiempo las acciones, así como agruparlas en los diferentes programas específicos que la CNA tiene estructurados.

Para cada uso se presenta un programa calendarizado para la realización de las acciones en el horizonte de planeación señalado, así como el correspondiente programa anual de inversiones.

5.3.1.1. Programa para agua potable y saneamiento.

El cumplimiento de los objetivos y metas se alcanzará con la realización de las acciones previstas, más las que resulten y se deriven de su aplicación a lo largo del horizonte de planeación y programación considerado.

Las actividades se realizarán considerando 3 periodos: de corto plazo (2000-2006), de mediano plazo (2007-2015) y largo plazo (2016-2025), de acuerdo a la siguiente distribución.

Acciones para agua potable por período.

| Período | Nº de acciones |
|---------------|----------------|
| Corto Plazo | 154 |
| Mediano Plazo | 8 |
| Largo Plazo | 12 |
| Total | 174 |

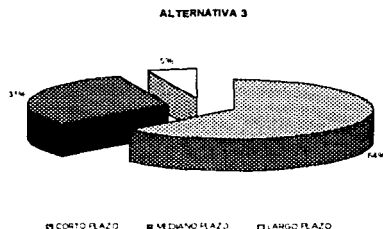
Como se puede apreciar, el mayor número de actividades (88.5%) se ubica en el período de corto plazo. Esto se explica por que las actividades programadas corresponden a requerimientos de infraestructura, ampliación de cobertura estratégica y acciones de planificación prospectiva, como son estudios y proyectos ejecutivos. Incluye también, actividades de organización y fortalecimiento, concertación y gestión, así como de adecuación de la normatividad y legislación vigentes, cuyos costos son insignificantes en el contexto de la inversión total programada.

Acciones para agua potable por período.

Las actividades correspondientes al mediano y largo plazo (4.5% y 7% respectivamente), se refieren fundamentalmente a acciones de consolidación, mantenimiento y conservación, así como de ampliación sostenida de coberturas y sistemas de información, por lo que mantienen una constante en los horizontes de planeación correspondientes.

La definición de costos de inversión requeridos para atender las actividades programadas por

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



período de ejecución y por acción sustantiva, se describe en los cuadros siguientes.

Costo de los conjuntos de acciones para agua potable.

| Conjunto de acciones | Total |
|---|------------------|
| Elaboración y aplicación de programas para el mejoramiento de la eficiencia de los servicios de agua potable en zonas urbanas. | 527,394 |
| Aplicación de esquemas para la transferencia de derechos entre usuarios para liberar volúmenes para uso público urbano. | 957,765 |
| Ejecución de proyectos y obras para incrementar la oferta importando volúmenes hacia zonas urbanas. | 1,475,571 |
| Construcción, ampliación y/o rehabilitación de las obras necesarias en sistemas de agua potable de las zonas rurales. | 397,568 |
| Construcción de la obra necesaria de alcantarillado y saneamiento básico en zonas rurales. | 117,387 |
| Construcción de los proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales y rehabilitar aquellas que no operan eficientemente en zonas urbanas del estado de Querétaro. | 361,851 |
| Totales | 3,792,536 |

Como se puede observar en el cuadro anterior, la mayor inversión corresponde a las acciones para incrementar la oferta, tanto por la vía de la transferencia de derechos, como por la de importación de volúmenes.

5.3.1.2. Programa para el uso agrícola.

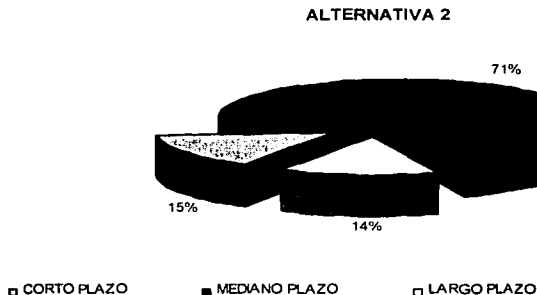
Al igual que en el uso público urbano, las actividades se realizarán considerando los 3 periodos de planeación: corto plazo, mediano plazo y largo plazo. Después del análisis, se distribuyeron de la siguiente manera:

Acciones para el uso agrícola por periodo.

| Periodo | Nº de acciones |
|---------------|----------------|
| Corto Plazo | 22 |
| Mediano Plazo | 7 |
| Largo Plazo | 6 |
| Total | 35 |

Como se puede apreciar, el mayor numero de actividades (63%) se programaron en el corto plazo. Dentro de las actividades incluidas en este periodo, sobresalen las relacionadas con la tecnificación de los sistemas de riego. Las actividades correspondientes al mediano y largo plazo (20% y 17% respectivamente), se refieren fundamentalmente a acciones de mantenimiento y conservación, así como las correspondientes a lograr el intercambio de volúmenes mediante la venta o renta de derechos.

Acciones para el uso agrícola por periodo.



TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

La definición de los costos de inversión requeridos para atender las actividades programadas por periodo de ejecución y por conjunto de acciones, se describe en el cuadro siguiente.

Costo de los conjuntos de acciones para el uso agrícola.

| Conjunto de acciones | Total |
|---|----------------|
| Elaboración y aplicación de programas para la modernización de los sistemas de riego en el Distrito de Riego 023. | 147,387 |
| Elaboración y aplicación de programas para la modernización de los sistemas de riego en Unidades de Riego. | 553,933 |
| Aplicación de esquemas para la transferencia de derechos entre usuarios. | 5,940 |
| Totales | 707,261 |

Como se puede observar en el cuadro anterior, el 20% de la inversión está destinado al Distrito de Riego, el cual cuenta con el 13% de la superficie con infraestructura para riego y el restante 80%, está destinado para acciones de eficiencia en las Unidades de Riego, las cuales en conjunto abarcan el 87% de la superficie agrícola.

5.3.1.3. Programa para el uso industrial.

Las actividades para el sector industrial se realizarán considerando 3 periodos: de corto plazo (2000-2006), de mediano plazo (2007-2015) y largo plazo (2016-2025), de acuerdo a la siguiente distribución.

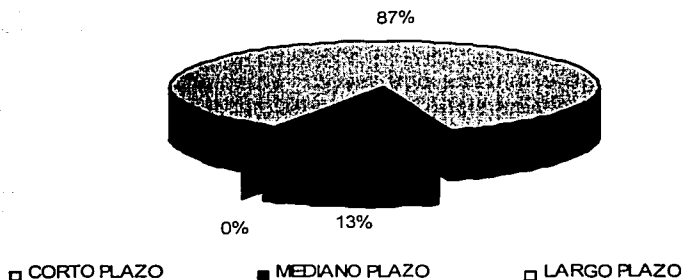
Acciones para el uso industrial por periodo.

| Periodo | Nº de acciones |
|---------------|----------------|
| Corto Plazo | 13 |
| Mediano Plazo | 2 |
| Largo Plazo | 0 |
| Total | 15 |

Como se puede apreciar, el mayor numero de actividades (87%) se ubica en el periodo de corto plazo, las actividades correspondientes al mediano representan el 13% y no se plantean acciones para el largo plazo. El peso de las acciones se concentra en lo relativo a las inversiones para la compra o adquisición de derechos, programadas en el mediano plazo y las cuales representan aproximadamente el 94% del total considerado.

Acciones para el uso industrial por periodo.

ALTERNATIVA 2



La definición de costos de inversión requeridos para atender las actividades programadas por período de ejecución y por acción sustantiva, se describe en el cuadro siguiente.

Costo de los conjuntos de acciones para el uso industrial.

| Conjunto de acciones | Total |
|--|----------------|
| Ejecución de proyectos y obras para el intercambio de volúmenes de aguas residuales tratadas por volúmenes aprovechados por otros usos, para procesos productivos y/o riego de áreas verdes. | 492,093 |
| Construcción de los proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales de origen industrial y rehabilitar aquellas que no operan eficientemente. | 16,175 |
| Totales | 508,267 |

Como se puede observar en el cuadro anterior, la mayor inversión corresponde a las acciones correspondientes a la compra/renta de derechos e intercambio de volúmenes.

5.3.2. Impacto de las acciones sobre los escenarios.

El total de las acciones diseñadas para la resolución de los problemas del Estado, impactan sobre las condiciones de la oferta y la demanda del recurso, y se refieren a acciones estructurales y a acciones no estructurales, entendiendo por las primeras "los conceptos principales de inversión en obra nueva, operación, mantenimiento, modernización y ampliación que incrementan en forma predecible la cantidad de agua disponible". Las acciones no estructurales por su parte, son aquellas que "dependen de la participación de las instituciones y de la sociedad para el cuidado del recurso hidráulico".

La incidencia de las acciones estructurales sobre la oferta y la demanda, definen el comportamiento en el tiempo de las curvas que las representan. En el apartado siguiente, se presenta la jerarquización de las principales acciones y su interacción con las proyecciones de la oferta y la demanda.

Jerarquización de acciones y escenarios de planeación.

5.3.2.1. *Uso agua potable.*

La curva de demanda está determinada por dos variables: el crecimiento de la población y el cambio en la eficiencia física de los sistemas. La eficiencia en el período de planeación, de acuerdo a los alcances definidos en la alternativa seleccionada. Se plantea que alcance el 73% global durante los primeros seis años y después se mantenga, situación que obedece a las acciones relacionadas con el mejoramiento de la eficiencia. Es conveniente que se programen durante los primeros años, para que su efecto ayude a reducir el déficit sin la necesidad de invertir grandes cantidades en obras para la importación de agua.

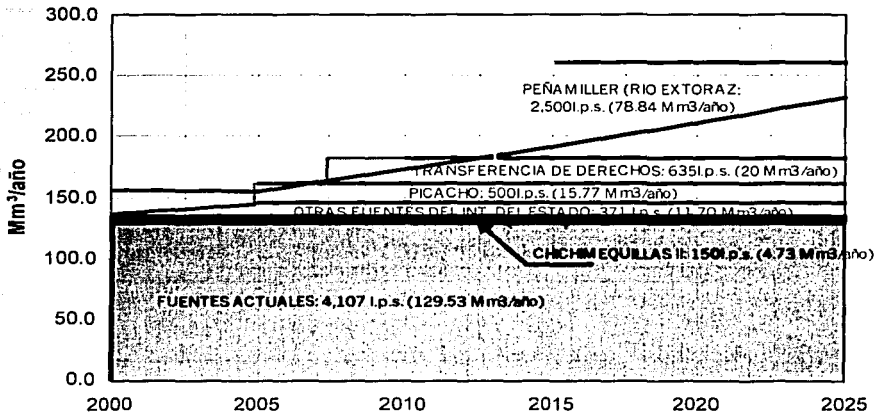
Por otra parte, la oferta se modifica conforme se incorporan nuevas fuentes a las existentes actualmente. De acuerdo con los proyectos y anteproyectos existentes en cartera, se tiene la siguiente programación.

Programación de fuentes futuras.

| Fuente | Para abastecer: | Año | Gasto | |
|---|--------------------------|-----------------|--------|----------------------|
| | | | I.p.s. | Mm ³ /año |
| Sistema Chichimequillas II | Querétaro | 2000 | 150 | 4.73 |
| Otras fuentes en el Interior del Estado | S.A.B. Amealco | Amealco | 371 | 11.70 |
| | S.A.B. Ayutla | Amealco | | |
| | S.A.B. Poza Verde | Pinal de Amoles | | |
| | S.A.B. La Gloria | Pinal de Amoles | | |
| | S.A.B. Chuveje | Jalpan | | |
| | S.A.B. Arroyo Seco | Arroyo Seco | | |
| | S.A.B. Sta. Ma. Tancoyol | Jalpan | | |
| | S.A.B. Arroyo Tolimán | Tolimán | | |
| | S.A.B. Peñamiller | Peñamiller | | |
| S.A.B. Río Blanco | Peñamiller | | | |
| Sistema Picacho | Querétaro | 2005 | 500 | 15.77 |
| Transferencia de volúmenes | Querétaro | 2007 | 635 | 20.00 |
| Sistema Peñamiller (Río Extóraz) | Querétaro | 2013 | 2500 | 78.84 |

S.A.B. = Sistema de Agua en Bloque.

Oferta – Demanda para el uso agua potable.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la Figura relativa a las curvas de oferta y demanda, proyectadas al año 2025, se observa que mientras en el corto plazo las acciones enfocadas a reducir las pérdidas "acuestan" a la curva de demanda reduciendo el déficit, a partir del año 2006 es indispensable la incorporación de nuevas fuentes de abastecimiento para satisfacer la demanda generada por el crecimiento poblacional.

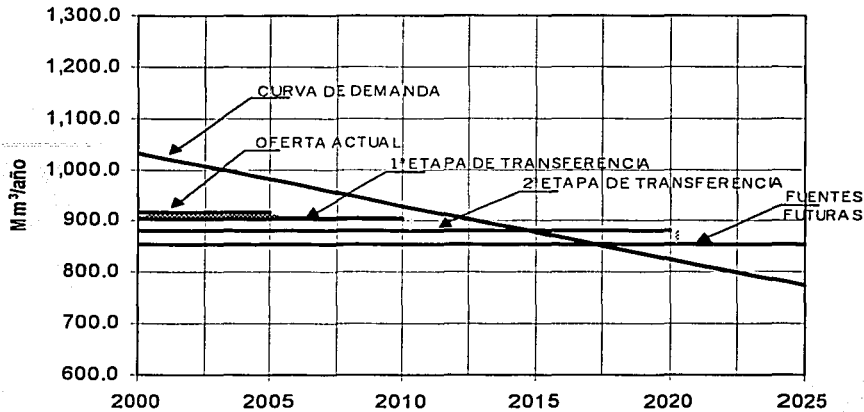
5.3.2.2. Uso agrícola.

Como se ha mencionado anteriormente, el desarrollo de otros sectores usuarios en la entidad dependen en cierta medida del comportamiento de la demanda del uso agrícola; en particular el uso industrial.

Dadas las condiciones de sobreexplotación que presentan los principales acuíferos del estado y la poca o nula disponibilidad de aguas superficiales, es imposible pensar en incrementar la frontera agrícola; por el contrario, se estima que esta pueda verse disminuida en los próximos años. Las principales acciones están enfocadas a mejorar la eficiencia en la aplicación de los riegos, tanto en el Distrito de Riego 023 como en la Unidades de Riego, lo cual reducirá gradualmente la demanda.

Por otro lado, la curva de la oferta presenta una condición muy particular, ya que debido a la reducción de la demanda, se planea que se liberen gradualmente volúmenes que puedan ser incorporados como fuentes nuevas a los otros usos. La programación de estas liberaciones esta ligada a los escenarios de planeación de los usos agua potable e industrial.

Oferta – Demanda para el uso agrícola.



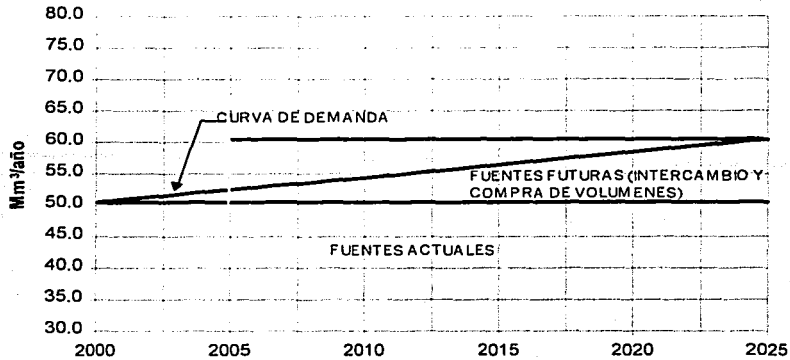
Los escalones indican las liberaciones de volúmenes para su aprovechamiento por otros usos y la diferencia que al final se presenta (año 2025), a reserva de evaluarlo, se pretende que pueda servir para recuperar los acuíferos o bien como apoyo para el crecimiento del sector industrial a largo plazo.

5.3.2.3. *Uso industrial.*

El agua necesaria para que en el futuro pueda darse un crecimiento en el estado de la planta industrial, está condicionado a la adquisición o renta de derechos, el intercambio de volúmenes de agua residuales tratadas por agua de pozos agrícolas o bien mediante el incremento del reuso de agua en los procesos productivos. Cualesquiera de estas opciones podrían ser las fuentes para incrementar la oferta actual de agua, por lo que su programación está necesariamente ligado a comportamiento de la demanda de agua del sector agropecuario. Bajo este panorama, y de acuerdo con la evaluación, se espera que la incorporación de nuevos volúmenes a la oferta del sector, puede darse en el mediano plazo como se presenta en la siguiente figura.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Oferta – Demanda para el uso industrial.



Al final del período de planeación, la demanda tendrá que coincidir con la oferta, la cual podría variar en función del éxito en términos de rentabilidad y seguridad jurídica pueda ofrecer en el futuro los mercados del agua en el estado, la región y el país.

5.3.3. Programa de Inversiones.

En este apartado se concentra la información sobre inversiones a nivel estatal por uso, por programa y por subregión, de acuerdo con la programación descrita anteriormente.

5.3.3.1. Inversiones por uso.

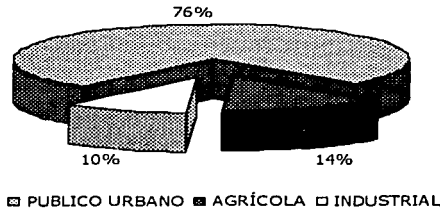
Retomando los resultados obtenidos en las secciones anteriores, las inversiones programadas para cada uno de los principales usos es la siguiente:

Inversiones por uso.

| Uso | Total de Inversiones | % |
|----------------------------|----------------------|------------|
| Agua potable y saneamiento | 3,792,536 | 76 |
| Agrícola | 707,261 | 14 |
| Industrial | 508,267 | 10 |
| Total | 5,008,064 | 100 |

Distribución de las inversiones por uso.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



5.3.3.2. Inversiones por programa.

Una vez que se han definido las acciones, sus costos y su programación en el tiempo, corresponde ahora establecer las fuentes de financiamiento que proveerán los recursos para la ejecución de las acciones.

Las fuentes de recursos son en términos generales:

Gobierno Federal

Gobierno Estatal

Instituciones Financieras Nacionales e Internacionales

Usuarios Beneficiarios

Iniciativa Privada

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En el presente apartado se clasificaron las acciones de acuerdo con los programas que maneja la CNA, cada uno de los cuales tiene establecido en su manual operativo la mezcla de recursos. La distribución de inversiones por programa se presenta en las tablas siguientes:

Inversiones por programa (Agua Potable).

| Programa | Monto Miles de \$ | % |
|-----------------------------|-------------------|---------------|
| Admon. Agua | 3,595 | 0.1% |
| Agua Limpia | 12,275 | 0.3% |
| Apazu | 2,351,812 | 62.0% |
| I. Privada | 2,360 | 0.1% |
| Otros | 1,670 | 0.0% |
| Procma | 26 | 0.0% |
| Promma | 9,198 | 0.2% |
| Recursos Propios (Usuarios) | 992,090 | 26.2% |
| Zonas Rurales | 419,510 | 11.1% |
| Total | 3,792,536 | 100.0% |

Inversiones por programa (Agrícola).

| Programa | Monto Miles de \$ | % |
|-------------------|-------------------|------|
| Admon. Agua | 4,556 | 0.6% |
| Desar. Parcelario | 45,000 | 6.4% |

| | | |
|--------------------------|----------------|---------------|
| Otros | 4,590 | 0.6% |
| Promma | 2,595 | 0.4% |
| Rehab. Presas | 2,700 | 0.4% |
| Rehab. Y Modern. De D.R. | 65,413 | 9.2% |
| Uso Eficiente | 79,080 | 11.2% |
| Uso Pleno | 503,327 | 71.2% |
| Total | 707,261 | 100.0% |

Inversiones por programa (Industrial).

| Programa | Monto Miles de \$ | % |
|--------------|-------------------|---------------|
| I. Privada | 503,957 | 99.2% |
| Otros | 1,940 | 0.4% |
| Promma | 2,371 | 0.5% |
| Total | 508,267 | 100.0% |

5.3.3.3. Inversiones por Región.

Finalmente, se presenta la distribución geográfica o territorial de las inversiones, considerando las dos Regiones Administrativas: Golfo Norte y Lerma-Santiago-Pacífico. De esta manera se tiene la siguiente distribución:

Inversiones por Región Administrativa.

| Región | Monto Miles De \$ | % |
|--------------------------------|-------------------|-------------|
| Region Golfo Norte | 1,604,700 | 32% |
| Region Lerma Santiago Pacifico | 2,641,675 | 53% |
| Estatl | 761,689 | 15% |
| Total | 5,008,064 | 100% |

Con respecto a la tabla anterior, conviene hacer algunas observaciones.

El monto de inversión denominado como Estatal, considera aquellas acciones que por su naturaleza de sus alcances o ámbitos de aplicación, no puede ser asignado a una sola región como: Programas de mantenimiento preventivo y correctivo (reparación de fugas, programas de sustitución de tomas, mantenimiento en pozos, etc.), estudios a nivel estatal (planes de desarrollo municipal, estudios sobre acuíferos, estudios de calidad del agua, etc.), campañas de promoción y difusión, y sistemas de información entre otros.

La Región Lerma-Santiago-Pacífico, por su parte concentra el 61% de las inversiones. Esto obedece en parte a que en esta región se encuentra asentada el 53% de la población estatal; además de que de los seis problemas sustantivos identificados, todos tienen alguna manifestación dentro de esta Región. Sin embargo, aproximadamente el 60% de del monto requerido para esta región en donde se localiza la ciudad de Santiago de Querétaro, corresponde a dos tipos de acciones: 1) las obras para importación de volúmenes (1,250 millones de pesos) y 2) el monto estimado para la compra de derechos (527 millones).

Las principales acciones programadas para la Región Golfo Norte, se distribuyen de la siguiente manera: 36% de la inversión total para la compra de derechos de agua, 12% para la construcción y/o rehabilitación de sistemas de agua potable en zonas rurales, 4% para la construcción de obras para el abastecimiento de agua en bloque (en las zonas denominadas

Semidesértica y Sierra Gorda), 6% y 5% para la construcción de sistemas de alcantarillado en zonas rurales y obras de saneamiento respectivamente.

5.3.4. Identificación y Evaluación de Fuentes Factibles de Financiamiento.

5.3.4.1. Antecedentes Históricos del Financiamiento Sectorial

En cuanto al análisis de las inversiones de años anteriores se realizó sobre la información correspondiente a las Subregiones de San Juan y del Alto Pánuco, a partir del año de 1995 hasta el de 1998 proporcionado por al Gerencia Regional de la CNA, donde se observa que el subsector con crecimiento más dinámico es el del Medio Ambiente, seguido de Agua Potable y por último el Hidroagrícola; cabe resaltar que la información está plasmada en pesos corrientes.

En lo que respecta a los componentes, los de mayor crecimiento fueron el de Saneamiento (enfocado a las zonas rurales), las unidades de riego y el de Agua Potable – con la salvedad del Rezago Agrario que también creció significativamente, pero no influye en este Proyecto - en cambio componentes como Alcantarillado, Presas y PROMMA decrecieron, con la explicación del caso del alcantarillado que en los tres primeros años muestra un crecimiento substancial y es en el último año en que cae.

Inversiones realizadas 1995-1998

| COMPONENTE | PRESUPUESTO EJERCIDO (\$ corrientes) | | | | TOTAL | TC % |
|-----------------------|--------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------|
| | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | | |
| USO PÚBLICO | 2,731.00 | 17,054.00 | 17,600.00 | 12,721.00 | 50,108.00 | 67.0 |
| Agua potable | 1,049.00 | 8,713.00 | 11,516.00 | 10,295.00 | 31,573.00 | 114.1 |
| Alcantarillado | 1,624.00 | 4,443.00 | 4,990.00 | 886.00 | 11,943.00 | -18.3 |
| Saneamiento | 58.00 | 1,723.00 | 962.00 | 1,540.00 | 4,283.00 | 198.3 |
| Estudios | - | 2,175.00 | 132.00 | - | 2,307.00 | |
| HIDROAGRICOLA | 3,142.00 | 7,555.00 | 6,292.00 | 10,530.00 | 27,519.00 | 49.6 |
| Presas | 2,380.00 | 950.00 | 520.00 | - | 3,850.00 | -53.3 |
| Unidades de riego | 150.00 | 4,741.00 | 2,689.00 | 3,061.00 | 10,641.00 | 173.3 |
| Distritos de riego | 369.00 | 534.00 | 417.00 | 1,807.00 | 3,127.00 | 69.8 |
| PROMMA | 243.00 | 200.00 | 207.00 | 40.00 | 690.00 | -45.2 |
| Rezago Agrario | - | 1,130.00 | 2,459.00 | 5,622.00 | 9,211.00 | 123.1 |
| MEDIO AMBIENTE | 777.00 | 731.00 | 1,220.00 | 4,800.73 | 7,528.73 | 83.5 |
| Total | 6,650.00 | 25,340.00 | 25,112.00 | 28,051.73 | 85,153.73 | 61.6 |

Fuente: CNA, Gerencia Regional Golfo Norte.

Con respecto a las fuentes de financiamiento para las acciones que se realizaron en las dos subregiones, éstas se basaron en los fondos de los programas federales ya que éstas aportaron el 64% del total de los recursos más el 6% de crédito sectorial; el estado y los municipios beneficiados aportaron solamente el 4% de los recursos y los usuarios beneficiados el 26%.

El comportamiento global que se observa, tanto en números absolutos, como en la mezcla de recursos es característico de las inversiones federales sin que muestre una condición especial, además de que representa solamente las inversiones en dos de las tres subregiones; por lo tanto se tomó en consideración que el Programa de Inversiones propuesto tiene el carácter de estratégico para todo el ámbito estatal para revertir el rezago del Sector y modernizar la gestión del agua, por ello las propuestas de alternativas de financiamiento que se presentan, parten de las que se consideran factibles en el horizonte y a las características de los proyectos y no al comportamiento histórico de las inversiones sectoriales.

Una vez estimados los montos de inversión requeridos para ejecutarlas, se procedió a desagregarlas en primera instancia por componente, lo cual se presenta en la tabla siguiente:

Alternativas de Solución por Uso (\$ corrientes).

| COMPONENTE | No. de Acciones | Inversiones Requeridas | Mezcla de Recursos | | | | Inv. Privada |
|----------------------|-----------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| | | | Rec. Fed | Rec. Est | Créditos | GIC | |
| USO PUB. URB. | 175 | 3,792,536.00 | 1,049,356.72 | 814,289.71 | 1,292,163.24 | 555,500.69 | 81,225.64 |
| Consolidación | 91 | 862,630.07 | 431,315.04 | 258,789.02 | 172,526.01 | - | - |
| AP | 52 | 2,630,698.45 | 526,139.69 | 526,139.69 | 1,052,279.38 | 526,139.69 | - |
| Drenaje | 7 | 97,870.00 | 39,148.00 | 29,361.00 | - | 29,361.00 | - |
| Recarga | 4 | 3,226.17 | 3,226.17 | - | - | - | - |
| Saneamiento | 21 | 198,111.31 | 49,527.83 | - | 67,357.85 | - | 81,225.64 |
| AGRICOLA | 35 | 707,260.85 | 217,776.35 | 210,520.50 | - | - | 278,964.00 |
| Uso Eficiente | 11 | 582,407.43 | 174,722.23 | 174,722.23 | - | - | 232,962.97 |
| PROMMA | 3 | 2,595.00 | 1,297.50 | 1,297.50 | - | - | - |
| Admon del Agua | 2 | 4,555.85 | 4,555.85 | - | - | - | - |
| Reh. DR | 9 | 65,412.57 | 19,623.77 | 19,623.77 | - | - | 26,165.03 |
| Reh Presas | 1 | 2,700.00 | 2,700.00 | - | - | - | - |
| Des Parc | 2 | 45,000.00 | 13,500.00 | 13,500.00 | - | - | 18,000.00 |
| Otros | 7 | 4,590.00 | 1,377.00 | 1,377.00 | - | - | 1,836.00 |
| INDUSTRIAL | 15 | 508,267.00 | - | - | 203,306.80 | - | 304,960.20 |
| TOTAL | 225 | 5,008,063.85 | 1,267,133.07 | 1,024,810.21 | 1,495,470.04 | 555,500.69 | 665,149.84 |

Como se observa en el cuadro anterior, los niveles de inversión requeridos para la alternativa seleccionada son del orden de cinco mil millones de pesos, de los cuales aproximadamente el 60% se necesitan en el corto plazo.

Al margen del análisis del comportamiento de las inversiones sectoriales que incluyó a dos subregiones y más bien con la perspectiva de los montos requeridos y de acuerdo a los lineamientos de la CNA para determinar las estructuras financieras de los programas de inversión; los aspectos coyunturales de la situación política presente, así como las propuestas de la CEA se presenta la siguiente mezcla de recursos:

Mezcla de recursos en las estructuras financieras.

| Componente | Crédito/Gic | R. Fiscales | Inversión P.* |
|--------------------|-------------|-------------|---------------|
| Uso publico urbano | | | |
| Agua Potable | 60% | 40% | 0% |
| Drenaje Sanitario | 30% | 70% | 0% |
| Saneamiento | | | |
| Primario | 20% | 80% | 0% |
| Secundario | 45% | 0% | 55% |
| Consolidación | 20% | 80% | 0% |

| Componente | Crédito/Gic | R. Fiscales | Inversión P.* |
|-------------------------|-------------|-------------|---------------|
| Hidroagrícola | | | |
| Uso Eficiente y Pleno | 0% | 60% | 40% |
| PROMMA | 0% | 100% | 0% |
| Administración del Agua | 0% | 100% | 0% |
| Rehab. Dto. Y U.Rgo. | 0% | 60% | 40% |
| Rehab. Presas | 0% | 100% | 0% |
| Desarrollo Parcelario | 0% | 60% | 40% |
| Otros | 0% | 60% | 40% |

| Componente | Crédito/Gic | R. Fiscales | Inversión P.* |
|------------|-------------|-------------|---------------|
| Industrial | 40% | 0% | 60% |

* En inversión privada debe entenderse como aportación de los usuarios.

Cabe aclarar que el porcentaje de las mezclas no necesariamente se va a apegar a la normatividad del APAZU por las actualizaciones anuales que realizan, pero las propuestas parten de los montos requeridos y de la capacidad institucional, incluida la de los Organismos operadores locales, para generar recursos propios. Asimismo, para los casos del Saneamiento y del uso Industrial los porcentajes propuestos de Crédito consideran la posibilidad de que parte de estos recursos se aporten a través de capital subordinado dentro de los mecanismos instituidos por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

5.3.4.2. Programas Federales

Como se deduce del Apartado anterior el análisis para determinar las tendencias del financiamiento sectorial así como su origen fue solamente parcial; por lo mismo las recomendaciones que se plantean surgen de la experiencia sectorial y no de la realidad de las inversiones a nivel estatal.

Aunque los montos que se proponen rebasan las inversiones ejercidas en el pasado, también es lógico que dada la situación de rezago en la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado, saneamiento y riego agrícola demandan grandes obras para revertir el rezago y mantener en el horizonte de planeación un nivel adecuado de estos servicios.

Tradicionalmente la Federación ha venido aportando recursos para el mejoramiento de los servicios mencionados a través de diversos programas sectoriales; por ello para este caso se parte de los programas que se han venido operando hasta la fecha.

Para el componente de agua potable y partiendo de las políticas y estrategias federales de impulsar con más apoyos financieros al subsector de agua potable, se recurrirá a los programas APAZU, APARU, Agua Limpia, PROMMA y de Administración del Agua.

De la misma forma para el caso del uso agrícola, los fondos presupuestales requeridos deberán provenir de las bolsas de los programas de Uso Eficiente del Agua y la Energía Eléctrica; del Uso Pleno; del PROMMA; de Rehabilitación de Presas y para la Modernización de Distritos de Riego y de Desarrollo Parcelario.

Para los Recursos Fiscales se debe considerar una participación del 40% por la Federación y del 30% del Gobierno Estatal; la cual variará en su aplicación específica conforme a las normas establecidas, considerando los índices de marginalidad y el tamaño de las localidades de que se trate.

5.3.4.3. Recaudación Estatal

Los niveles de recaudación de los dos principales organismos operadores, si bien han mostrado que están consolidando una eficiencia en la cobranza, que les ha permitido alcanzar una autosuficiencia económica, lo cierto es que estos logros sólo le permiten sufragar los costos de operación y mantenimiento, sin contemplar los requerimientos de inversiones ni siquiera para el servicio de nuevas deudas.

Por ello y dada la necesidad de incrementar en el corto plazo los niveles de Generación Interna de Caja, es prioritario revisar las estrategias tarifarias en materia de agua potable, para adecuarlas a los requerimientos financieros en el horizonte de planeación, buscando conservar la política estatal de incrementar en la menor medida los costos a la sociedad, pero contemplando todas las presiones de gasto en que se verán envueltos los organismos ejecutores en el corto plazo para mejorar la calidad de los servicios que prestan, incluyendo los costos de saneamiento.

A lo anterior es necesario complementarlo con una política de difusión y de cuentas claras hacia la sociedad, ya que independientemente de los conceptos de costos que han venido sufragando, es obvio que para mejorar e impulsar de manera integral el sector hidráulico, toda la sociedad queretana tiene que participar aún en un esquema de subsidios cruzados.

5.3.4.4. Fondos Estatales

Hasta ahora la administración estatal ha participado en el financiamiento sectorial a través de las aportaciones de mezcla de recursos con programas federales y con los presupuestos operativos y de construcción de la CEA; pero los montos que ha canalizado no son representativos en los montos que se han ejercido ni en los que se requieren; por lo que es recomendable que a través de convenios ligados al Programa de Inversiones recomendado se establezcan compromisos de aportación entre el Estado y la Federación, para que con el esfuerzo conjunto se puedan alcanzar las metas seleccionadas.

5.3.4.5. Instituciones Internacionales.

Tomando en consideración que la participación de los organismos operadores, el Distrito de Riego y la propia CEA en el financiamiento requerido se complica, toda vez que actualmente no están en posibilidades de aportar cantidades relevantes en la parte que les corresponde, que son la Generación Interna de Caja (GIC) y la amortización de los créditos y, en su caso, también de la Inversión Privada; es recomendable estudiar las posibilidades de recurrir a otras alternativas que se deberán profundizar para reducir así la presión financiera a las Instituciones ejecutoras.

Una alternativa es localizar y acceder a fuentes financieras internacionales, conscientes de que aún los recursos fondeados con créditos externos se les aplica una sobre tasa de riesgo cambiario y que cualquier trámite con organismos internacionales se debe de hacer a través de BANOBRAS

Es importante mencionar que los recursos que presta BANOBRAS provienen de diferentes fondeos; generalmente la tercera parte de organismos financieros internacionales y agencias bilaterales; otra tercera parte como agente financiero del Gobierno Federal y el resto (otras dos terceras partes) de recursos propios.

Sin embargo es recomendable que se analicen otras alternativas para los componentes de Agua Potable, Saneamiento, Hidroagrícola y Conservación, especialmente las alternativas de recurrir a créditos BANOBRAS pero con fondeos de organismos internacionales, por lo que a continuación se describirán de manera general las características de éstos; hay que precisar que para acceder a este tipo de recursos es necesario que sea a través de BANOBRAS que en estos casos actúa como Agente Financiero (por disposición de la Ley de Crédito y de la de Inversión Extranjera).

Para el subsector de Agua Potable se debe conocer más a fondo los requisitos y la disponibilidad de financiamientos internacionales como del BID, que generalmente dispone de montos mayores, cajones específicos de acuerdo al tipo de proyecto y ofrece mejores condiciones para la amortización.

Otro Organismo Internacional que canaliza recursos es el BIRF aunque en este caso se enfoca más a las propuestas integrales, y en lo que respecta al subsector de agua potable prioriza el incremento de las ofertas y el acceso del servicio a las clases populares.

En el caso del Saneamiento existen otras fuentes de financiamiento internacionales, que también pueden ofrecer mejores condiciones, disponibilidad de recursos y así se libera la presión a BANOBRAS; nuevamente se incluye al BID y también al BIRF que al apoyar proyectos de este tipo promueve su integralidad a través de Proyectos Sectoriales, con lo cual promueve la sustentabilidad de los proyectos e inducen a la consolidación institucional con apoyos tanto financieros como de asesoría a los organismos ejecutores:

También sobresale en este componente el fondo de financiamiento japonés conocido como OECF (Overseas Economic Cooperation Foundation) que para proyectos de mejoramiento ambiental establece tasas accesibles y dependiendo de los beneficios proyectados puede canalizar subsidios (ejem. Proyecto Monterrey).

En este componente se debe evaluar si es conveniente que para el tratamiento secundario también se contemplen los recursos crediticios, ya que generalmente estas acciones son más

rentables (en teoría) que los tratamientos primarios, además de que el interés por parte del BID y del OECF existe, toda vez que han financiado proyectos de tratamiento secundario.

5.3.4.6. Otras Fuentes de Financiamiento.

En relación con el Crédito, cuando éste está ligado a programas de apoyo federal a través del Programa APAZU o APARU o en cualquier otro promovido por la Federación, tradicionalmente los créditos se fondean con BANOBRAS; éste normalmente apoya proyectos para el componente de Agua Potable en zonas urbanas y rurales, dando prioridad a obras inconclusas o en proceso.

Otra alternativa en este campo, es la alianza entre operadores privados con capital de riesgo (y experiencia obviamente) con BANOBRAS-FINFRA (Fondo para el Fomento de la Infraestructura) que participa como Socio de los operadores privados, aportando capital subordinado hasta por el 40% del total del Proyecto; de esta forma con la aportación de recursos subordinados (cuya característica principal es que FINFRA recupera su capital hasta los años finales del horizonte del Proyecto), reduciendo la presión sobre las tarifas de saneamiento.

Para el componente de Conservación también es aplicable la alternativa del OECF, ya que como se mencionó este Fondo pretende coadyuvar a la conservación del medio ambiente, y se tiene experiencias de financiamiento de proyectos ambientales.

En cuanto al componente Hidroagrícola este presenta más dificultad, ya que los productores de Distritos de Riego ya no tienen interés por recurrir a créditos oficiales, además de que probablemente tampoco cubran los requisitos para ser sujetos de crédito; por lo tanto habrá que estudiar y madurar la posibilidad de la intervención de la iniciativa privada, como socios en proyectos específicos de producción, por ejemplo tomando en cuenta que en el Estado se ubican establecimientos industriales de la rama alimenticia, así como cuencas lecheras y en general agroindustriales, estas entidades podrían promover –a través del financiamiento – el cambio de patrón de cultivos en áreas de riego para asegurar su aprovisionamiento de materias primas con ventajas de economías de escala (por ejem. Cereales, forrajes y granos).

Por último debido a los montos requeridos y a la limitante de las fuentes de financiamiento, es prioritario que en casos como es del estado de Querétaro, la CNA impulse la formación del Fondo de Financiamiento sectorial, para que al menos en las últimas etapas del Programa de Inversiones se dispongan de recursos accesibles para la ejecución de las obras requeridas.

Evaluación de los Esquemas de Financiamiento.

En este Apartado es necesario partir de la situación financiera de los Organismos Ejecutores, ya que independientemente de las evaluaciones económicas y financieras del Programa propuesto, dados los montos requeridos solamente se puede recurrir a un Programa de Inversiones con una mezcla de recursos que se apegue a la normatividad, que se concerte especialmente para este Programa y que también permita distribuir la carga económica entre las instituciones participantes en plazos de ejecución y amortización adecuados a la situación financiera de los organismos ejecutores, sin que dependa del predominio de los recursos federales, de tal forma que también permitan reducir o evitar el traslado de costos financieros vía tarifas a la sociedad.

De esta forma además de que los análisis requeridos sobre la posición financiera de los organismos ejecutores están limitados a la información disponible; también es recomendable que el Programa de Inversiones propuesto se actualice con los datos financieros necesarios para modelar financieramente las acciones y montos seleccionados con la metodología propuesta tanto por la CNA, como por los Organismos financieros y de esta forma analizar los comportamientos operativos de los organismos ejecutores en el horizonte de planeación y ante cambios en las variables involucradas.

De todas formas, la posición financiera de los organismos operadores de agua potable es frágil, los resultados de la CEA muestran, en el "Estado de Situación Financiera" para el ejercicio de 1999, un resultado negativo de 35 millones de pesos y aunque esto no refleja necesariamente la situación real, ya que por ejemplo, para el mismo año los costos de operación y mantenimiento representaron solamente el 60% de sus ingresos operacionales. Es relevante tomar en cuenta que dichos estados financieros demuestran también una dependencia de las aportaciones federales y que gozan actualmente una situación saneada con relación a los créditos, pero que al contratar montos significativos, se puede presionar demasiado a las finanzas de los organismos.

Pero al margen de ello, tal y como se presentó en los apartados referentes a la caracterización de los Organismos Operadores y del Distrito de Riego, las tarifas que actualmente aplican éstos, en el caso del agua potable no incluyen el componente de ampliación de la infraestructura y en la JAPAM probablemente no alcancen ni a amortizar los créditos que ya contrataron, y para el caso del Distrito de Riego sus tarifas están rezagadas; por lo que la perspectiva de asumir estos nuevos compromisos financieros a través de la GIC y de asumir nuevos créditos se complica bajo el escenario actual.

Por ello es necesario analizar a fondo los estudios tarifarios de los organismos ejecutores y así estar en posibilidades de realizar una evaluación seria (a través de modelos econométricos) del Programa de Inversiones proyectado en el horizonte requerido de inversión y de operaciones.

De esta forma para la instrumentación de la Alternativa seleccionada va a ser necesario analizar esquemas novedosos de financiamiento, que en nuestro País todavía no se estudian ni aplican pero que en el ámbito internacional se están probando como contratos de administración por tiempo definidos ligados a indicadores de eficiencia o de menor repercusión en las tarifas; diferentes esquemas de asociación entre operadores privados y organismos públicos; para lo anterior es requisito dar certeza jurídica a cualquier forma de inversión, por ello también se requiere la intervención de la CNA para inducir la actualización del marco legal aplicable, de manera que también sea congruente con las políticas propuestas en el sector hidráulico.

También resulta importante presentar las siguientes consideraciones, toda vez que el Programa de Inversiones propuesto es estratégico para mejorar en calidad los servicios del sector y además es impostergable su ejecución, conviene contemplar los siguientes aspectos:

Es necesario mejorar la situación financiera de los organismos ejecutores, para mejorar sus posicionamientos (incluyendo obviamente los precios del agua) para que estén en posibilidades de aportar la GIC en mayor medida.

Actualmente estamos en un período coyuntural por la transición del Gobierno Federal, ya que tradicionalmente el primer año de gobierno no fluyen los recursos en la misma proporción que en otros años de gobierno, por lo que es necesario convenir los montos que va a aportar la Federación en el corto y mediano plazo.

Para asegurar la participación de recursos privados en el Programa, se requiere que se establezcan las condicionantes jurídicas para facilitar su participación en un escenario de seguridad; que en sí este proceso de concertación se madure entre las dependencias estatales y la iniciativa privada interesada, coordinados por la CNA y que este proceso se inicie con la antelación requerida para estos casos.

5.4. Discusión de la viabilidad del CCA.

5.4.1. Fuentes de Información contrapuestas.

La sección anterior presenta un estudio elaborado por la CNA para determinar cuales serán las acciones a implementar en las próximas décadas, para enfrentar la problemática de Querétaro, en lo referente al abastecimiento del agua para consumo humano y para el desarrollo de las actividades industriales y agropecuarias.

Para la preparación del presente trabajo, se utilizaron dos secciones del Programa Hidráulico de Gran Visión 2000-2025, elaborado por una empresa especializada para la Gerencia Estatal de Querétaro. De él, en los capítulos 3 y 5, se presentan las secciones que contribuyen a esclarecer lo relacionado con el verdadero valor del agua en Querétaro, en particular, desde la perspectiva de su disponibilidad real. El estudio se presenta, tal y como fue planteado, porque representa la visión oficial de la problemática; no la del autor del presente trabajo.

Si se examina la información sobre la situación de los usuarios presentada en el capítulo 4, se verá que los "datos crudos" contenidos en las bases de datos, no corresponden con la información de los capítulos 3 y 5. Si se contrastan detenidamente las secciones del capítulo 4, con lo expuesto en los capítulos 3 y 5, se verá que en estos últimos se habla de volúmenes mucho mayores a los registrados en las bases de datos de la Gerencia Estatal. Asimismo, los volúmenes para los distintos usos no corresponden claramente con las estimaciones realizadas en los capítulos 3 y 5.

Sería difícil encontrar el origen de la discrepancia entre las fuentes de información. De hecho no es muy importante, en lo que concierne a la revisión del valor del agua.

En realidad, para la realización del Programa Hidráulico 2000-2025, la prioridad fue realizar un análisis en términos de la oferta y demanda del recurso agua, en cuanto a su volumen. No se consideró realizar un análisis objetivo de la situación real de la calidad del agua y su futuro. Solo se examinó la situación desde la perspectiva de la atención de demandas ciudadanas entre las que están; el suministro de agua potable, la prevención de problemas de salud pública, la dotación de agua para el uso industrial, los programas rurales para garantizar la operación de los distritos y unidades de riego, Etc.

Este estudio propone un enfoque en el que se considere la situación de la calidad del agua, como un sistema en el que se deben mantener parámetros bajo control de forma preventiva, no desde la perspectiva de la atención de problemas de salud pública que ya se han

presentado o que se presentarán porque se sabe de antemano que las aguas residuales no se están tratando ni siquiera para el control de contaminantes básicos.

En el análisis de las proyecciones de la demanda futura de tratamiento de aguas residuales, simplemente se toman los valores de las descargas actuales y los de la capacidad instalada de tratamiento actual, para realizar proyecciones, sin considerar que sólo se trata un 20% del agua suministrada y que subsiste la problemática de tratar el 80% restante.

En el caso específico de Querétaro, las bases de datos de la Gerencia Estatal, muestran que se utiliza un 53% del agua concesionada, para actividades agropecuarias. Sin embargo, en los análisis de la situación actual y en las perspectivas al 2025, se contempla la participación del sector agropecuario en el consumo total del agua como mucho mayor, en el orden de un 70 a un 80%. Esto puede deberse a que se estén considerando los volúmenes de descargas no tratados como volúmenes agropecuarios, para no tomarlos en cuenta como volúmenes urbanos susceptibles de tratamiento, que en todo caso son responsabilidad de los organismos operadores municipales.

Si se tomara en cuenta en las proyecciones gubernamentales que se deben invertir recursos para desarrollar infraestructura de tratamiento de las aguas residuales que actualmente se utilizan sin tratamiento adecuado, para el riego de terrenos agropecuarios aguas abajo, las estimaciones y proyecciones gubernamentales no serían viables.

Atendiendo a lo anterior, el gobierno no desea representar económicamente los enormes montos de estas erogaciones, porque probablemente sería muy difícil plantear escenarios de solución en términos de costo-beneficio. Sin embargo, esta situación demuestra que el valor del agua no es lo suficientemente alto, porque su descontaminación no puede representarse económicamente, sin poner en evidencia que el sistema de desincorporación de las responsabilidades del abastecimiento de agua potable, del ámbito central a las entidades federativas no opera adecuadamente.

5.4.2. La disponibilidad real.

Las extensas secciones de los capítulos 3 y 5, se presentan en este estudio, para dar al lector los elementos que le permitan analizar objetivamente los aspectos de las bases de datos mostrados en el capítulo 4. En el rompecabezas del problema del reuso de aguas residuales, presentado como una "alternativa conveniente" sólo falta un elemento, que ya en este punto, debe ser percibido intuitivamente; la escasa disponibilidad del recurso agua en la entidad. Sin embargo, el objeto de este análisis es presentar la situación de la disponibilidad real del agua en forma tangible. El problema estriba en que la escasez del recurso es un "secreto a voces". La CNA no puede reconocer ni cuantificar la precaria disponibilidad del recurso, ni mucho menos hacer del conocimiento de la ciudadanía el monto de las reservas, porque ésta contaría con los elementos, para tomar acciones de graves repercusiones económicas y políticas. Por lo que la dependencia no va a generar información documental sencilla y clara que de origen a demandas ciudadanas contrarias a las políticas institucionales (por ejemplo, conflictos de asignación entre usos).

Adicionalmente, la determinación de la situación real de los cuerpos de agua en términos de volumen y calidad, no es una tarea fácil, particularmente en el caso de los mantos acuíferos. Los estudios son caros, complejos, se requiere trabajo inter-institucional, interdisciplinario y

una metodología que sustente una afirmación cuantitativa sobre el futuro de los mantos acuíferos (afirmación que puede tener un impacto político y social insospechado).

Por el contrario, la noción empírica de que el agua se está acabando es un hecho conocido en todos los ámbitos de la sociedad, del mundo científico y de la realidad cotidiana de los ingenieros civiles y de operación hidráulica que tienen que resolver el problema de los pozos secos perforando otros más profundos.

Por ejemplo, en el caso del acuífero del Valle de Querétaro, la Comisión Estatal de Aguas cuenta con un sistema de información de superposición geográfica (SIG) en el que se mantienen geoposicionamientos de todos y cada uno de los aprovechamientos (pozos) concesionados o conocidos (irregulares), que se superponen con la información de los niveles estáticos y dinámicos de los pozos y con las características de los equipos de bombeo, calidad de "la descarga" (del agua), etc., etc. Este sistema se utiliza para calcular la situación de "la cuenca" subterránea (el tazón en el que el agua está contenida y cómo éste se está vaciando – por decirlo de forma sencilla). Sin embargo, esta información no está disponible en ninguna otra institución y los funcionarios probablemente nieguen su existencia.

Los resultados de estudios de la situación de los acuíferos, de los volúmenes de las corrientes superficiales y de los que se obtienen del análisis de los factores meteorológicos se presentan en el capítulo 3, como un "Balance integral". En este punto se muestra la "fotografía" del uso del agua. Las proyecciones presentadas en las secciones anteriores del presente capítulo presentan, los volúmenes de extracción esperados (la oferta). Sin embargo, esta información se ha obtenido de distintas fuentes que no operan de acuerdo con un programa específico para la obtención de indicadores que permitan compaginar estos datos.

Por lo anterior, el mejor criterio es el que se tiene en las áreas operativas de la Gerencia Estatal. El personal operativo, que tiene acceso a los volúmenes declarados utilizados por los usuarios reporta que los volúmenes extraídos cada vez son menores y que los pozos son frecuentemente reposicionados sin que se notifique a la CNA o se solicite autorización. Estas actividades se realizan clandestinamente, aún a riesgo de ser detectados y sancionados.

En suma, las proyecciones presentadas pueden no reflejar la realidad física de la disponibilidad del recurso, aunque se realicen estudios muy bien fundamentados. En este sector y a falta de mejor información, la apreciación empírica de los usuarios es todavía muy valiosa.

Finalmente, para el caso del acuífero de Querétaro y al ritmo actual de explotación, la noción empírica es de que las reservas serán suficientes para unos 10 años, ¿qué objeto tiene invertir significativos montos en determinar científicamente que esta estimación es correcta? ; si en lo que hay que invertir los recursos es en la corrección del desbalance actual.

En este punto es importante hacer una distinción entre la disponibilidad real y el concepto de disponibilidad manejado en el ámbito legal para fines fiscales. En un intento por racionalizar la explotación del agua y quizás también, para hacerse de recursos, el estado mexicano, mediante importantes modificaciones al marco legal, estableció el concepto de "zonas de disponibilidad" de agua. La CNA, a través de un "cuerpo técnico" que realiza "estudios", en los que se toman en cuenta tanto la situación geohidrológica de las regiones, como las presiones sociales sobre los recursos, determina qué tan baja o alta sea la disponibilidad, dividido el espectro en 8 zonas. La SECOFI y la SHCP, en la época previa a la firma del TLC, determinaron el valor del agua, en términos de los precios "convenientes" en el contexto

internacional y éste valor "base" (como el pie de Enrique VIII) sirvió para que, anualmente se ajuste por el H. Congreso de la Unión, y se traduzca en una modificación a la Ley Federal de Derechos.

La problemática consiste en que 1) El monto económico del valor del agua se determinó desde la perspectiva de la promoción del establecimiento de industrias e inversiones en México en el marco del TLC; Y 2) Las zonas de disponibilidad se plasmaron la LFD, de acuerdo con las estructuras de subsidios heredadas de las anteriores administraciones y sin que se hubieran realizados los "estudios" porque la CNA aún no existía como tal y no se contaba con los sistemas de información para permitir su realización a nivel nacional. Probablemente, no había otra alternativa de solución a la problemática y en ese entonces, la idea de imponer un gravamen a un recurso de "libre explotación" causaba mucha tensión en el ámbito industrial.

El resultado actual es que el agua no vale económicamente, en términos de los costos de su descontaminación y no vale equitativamente, en términos de su distribución geográfica. Esto, a pesar de que se han reclasificado constantemente las zonas de disponibilidad y el valor económico se ajusta periódicamente en términos de la inflación.

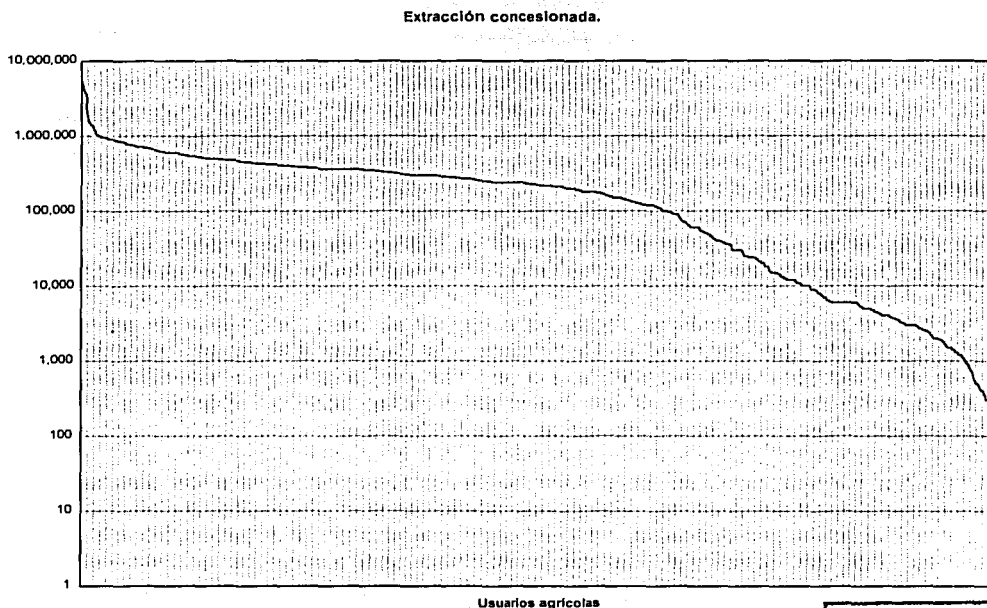
5.4.3. El impacto del subsidio al uso agrícola sobre el valor del agua.

Si se utiliza la información presentada en las bases de datos, y se considera que un 50% del agua se utilice para las actividades agropecuarias, un 25% para el suministro público urbano y el restante 25% se divide entre la industria y la prestación de servicios, y se toman como constantes las "entradas" a las cuencas estatales (que de hecho no ocurre), se verá que, sólo dando un "segundo uso" a las aguas residuales urbanas e industriales, es que es posible mantener el balance de las cuencas, para lograr un arreglo de sustentabilidad. Actualmente, esto no ocurre, las "salidas" superan con mucho a las "entradas" en las dos cuencas principales de la entidad. Más aún, si se considera el 80% del volumen total concesionado, utilizado en actividades agropecuarias y no la estimación conservadora del 50%. Se sabe que la situación de desbalance está provocando serios abatimientos en los mantos acuíferos disponibles y se ha estimado que al ritmo actual, las reservas existentes sólo serán suficientes para unos 10 años.

Por las razones anteriores, la política respecto al "segundo uso" es muy clara. Sin embargo, la legislación actual manda mensajes equivocados. Por un lado, subsidia los usos agrícola y pecuario y grava los demás usos, por el otro, suaviza las penalizaciones para las descargas contaminantes y grava sólo uno de todos los contaminantes que el usuario infractor emite.

La eliminación del subsidio al uso agrícola es una cuestión que tiene dos vertientes importantes. Por una parte, desde el punto de vista de la sustentabilidad ambiental, debe existir una retribución de los habitantes de los centros urbanos a los pobladores de zonas rurales, por el desgaste de sus tierras, producto de la explotación agrícola intensiva de sus tierras, con la que se obtienen los alimentos consumidos en los centros urbanos que no está contemplada en el valor de los productos comercializados (como el valor ecológico y escénico que representa la preservación de otros sitios que de otra forma serán deforestados). La otra vertiente está relacionada con la noción de que el subsidio se otorga para beneficiar a los sectores menos favorecidos de la población rural, que de otro modo emigrarían a los centros urbanos.

En la siguiente figura se presenta lo que ocurre en la realidad con el uso agrícola en Querétaro. Se muestra una gráfica en la que se plasman los volúmenes consumidos concesionados y el universo de usuarios, ordenados de mayor a menor.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Las abscisas representan al universo de usuarios, de mayor a menor volumen concesionado. Las marcas principales representan 100 usuarios las líneas secundarias, grupos de 10. Las ordenadas, el volumen de $m^3/año$.

Se observa, en las inflexiones de la curva, que existen grupos bien diferenciados de usuarios de acuerdo al volumen concesionado. Los primeros, representan los grandes usuarios $>1,000,000 m^3/año$, que pueden ser distritos y/o unidades de riego. Estos representan unos 30 usuarios en el intervalo de los $10\ 000,000 m^3/año$. Este grupo conglo mer a una gran cantidad de ejidatarios a quienes se otorgan derechos "en bloque" y que deben recibir apoyos, porque operan bajo un conjunto estricto de reglas de explotación del recurso, en el marco de asambleas y bajo la supervisión gubernamental en el ámbito interinstitucional. Los segundos; entre unos 1000 hasta 0, que sólo son equivalentes a consumos domésticos ($1m^3/día = 365 m^3/año$ - consumo unifamiliar 4 hab). De estos, ni siquiera puede considerarse que realicen agricultura de subsistencia, por lo que el subsidio es "humanitario". Los usuarios entre unos 10, 000 y 1 000, probablemente realicen actividades agropecuarias de subsistencia, utilizando pequeñas bombas con acometidas que no requieren una subestación. En este caso el subsidio también es apropiado, porque probablemente utilizan sus propios medios para comercializar sus productos y éste es su principal medio de subsistencia.

Ahorabien, los usuarios representados por la "pendiente promedio" de la curva, no realizan "agricultura de subsistencia" y tuvieron los medios para hacerse de una subestación o transformador, para impulsar equipos de bombeo de unos 5-10 HP o más. No son "pobres", ni tampoco se apegan a las políticas de sustentabilidad o racionalidad, ni riegan eficientemente. Siembran hortalizas; no cereales. Se les subsidia a través de otros programas gubernamentales. Obtienen "créditos blandos" de fondos como el "FIRA" y subsidios en tarifas eléctricas. ¿Por qué subsidiarles el mal uso del agua?. ¿Porque son votos, o afiliados, prestanombres?. ¿Por qué el 100% del valor del agua?.

- 0 -

5.4.4. Perspectivas.

Es evidente que se deben realizar modificaciones al marco legal vigente en los próximos años, tanto en la limitación del consumo, como en el control de la calidad de las descargas.

Es interesante notar que el mecanismo legal para lograr el "segundo uso" ya existe y está contemplado en la legislación; este es el Certificado de Calidad del Agua, materia de este trabajo. Esto es, los cambios a la legislación no son tan profundos y la realidad técnica que resulta de la situación y perspectivas de las cuencas hidrológicas, lo impondrá a las esferas de decisión del gobierno en todos sus ámbitos, en unos 10 años.

En la sección anterior de este capítulo, se presentan las proyecciones para los distintos usos y las inversiones proyectadas para éstos. Estas estimaciones son el resultado de un cuidadoso análisis de las necesidades proyectadas, con el fin de garantizar la dotación del recurso. En el presente trabajo sólo se presentan los requerimientos y los montos necesarios para su satisfacción, en el Plan Hidráulico de Gran Visión 2000-2025, se analizan las posibles fuentes de financiamiento, pero en ningún lado se analizan las posibilidades reales de obtener esos recursos, porque estos deben ser "recaudados", no basta con buscar "fuentes de financiamiento" para "pedirlos prestados" Esta es la imposibilidad real del Plan Estatal, aunque este esté bien presentado y sustentado en buenas proyecciones. Ninguna institución de crédito sería (como el banco mundial) va a otorgar créditos a nuestro país, sin que existan estudios económicos que reflejen los ingresos con los que se habrán de solventar las obligaciones contraídas. O bien, condicionarán los créditos "amarrando" las reformas legales y tributarias correspondientes mediante las que se habrán de recuperar los recursos, reformas al sistema de recaudación.

Como las facultades de recaudación son exclusivas del ámbito central del Gobierno Federal, las entidades federativas quedan exentas de responsabilidades en este proceso de modificación; pueden pedir todos los recursos que necesiten; de todos modos no los van a obtener, por el sólo hecho de fundamentar sus necesidades.

La SHCP, está en la misma situación que las Entidades Federativas, puede proponer "paquetes" de reformas para la aprobación de la legislación en materia de ingresos, pero es responsabilidad del H. Congreso de la Unión su aprobación y enmienda.

Y el H. Congreso de la Unión, terminará por aprobar "paquetes" de modificaciones a la legislación, como resultado del cabildeo de grupos políticos, más que de análisis técnicos específicos. Eventualmente, en alguno de los "paquetes fiscales" se incluirá una

revalorización del agua o se restringirá su aprovechamiento, según la orientación política del legislativo.

De no ocurrir lo anterior, la realidad técnica superará a las instancias y el recurso simplemente no estará disponible cuando el usuario lo requiera, independientemente de su valor económico.

Por lo tanto, ningún inversionista potencial o usuario puede arriesgarse a suponer que el valor legal del agua refleja su valor real y que su disponibilidad está garantizada simplemente porque cuente con los recursos para pagarla.

6. Resultados del examen de los sistemas de información estatal.

6.1. Resolución de Hipótesis.

Del examen de la Ley Federal de Derechos, se obtuvo:

Que existe la figura del Certificado de Calidad del agua.

Que quien rebasa los LMP es penalizado.

De las discusiones con compañeros de trabajo:

Se consideran que todas las industrias y procesos industriales contaminan y que el Certificado es "letra muerta".

Se considera contradictorio y ambiguo el contenido de la ley

Se consideran que los Límites Máximos Permisibles son muy bajos.

No se han implementado los mecanismos específicos para la adecuada supervisión de una medida de esta naturaleza (no existen formatos, criterios de aplicación, instructivos etc.),

Que el certificado se ha otorgado a dos empresas y que a otra le fue negado, pero que ésta última había presentado una inconformidad

Planteamiento de Hipótesis:

El Certificado de Calidad del Agua sí es viable, en razón de que el agua es escasa y las tecnologías para el tratamiento de aguas residuales permiten alcanzar esos niveles.

6.1.1. Análisis de costo beneficio.

Hipótesis : El CCA será viable cuando los costos de extracción u obtención del agua sean superiores a los costos de tratamiento.

Revisión de la literatura sobre aguas residuales.

Supuestos :

Se encontrarían tipos y características específicas aplicables a las aguas residuales industriales.

Sería posible obtener factores de costos de tratamiento.

Resultados.

No se encontraron valores numéricos para costos de tratamiento, más bien los análisis se plantean en términos cualitativos tales como "alto", "bajo", "inadecuado", un tratamiento más caro que otro, "conveniente si..", etc.

6.1.2. Comparación de Extracción Vs. Descargas en Querétaro.

Supuesto : Que los volúmenes de extracción y descarga de los usuarios serán similares y que será posible atribuirles valores económicos, aplicando las tarifas a la extracción y los costos de tratamiento típico a las descargas.

Resultados :

Existe una gran disparidad entre los valores de los volúmenes concesionados y los valores autorizados para descargas.

Los volúmenes extraídos con un uso son descargados con un uso distinto. Por ejemplo, se solicita extracción para uso industrial y descarga de servicios.

6.1.3. Extracción Vs. Descarga por municipio y uso.

Hipótesis : El aprovechamiento del agua para usos urbano e industrial se concentrará en los centros urbanos y los usos, agrícola y pecuario, se concentrarán en municipios apartados de las principales ciudades.

Resultado :

La hipótesis es falsa; las actividades agrícolas y pecuarias también se desarrollan en los municipios urbanos, por lo que todas las actividades compiten por el recurso.1

6.1.4. Análisis de sectores industriales.

De la literatura se obtuvo que los contaminantes y los volúmenes de las descargas industriales se pueden caracterizar por su giro productivo

Hipótesis

Es posible relacionar los giros productivos de las industrias a hábitos de consumo y tratamientos característicos

Supuestos :

Que no existen variaciones significativas de entre los giros productivos manifestados por las empresas en términos de la Clasificación Nacional de Actividades Productivas que utiliza el INEGI y las actividades industriales que dichas industrias realizan.

Que los patrones de consumo y de emisión de contaminantes serán concordantes con el comportamiento macroeconómico de la entidad, específicamente con variables relacionadas con el valor agregado, tales como el PIB, el empleo y la distribución poblacional.

Resultados :

Existe muy buena concordancia entre los volúmenes típicos considerados en la literatura y los volúmenes manifestados (consumidos) en la información de recaudación.

Existe muy buena concordancia de los tipos de contaminantes típicos indicados en la literatura respecto de los manifestados en los análisis químicos, así como con los procesos de tratamiento utilizados.

Existe mucha similitud entre las variables macroeconómicas y los patrones de comportamiento del consumo

6.1.5. Perfil de contaminantes.

Hipótesis :

Que las industrias en Querétaro estarían en un nivel, apenas por encima de los LMP, o en algunos casos ni siquiera cumpliendo y que, la posibilidad de alcanzar el CCA, estaría vinculada a la implementación de infraestructura de tratamiento más sofisticada.

Resultados :

Que las industrias se ubican por encima de los niveles del CCA, en muchos casos; muy por encima de los LMP en la mayoría de los casos; y cuando no cumplen los LMP, los rebasan por varios órdenes de magnitud.

Que el desempeño en el tratamiento de las aguas residuales está ligado al tipo de tratamiento utilizado. En general, se requieren tratamientos secundarios para cumplir la NOM y terciarios para alcanzar el CCA, aunque el tipo de tratamiento depende en mayor medida del efluente a tratar.

Es evidente, que la industria en Querétaro está en posibilidades de solicitar el CCA, puesto que ya cuenta con la infraestructura de tratamiento y ya cumple con la mayoría de los parámetros

6.1.6. Análisis de aspectos económicos que inciden sobre en valor del agua.

Hipótesis :

Si la industria puede cumplir fácilmente con los parámetros del CCA, no lo hace porque la motivación de la exención de pagos por consumo no es atractiva porque el agua es demasiado barata para siquiera justificar un buen control del tratamiento.

Actividades :

Se examinaron los criterios de disponibilidad, para establecer si concuerdan con la realidad "aparente" de Querétaro.

Se consultó literatura relacionada con los esquemas de valorización del agua.

Se examinaron varios casos de industrias establecidas en Querétaro, que requieren volúmenes importantes de agua.

Resultados :

La literatura relacionada con la economía del agua establece criterios para definir si el precio que el ciudadano promedio y las industrias tienen que pagar por el agua que proviene de los sistemas municipales

Cuando el agua es cara, la ciudadanía no está dispuesta a pagar lo solicitado y ejerce presión sobre sus representantes públicos y demanda que se incrementen los niveles de calidad de los servicios. Las actividades económicas se deprimen y la industria analiza las posibilidades de obtener suministros alternativos (sus propios pozos).

Por el contrario, si el agua está subvaluada, se presentan problemáticas de acaparamiento del recurso, pues éste se considera finito y la posibilidad de que se requiera a consecuencia de los planes de expansión de las industrias, hacen atractivo el acaparamiento de los volúmenes correspondientes a los sectores menos favorecidos de la población.

En Querétaro, el clima es semiárido y el agua se tiene como un recurso valioso, se han observado muchas transmisiones de derechos de usuarios agrícolas a las industrias. Las empresas recurren a todos los mecanismos a su alcance para incrementar los volúmenes que les son concesionados.

De hecho, en el proceso de desarrollo del presente estudio, el agua se incrementó un 100%, (como resultado de un cambio en la clasificación de zonas de disponibilidad - LFD - 2001). No se observó ningún reclamo de la sociedad.

En suma, el agua en Querétaro no se considera, ni abundante, ni barata, pero la sociedad no considera el aumento como oneroso. Simplemente, se considera que el aumento es un reflejo de la realidad de la disponibilidad del recurso. Entonces, la obtención de una exención del pago de derechos, debe ser muy atractiva para la industria.

6.1.7. Análisis de penalización.

Si los niveles de incumplimiento se exceden por varios órdenes de magnitud, la penalización por contaminación también debe ser baja o bien, puede deberse a situaciones de desinterés.

Actividades :

Se graficaron los valores de las tablas de penalización para contaminantes básicos y metales pesados, observándose una curva logarítmica.

Se ajustaron los valores a una función logarítmica y se obtuvieron las penalizaciones correspondientes a los excesos detectados.

Resultado :

La emisión de contaminantes no se penaliza en forma proporcional, ni para contaminantes básicos, ni para metales pesados. Esta, responde a una función logarítmica, por lo que, si una industria relaja su control sobre los procesos de tratamiento, no habrá ninguna penalización significativa

6.1.8. Situación de Cuerpos Receptores.

Hipótesis : Se consideró que si se incrementaba la exigencia, en términos de la vulnerabilidad de los cuerpos receptores, podría lograrse un impacto favorable, tanto en la viabilidad del Certificado, como en los propios cuerpos receptores.

Actividad : Se consultaron los estudios elaborados por la Gerencia Estatal Querétaro

Resultados :

Las principales corrientes de agua que conforman el sistema de cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales en Querétaro son el sistema del Río Querétaro y el Sistema del Río San Juan. Ambos sistemas presentan altos niveles de contaminantes básicos y sus caudales son tan escasos que en algunos puntos sólo son corrientes intermitentes. Un cambio en la vulnerabilidad, no redundará en beneficios al estado de los cuerpos de agua, porque en ellos, las industrias no descargan contaminantes por arriba de los LMP y si lo hacen, éste aporte no es significativo en términos del aporte de las descargas municipales.. Los grandes contribuyentes a la contaminación de los ríos queretanos son los centros urbanos y los usuarios pecuarios. La mayoría de estos últimos no cumplen la norma, rebasando por mucho los LMP.

6.1.9. Análisis de Límites y capacidades de tratamiento..

Hipótesis :

El desinterés de la industria respecto del CCA pudiera atribuirse a la mala relación entre los parámetros del CCA, respecto de las capacidades reales de tratamiento o a que las industrias

consideren que la legislación es arbitraria y carece de fundamentos técnicos. Esto es, que algunos límites no sean realistas.

Actividades

Comparación de los parámetros establecidos en el Certificado, con aquellos de las normas ecológicas, las de salud, e incluso con las Condiciones Particulares de Descarga de algunos usuarios, atendiendo a diferencias en órdenes de magnitud. Asimismo, se examinaron los límites Máximos permisibles de contaminantes de la legislación Estadounidense.

Supuesto : Que dado que las normas son emitidas por distintas dependencias del sector público, pudieran existir discordancias entre las normas.

Resultado :

Se examinaron los distintos niveles de calidad, relativos a los tipos de cuerpos receptores, con el fin de analizar que posibilidades tienen las industrias de aplicar los descuentos a su extracción.

Salvo pequeñas variaciones en el número de parámetros considerados o en la forma de expresar sus valores, las normas son concordantes y obedecen a preocupaciones relacionadas con la toxicidad para el consumo humano (criterios de salud), más que criterios de vulnerabilidad de cuerpos de agua. Sin embargo, cada dependencia imprime a su norma características distintivas de forma.

No se aprecian variaciones de los parámetros, atribuibles a la viabilidad de los tratamientos. De hecho, en estos términos, los tratamientos adecuadamente controlados deben ser capaces de satisfacer las exigencias de la legislación estadounidense, cuyos parámetros se ubican uno o dos órdenes de magnitud por debajo del esquema nacional.

Se aprecia que los distintos niveles de vulnerabilidad de cuerpos receptores, en términos de los parámetros, están muy por abajo de lo que la industria normalmente alcanza, por lo que podría hacer efectivos sus descuentos de los derechos a pagar por extracción; esto no se hace y las autoridades no promueven este tipo de incentivos.

6.1.10. Auditoría al universo de usuarios en Querétaro

Hipótesis :

No se cuenta con la información suficiente para realizar un seguimiento histórico del desempeño de cada usuario.

De la literatura se sabe que son necesarios varios pruebas y/o mediciones analíticas para análisis y

Un examen de la situación histórica de cada usuario en términos de su nivel de cumplimiento, revelará los motivos específicos del desinterés en el Certificado

Resultados :

La mayoría de los usuarios cuenta con suficientes análisis para poder establecer sus niveles de cumplimiento. De hecho, la mayoría de los usuarios reporta con periodicidades mayores a las que la Norma ECOL 001-1996, establece. Esto, en apego a las Condiciones particulares de descarga establecidas en su título de Concesión.

No todos los usuarios tienen un excelente nivel de cumplimiento, pero todos tienen los suficientes elementos de capacidad técnica como para mejorar su desempeño. Esto se obtiene, de la observación de sus análisis en el tiempo; hay una tendencia observable del usuario a "relajar el proceso".

6.1.11. Valoración ambiental

Puesto que ninguno de los enfoques anteriores es concluyente en términos de viabilidad o conveniencia del certificado, la lógica de la medida sólo puede entenderse cuando se evalúan las perspectivas nacionales, los recursos naturales y el capital humano que la constituyen. Hasta este punto, no se ha presentado un argumento lo suficientemente convincente para que una empresa considere seriamente ir más allá del estricto cumplimiento de las leyes, en lo relativo a calidad del agua. Sobre todo, si contaminar le sale barato y le hacen descuento entre más contamina.

Si se analiza el contexto de Querétaro, no existe ninguna situación, dentro de los límites de la entidad, que obligue o haga favorable la adopción del Certificado. Sin embargo, si se analizan las perspectivas de la cuenca Lerma Chapala, un aumento en la calidad de los tratamientos de aguas residuales industriales tendrá un impacto muy favorable en los costos de tratamiento de todos los usuarios aguas abajo; para los usuarios de Guanajuato y Jalisco. Además de brindar un respiro al lago de Chapala, que recientemente a enfrentado serias dificultades. En términos de un "manejo integrado y sustentable de la cuenca, una restitución de agua con mejores niveles de calidad puede hacer viable el reuso en actividades agropecuarias para usuarios que actualmente tienen que restringir el tipo de cultivos.

Por otro lado, una de las prioridades del régimen actual es realizar inversiones importantes en saneamiento de aguas residuales, pero no se ha planteado siquiera aprovechar toda la capacidad de tratamiento subaprovechada de muchas plantas de tratamiento para operar con mucho mejores niveles de eficiencia.

Si a los responsables de la infraestructura de tratamiento se les proporcionan apoyos en la solución de dificultades como en mejorar su acceso a mediciones analíticas a bajos costos, o esquemas económicos en los que el gobierno sufrague parte de los costos de tratamiento para el saneamiento de cuerpos receptores, la infraestructura de tratamiento se aprovecharía a su plena capacidad. Lo que ocurre es que el pago de derechos por los bienes nacionales hasta ahora se concibe como una forma más de obtener ingresos para cosas como las campañas políticas, no para la restauración del medio ambiente. El pago de derechos sobre recursos naturales es de interés recaudatorio no ambientalista, los recursos, por lógica, deberían destinarse a subsanar el deterioro ambiental. Existen esquemas de descuentos para quienes mejoran la calidad de sus tratamientos, pero nada parecido a que el gobierno dedique recursos a remediar la situación de los ríos muertos. SEMARNAT no recibe

directamente los recursos que es responsable de recaudar, pero estos sí son recursos fiscales. La diferencia es que, por usufructuar los derechos del espacio aéreo en las comunicaciones, se reciben derechos y nada ni nadie sale perjudicado, porque estos son intangibles o "abstractos". En cambio, al depredar los recursos naturales, si se afecta el funcionamiento social y el equilibrio ecológico, sin retribución alguna para estos.

Actividad :

En este punto sólo se puede presentar información relativa a los esfuerzos que realiza el INEGI para desarrollar Indicadores ambientales, que buscan incorporar a las variables económicas, el impacto ambiental asociado a la productividad económica nacional.

6.2. Sistemas de Información.

6.2.1. Análisis del REPDA.

No existe relación alguna entre los volúmenes de agua concesionada y los volúmenes de descargas autorizadas

El aprovechamiento del agua responde al crecimiento poblacional y el "uso competitivo de los sectores" prevalece sobre la noción de que las actividades agropecuarias se trasladarían a áreas distintas (otros municipios) para dar paso al desarrollo urbano.

Existe una transferencia importante de volúmenes de descarga entre usos, tal como de industrial a servicios o de agrícola a industrial.

La base de datos no contiene información sobre descargas agrícolas. La falta de información y control de descargas agrícolas será un impedimento muy importante en el desarrollo de políticas económicas de beneficio al sector, por parte de la CNA y de penalización del aprovechamiento irracional del agua.

La información del REPDA, que debería ser la más confiable para la cuantificación del aprovechamiento del recurso, no es útil para determinar la viabilidad del CCA, ni de ninguna medida económica, por la forma en que se han catalogado los usos del agua. Esto se debe que no se ha utilizado la calcificación Nacional de Actividades Productivas (CNAP).

Existe un desfase significativo en cuanto a la actualización de la información de la base de datos, que es apreciable al corroborar con la información contenida en los expedientes.

Una proporción muy importante del agua aprovechada se obtiene de fuentes subterráneas, en cambio, se observa muy baja explotación de otras fuentes. Se observa un porcentaje muy bajo de aprovechamiento superficial.

6.2.2. REDAGUA

Este es el sistema de información más confiable de la CNA. Recibe un mantenimiento y actualización informática constante. Cuenta con muchas protecciones informáticas y medidas de seguridad institucionalizadas para evitar su alteración dolosa.

Se aprecian inconsistencias importantes en los consumos declarados de los organismos operadores a nivel estatal.

Debido a que las descargas se registran en tanto exceden los LMP, no se puede realizar una asociación entre consumos y descargas para determinar los derechos por consumo Vs. los derechos por descargas.

Las situaciones de incumplimiento ocurren en el sector industrial con mayores casos de incumplimiento en la Imd. Metalmecánica

Los mayores incumplimientos ocurren en la industria textil y del vestido y de procesamiento de papel. La relación entre consumos y descargas es cercana y para estos sectores es atractiva la solicitud del CCA -en principio-.

6.2.3. REPDA-REDAGUA.

La situación actual y dado el carácter autodeclarativo de los pagos de derechos, los volúmenes descargados no se conocen. Se esperaba encontrar alguna correlación entre el consumo y la descarga concesionada o declarada. La CNA no cuenta con información confiable sobre esto.

Se aprecia una clara problemática de evasión fiscal, si se comparan los montos concesionados y los recaudados

Existe una relación entre los consumos declarados y volúmenes concesionados. Aunque esta relación no es muy estrecha, sí se aprecia que la vigilancia del consumo se ejercita con mucha mayor eficacia.

6.2.4. REDAGUA-SACDAR

Existe una buena correspondencia entre los volúmenes declarados y los descargados.

6.2.5. SACDAR

Se registran los datos generales del usuario, de la descarga, el tipo y características del tratamiento utilizado, el uso o disposición de las aguas y los lodos, así como el perfil de contaminantes (la situación "actual" del usuario).

El SACDAR es una hoja de cálculo no un sistema de bases de datos que permita hacer un seguimiento histórico de las descargas contaminantes de cada usuario.

Se observa de las distintas versiones del "sistema" utilizadas, que no existen criterios informáticos para la administración de los datos. El responsable de la captura del cúmulo de información es también el arquitecto del sistema. La institución no cuenta con criterios respecto a la relevancia y/o requerimientos de información.

Por sí sólo, el SACDAR no proporciona el perfil de contaminantes, ni genera reporte alguno. De hecho, su único uso es generar un valor agregado de la carga contaminante a nivel estatal. El análisis sectorial de los contaminantes es un concepto propuesto por quien suscribe no se utiliza en CNA.

6.3. Parámetros contaminantes en la Legislación.

Se analizó la correspondencia entre los valores contenidos en la legislación (que son los de la Norma ecológica), y los de las normas emitidas por el sector salud. Se encontró que la fijación de límites y parámetros obedece a estos criterios y que, si existen diferencias, éstas pueden atribuirse a errores administrativos y no a acciones deliberadas.

Los parámetros considerados como de mayor riesgo en la Normalización del sector salud, corresponden a los de mayor penalización en el ámbito legal.

Los parámetros para el reuso de las aguas residuales corresponden con la normalización de salud y la penalización legal.

Las descargas a redes de drenaje y alcantarillado se rigen bajo los mismos criterios normativos, en términos de la normalización de salud. La responsabilidad del tratamiento de metales pesados corresponde a las industrias, aún cuando estén conectadas a la red municipal.

Tratamientos.

Los resultados del perfil de contaminantes, el examen de los expedientes -por empresa- (análisis de laboratorio individuales), revelan que, casi la totalidad de las empresas cuentan con procesos de tratamiento secundarios.

La infraestructura de tratamiento está caracterizada por la utilización de diseños constituidos por "obras civiles", en contraposición al empleo de diseños "modulares".

La calidad de las obras de infraestructura y de los resultados de los análisis se relaciona proporcionalmente con los niveles de calidad de las empresas en sus productos, sistemas, procedimientos, personal, etc. Los niveles más importantes de incumplimientos pueden asociarse a empresas que recibieron beneficios del estado o formaron parte de él. Sin embargo, existen situaciones contradicciones; en la industria refresquera la calidad de los productos, servicios y tratamientos, no siempre está asociada a un cumplimiento cabal de las disposiciones administrativas o fiscales (tienen buenos abogados).

Existe un conjunto de empresas, instituciones y usuarios, que no cuentan con la infraestructura de tratamiento o que realizaron inversiones en ésta y que no cumplen con los parámetros esperados. Por lo general, son las empresas pequeñas y medianas o las nacionales.

Independientemente de los niveles de cumplimiento o incumplimiento, la experiencia institucional y de campo es un factor fundamental en la definición de "los buenos" y "los malos" usuarios. Los parámetros pueden cumplirse pero la actividad del usuario puede estar ocasionando daños importantes al medio ambiente, o bien, un usuario puede ser administrativamente irresponsable o cometer prácticas evasivas, pero tener infraestructura de tratamiento adecuada a sus necesidades y operarla correctamente.

La mayoría de los usuarios cumple con las disposiciones técnicas y administrativas en vigor, por lo que no se puede descalificar el sistema de administración del agua y de las descargas de aguas residuales, porque algunos usuarios cumplan inadecuadamente. Las razones de fondo para las prácticas de incumplimiento, casi siempre pueden atribuirse a situaciones técnicas o económicas que condicionan el comportamiento de sus representantes ante las autoridades.

Los usuarios han realizado inversiones importantes en materia de infraestructura de tratamiento y ésta no da los resultados necesarios para cumplir con la NOM, porque los procesos de tratamiento no corresponden a las necesidades planteadas por el proceso productivo.

Los usuarios solicitan información al personal de "Ventanilla Única", en relación a infraestructura, tratamientos y sistemas, y no se está en posibilidades de proporcionar orientación porque las Gerencias Estatales no cuentan, ni siquiera con los criterios relativos a la administración de aguas residuales, que establezcan las acciones necesarias al interior de la institución, mucho menos cuentan con material de divulgación.

6.4. Prácticas de administración de las descargas de aguas residuales en CNA.

La propia naturaleza compleja de la administración de los residuos trae como resultado complejidades inherentes, en relación con la administración de la información y control de las conductas anómalas en el cumplimiento de la legislación y normatividad técnica y administrativa.

Las autoridades de los niveles regional y estatal, se ven rebasadas por la complejidad de los problemas y las limitaciones que enfrentan en la toma de decisiones. Las Gerencias Estatales no tienen las facultades para actuar en forma independiente y tienen la obligación de acatar los lineamientos de los niveles regional y central. Además, la información no fluye adecuadamente entre los niveles estatal, regional y central, porque quien diseña los reportes, no tiene contacto directo con las problemáticas.

La institución simplemente no cuenta con los recursos -materiales y humanos- para hacer frente a esta problemática. No hay equipo suficiente ni personal que tenga los conocimientos suficientes para desarrollar sistemas de información y realizar su implementación exitosa.

Aun si todos los aspectos materiales y humanos se resolvieran en el ámbito de los mandos medios, de todos modos no se están tomando decisiones estratégicas adecuadas en los niveles superiores. A veces no se ejercen los procedimientos de imposición de sanciones, por no ocasionar problemas políticos de peores consecuencias. (adeudos municipales de derechos de agua, sanciones para emisión de contaminantes, etc. Se conocen bien los usuarios omisos, pero no se pueden cobrar los adeudos por descargas, porque el usuario dejaría de pagar los derechos por extracción durante el periodo del litigio, etc. etc.).

En promedio, la calidad de las descargas de aguas residuales de la industria manufacturera de Querétaro no es mejor que los límites máximos permisibles establecidos por la normalización vigente.

Independientemente de que existan plantas de tratamiento de tipo primario y/o secundario, éstas no siempre son adecuadas para los influentes a tratar, por lo que los límites se exceden, con valores de dos o tres órdenes de magnitud, por encima de lo permitido.

El hecho de que las descargas de algunas empresas grandes se realicen a los sistemas de drenaje municipal no implica que éstas no traten con buena calidad sus descargas, e inversamente, conectarse a la red de drenaje municipal no exenta a las empresas micro y pequeñas de su responsabilidad de contar con una planta de tratamiento para su descarga.

El perfil de contaminantes descargados a las redes de drenaje municipal concuerda con lo esperado, respecto a lo indicado en la literatura para los sectores industriales involucrados. Se presentan descargas del sector de alimentos y bebidas y de la industria metalmeccánica. Esto es, las descargas se asemejan al perfil de contaminantes que pueden tratar las plantas municipales.

Las descargas pecuarias representan una importante fuente de contaminantes básicos vertida a los cuerpos receptores, sobre la que el mecanismo económico -de tributación- vigente no ejerce ningún control.

Aunque para realizar este análisis se utilice información de los promedios de los distintos sectores de la industria manufacturera, estos valores no son representativos de la gran mayoría de los casos de industrias que si cuentan con muy buenos niveles de calidad en sus descargas. Muchas de ellas están en posibilidad de obtener el Certificado, o bien, cuentan con sistemas de tratamiento adecuados en relación al tipo de actividades que realizan.

Los valores promedio de calidad de las descargas, más bien reflejan el asimétrico grado de desarrollo de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

El análisis muestra que en el sector de Alimentos y bebidas se generan valores para DBO, SST y grasas y aceites, muy por encima de los límites máximos permisibles en vigor. Esto sugiere que los tratamientos empleados son inadecuados, puesto que la remoción de este tipo de contaminantes tiene lugar en los tratamientos primario y secundario o que la infraestructura de tratamiento no se ha desarrollado a la par con sus procesos productivos..

Los valores promedio también muestran que existe una tendencia respecto a que, si se exceden los LMP, entonces se exceden por mucho, esto es, el índice de incumplimiento alcanza valores de 50, 100 o hasta 200 veces lo debido, cuando la Ley Federal de Derechos sólo contempla un exceso de 5. Esto significa que el contribuyente es libre de exceder los LMP, siempre y cuando cumpla con las contribuciones para índices de incumplimiento menores o iguales a 5.

La legislación vigente establece que el contribuyente puede pagar los derechos correspondientes al contaminante mayor de todos sus contaminantes. Esto trae como consecuencia que una empresa puede tener índices de incumplimiento de 200 veces en un contaminante, de 150 en otro de 100 en otro más, etc., y sólo pagar derechos por un factor de 5 para el contaminante con el índice de incumplimiento de mayor valor.

Por otro lado, existen industrias con políticas ambientales responsables, cuyos tratamientos están muy por encima de LMP, incluso son superiores a los necesarios para el CCA, mismas que no aprovechan los beneficios de la exención.

El análisis de las descargas de aguas residuales industriales y municipales de Querétaro no proporciona información contundente respecto de la viabilidad del CCA, pero sí revela que alcanzar los límites establecidos y operar procesos industriales "sustentables", no sólo es posible, sino conveniente. El resultado del análisis es que el CCA es técnicamente factible y viable, si se utilizan altos volúmenes y se cuenta con la infraestructura, el único impedimento parece ser el alto costo del control más riguroso de los procesos de tratamiento (en términos de costos de medición y/o análisis y por la supervisión mucho más estricta por parte de CNA).

Existe una clara asociación de los "buenos valores" de parámetros contaminantes, consumos, descargas, "renombre", con la buena salud de las empresas. Las empresas industriales con una política de calidad, lo reflejan en el producto, en el servicio, en la productividad, en la interacción con su entorno socioeconómico, así también en la consideración de su manejo del agua, como parte de su proceso industrial. En cambio, las empresas con malas políticas y mala salud, lo reflejan en los mismos aspectos; son improductivas, tienen mala fama, dan mal servicio, tienen una conducta consistente de defraudación al fisco, sobornan a los inspectores, ocultan la información sobre su manejo del agua, y peor aún, reciben o han gozado de algún apoyo o estímulo del gobierno.

Se buscó establecer una relación entre los volúmenes de extracción Vs. descargas de aguas residuales, que permitiera emitir una recomendación respecto de la viabilidad de que los costos de tratamiento de las aguas residuales sean menores a los de la extracción. Desde este punto de vista, son atractivos los procesos de lavado de productos de papel y cartón y de lavado de fibras de la industria textil, si operan dentro de los márgenes de las especificaciones del CCA. Sin embargo, esto no significa que estas industrias operen con calidad en el manejo del agua, es decir, que utilicen buenas prácticas de administración del agua.

Aun cuando pudiera existir un proceso industrial que no produce sobre el agua ninguna alteración en sus características físicas y químicas, se está generando un desequilibrio en el medio ambiente, al migrar el agua de un acuífero a un cuerpo de agua superficial. Esta no constituye una práctica buena o racional, en términos de la sobreexplotación de los

mantos acuíferos. Sin embargo, este fenómeno ocurre de todos modos, con o sin Certificado de Calidad, la diferencia consiste en que el Estado Mexicano reciba un pago por la afectación de sus recursos naturales. El deterioro ecológico es mucho mayor si se permite la utilización de aguas de primer uso para actividades agropecuarias, sin que éstas causen derecho alguno.

6.5. Aspectos Legales.

El análisis de las cifras proporcionadas por los sistemas de información y monitoreo de los usuarios, es el medio más apropiado para detectar la problemática existente "de primera mano". Con fundamento en la información se detectan las prácticas actuales y las tendencias que, pueden o no, ser el reflejo de los requerimientos técnicos que, teóricamente deben determinar la evolución de la legislación vigente. Los siguientes comportamientos:

Esto es, para la elaboración de las leyes deben de considerarse las posibilidades técnicas y éstas deben determinarse con fundamento en un esfuerzo de normalización, producto de una consulta con los sectores industriales. Las normas no tienen el carácter de leyes, por eso, al incluir los textos de éstas en las leyes, se incurre en un vicio de exceso de rigor en la ley y falta de especificidad en la normalización. La LFD tiene un carácter de ley fiscal y su proceso de aprobación es de esta naturaleza. Por ello, no es un proceso de análisis técnico-científico fundamentado en criterios de factibilidad, sino en la voluntad "democratizadora" de los legisladores de oposición o en las tendencias progresistas o del impulso al libre mercado, aún a expensas del medio ambiente como consecuencia de la falta de esquemas sustentables de generación de riqueza.

Los estudios disponibles realizados en los principales ríos de Querétaro reflejan un grado de deterioro tal, que éstos ni siquiera son aptos para el uso en riego agrícola, por el alto grado de contaminación de las descargas, urbanas, industriales y agrícolas. Muchos de los afluentes de los principales ríos ahora se han convertido en basureros secos, que constituyen un riesgo para la salud y seguridad de la población y son un ejemplo del desastre ecológico y socioeconómico que viviremos en algunos años.

En la LFD, los cuerpos receptores de Querétaro están considerados como "tipo A", lo que significa que no se les considera de alta prioridad o vulnerables (es comprensible, si ya son basureros secos, para qué considerarlos vulnerables). Sin embargo, la infraestructura hidráulica disponible se ve seriamente afectada cuando son malas las condiciones meteorológicas, porque la basura y contaminantes de los cuerpos receptores se moviliza a las fuentes de abastecimiento o aprovechamiento de otras localidades.

La comparación de los límites permisibles de contaminantes establecidos en la legislación, para cada una de los tipos de cuerpo receptor y del CCA, muestra que los órdenes de magnitud para los metales pesados son muy dispares. Esto sugiere que no se toma en cuenta la factibilidad técnica de la remoción de contaminantes y sólo se utiliza el criterio de "vulnerabilidad".

Sería conveniente contar con una norma en la que se establecieran parámetros esperados (de entrada y de salida) para cada tipo de proceso de tratamiento. Esto permitiría una selección más adecuada de los procesos por autoridades municipales y Estatales, que no necesariamente están familiarizadas con las nuevas tecnologías y que son susceptibles a

manipulaciones por argumentos técnicos incorrectos. La oficialización de los criterios de selección no afecta el desarrollo de las actividades comerciales en este sector, sólo establece los parámetros de calidad con los que las autoridades habrán de seleccionar los tratamientos municipales.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

7. Propuestas.

Una recopilación tan extensa de información sobre la situación del agua y sobre las características específicas de Querétaro no tendría ningún sentido por el sólo hecho de presentar la visión gubernamental y los esfuerzos realizados en el ámbito institucional.

De continuar así la situación del manejo del agua se generarán graves problemas técnicos que derivarán en demandas sociales insatisfechas por la incapacidad de las autoridades e instancias independientes para proveer el vital líquido a todos los usuarios.

Existe también la problemática de encuadrar el manejo de los recursos naturales en el modelo económico de mercado, que está influenciado por muchos factores externos, tanto en el contexto internacional como por el comportamiento de otros sectores.

Así como se presentó la estructura del presente trabajo, puede entenderse también que las propuestas pueden formularse en los ámbitos técnico, económico y legal y que la magnitud y velocidad de los cambios de las prácticas en un ámbito afectan a los otros y que ninguno de estos ejerce una influencia preponderante sobre los otros.

Aunque pareciera que los desarrollos tecnológicos tienen mayor peso específico que las políticas económicas o esquemas legales, la aplicación de los avances técnicos a la actividad industrial esta determinada principalmente por los costos de su aplicación. Esta situación puede apreciarse en el caso específico de Querétaro, en cuanto a que desde el punto de vista técnico, son posibles mucho mejores niveles de calidad de descargas de aguas residuales, mas no viables.

7.1. Medidas tecnológicas

7.1.1. Promoción de sistemas modulares de tratamiento

La información presentada en las secciones anteriores y particularmente la revisión de los casos particulares de las industrias en los distintos subsectores, muestra que los cambios en las necesidades de tratamiento de las descargas industriales varían mucho a consecuencia de las necesidades de las empresas para adaptarse a mercados cambiantes y competitivos. Los sistemas de tratamiento de aguas residuales con que cuentan fueron diseñados para un proceso específico y con el propósito ulterior de obtener la autorización de instalación de la planta.

Por ello, se propone la modificación de los criterios para la autorización del establecimiento de industrias en los distintos ámbitos de gobierno, con el fin de que en ellos se requieran sistemas de tratamiento que realicen, por lo menos, tratamientos que cumplan con la NOM-ECOL-001-1996, para condiciones de entrada de aguas crudas o de las típicas del subsector industrial en cuestión y también para las "peores condiciones" del subsector. Las peores condiciones del subsector, son las que se fijan en otra norma oficial en las que se definen las condiciones de los subsectores de la industria.

Esto sólo lo permite un sistema de tratamiento adaptable (modular) y el desarrollo de éste es el resultado de la aplicación de criterios de diseño modulares

7.1.2. Compatibilización de sistemas de Información.

Las labores de vigilancia, supervisión y control de los recursos nacionales no puede ejercerse sin que se cuente con sistemas de información que permitan la toma de decisiones acertadas. Los sistemas de información con que cuentan las instituciones son el resultado de muchos esfuerzos independientes de profesionales de informática que no trabajan bajo criterios uniformes expedidos por las instituciones gubernamentales a las que prestan sus servicios. En todo caso, se rigen por los criterios de la mejor solución informática para el problema, considerando los recursos disponibles.

En el ámbito institucional de CNA, este es un problema recurrente en virtud de que la estructura organizacional está constituida por distintos ámbitos, mismos que reciben distintas asignaciones de recursos materiales y económicos, para los cuales tienen cierta autonomía de administración. No siempre se dispone de recursos o directrices para la adquisición de equipos de cómputo, paquetes y sistemas de interconexión. El resultado es que hay distintos grados de desarrollo de los sistemas de bases de datos.

La propuesta en este sentido es que no se utilice un sistema "prefabricado" para la información requerida por la legislación, necesaria para la administración y supervisión de aguas residuales y en lugar de ello, que se capacite a personal en las materias de "administración de aguas residuales" y en desarrollo de bases de datos" y que su responsabilidad laboral sea la de garantizar la compatibilidad de los sistemas de bases de datos.

7.1.3. Expedición de Norma Oficial Mexicana que establece criterios para la selección y adquisición de plantas de tratamiento.

El sustento de la modularización del diseño de sistemas de tratamiento que se propone en el punto anterior es la posibilidad de que exista una Norma Oficial Mexicana que establezca los parámetros de calidad del agua, en función de los procesos de tratamiento en forma cuantitativa, (definiendo condiciones de entrada y salida esperadas en los distintos sistemas de tratamiento).

Esta tarea no es fácil porque implicaría que instituciones científicas y tecnológicas realizaran un esfuerzo de vinculación con las empresas fabricantes de equipos y sistemas de tratamiento. Sin embargo, el producto final –la norma- permitiría a los distintos adquirentes de productos y servicios para el tratamiento de aguas residuales saber si los equipos y/o sistemas que instalan o los proyectos de diseño cumplirán con requerimientos técnicos mínimos.

Es importante señalar que en muchos otros sectores económicos y giros industriales existen normas que homogeneizan los diferentes dispositivos que son las partes y componentes de sistemas más complejos. Ejemplos de esta práctica de estandarización, las industrias automotriz, electrónica, química y de telecomunicaciones. El prever la necesidad de la estandarización de los sistemas y procesos de tratamiento de aguas residuales, no está fuera de orden ni representa una carga de trabajo excesiva para las instituciones responsables de la emisión de normas ni para los potenciales proveedores de equipos de tratamiento, representa

más bien una oportunidad económica para mejorar la comercialización de sus productos.

7.2. Reformas a la legislación.

7.2.1. Ley Federal de Derechos

La Ley Federal de Derechos es un ordenamiento fiscal y todas las disposiciones de carácter técnico como valores de normas, procedimientos de muestreo, ecuaciones que definen parámetros de calidad del agua, no deberían aparecer en ella. Sin embargo, por razones históricas, por candados fiscales a la industria, por situaciones políticas, etc. etc., dichos criterios técnicos aparecen y complican su proceso de modificación. Sobre todo, si lo que se quiere modificar son cuestiones técnicas.

7.2.2. Reforma al esquema tarifario para el control de contaminantes en las descargas de aguas residuales.

El monto de los derechos correspondientes a las descargas de aguas residuales que presentan contaminantes que exceden los LMP, se determina mediante valores consignados en tablas.

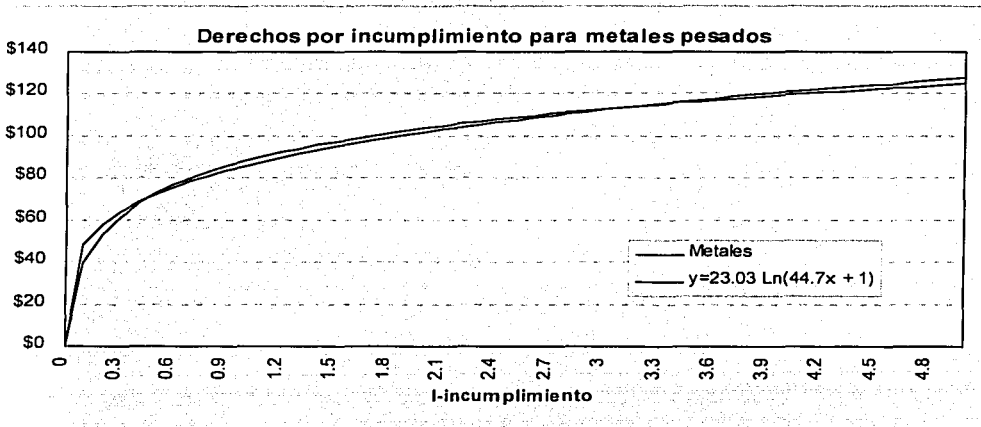
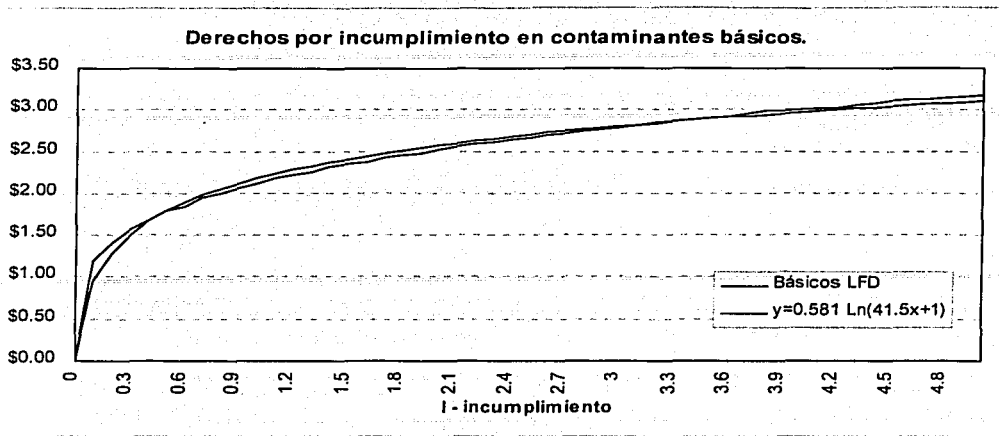
Para los contaminantes que no pueden expresarse como concentraciones (pH, coliformes fecales, temperatura, etc), se utilizan tablas para tomar los valores de forma directa.

Para los contaminantes básicos, metales pesados y cianuros, que pueden expresarse en concentraciones (mg/l), se calcula la carga (kg) vertida al cuerpo receptor.

Se determina el índice de incumplimiento para los contaminantes que rebasen el LMP, como:

$$I = \frac{\text{Dato} - \text{LMP}}{\text{LMP}}$$

El resultado se multiplicará por el monto de la Tabla 3 Art. 288-C, Fracción 3, de la LFD



La gráfica muestra dos curvas, una representa el conjunto de puntos correspondientes a los intervalos establecidos por la LFD para el índice de incumplimiento de los LMP en descargas de aguas residuales, y la otra corresponde a la ecuación que se obtiene mediante el ajuste de la curva utilizando el método de mínimos cuadrados.

Se puede apreciar que, salvo por una pequeña desviación, la curva es una ecuación de la forma:

$$y = b \ln(mx + 1)$$

Conforme se incrementa b , el tamaño de la curva se incrementa, pero ésta conserva su forma.

Conforme se incrementa m , su tamaño permanecerá constante pero su intensidad variará, haciéndose más pronunciada, en un intervalo más corto de variación de la variable independiente.

Del análisis del perfil de contaminantes y de las gráficas de las funciones que establecen las tarifas en función de los excedentes respecto del índice de incumplimiento se desprende que, cuanto mayor sea el exceso en el incumplimiento de los límites máximos permisibles, menor será la carga fiscal y mayor el incentivo para realizar un manejo inadecuado de las aguas residuales.

El perfil de contaminantes muestra que existen empresas con índices de incumplimientos de hasta 160 veces los LMP.

La legislación en vigor prevé que el contribuyente está obligado a pagar derechos por sólo el contaminante que haya sobrepasado los LMP con el mayor índice de incumplimiento y se le exime de los derechos correspondientes a todos los demás que sobrepasen los LMP.

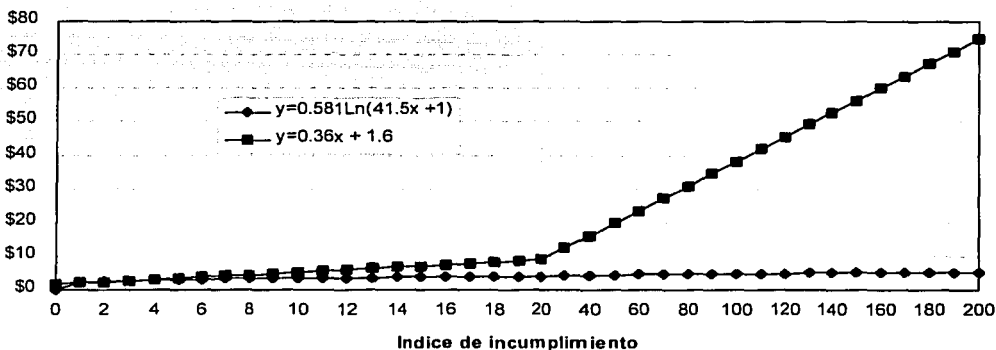
Esto se explica debido a que la relación tributaria es "no lineal" (sufre un incremento brusco para los valores bajos de la variable independiente y luego éste se hace mucho menor conforme los valores aumentan).

En las figuras se observan muy buenos ajustes de los valores consignados en la tabla ---- con respecto de la ecuación logarítmica presentada. El objeto de determinar una ecuación era el de examinar el efecto del incumplimiento en términos de los derechos pagados. La similitud de los valores graficados con una expresión logarítmica, condujo a la idea de determinar la ecuación y substituir los valores de los incumplimientos inmoderados, para determinar los derechos que les corresponde.

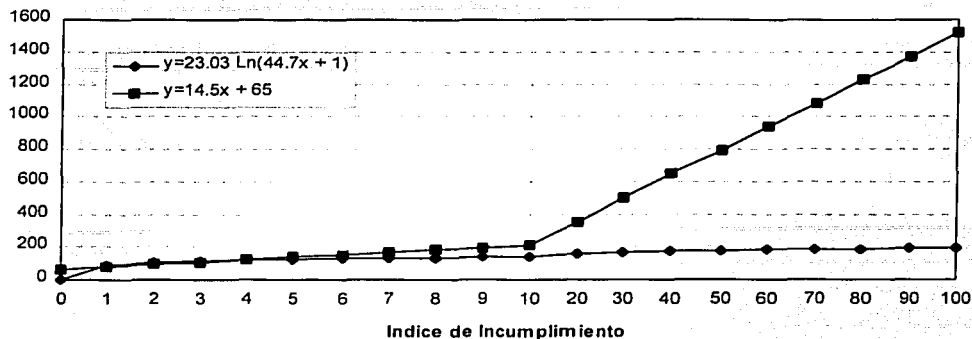
Las siguientes gráficas muestran lo que ocurre para índices de incumplimiento inmoderados, tanto en la situación actual (ec. logarítmica obtenida) de inequidad, como en una situación de proporcionalidad en el pago de derechos, para incumplimientos inmoderados.

Se presentan dos escenarios; uno en el que se utiliza una ecuación de "línea recta" y otro en el que se modifican gradualmente los coeficientes de la expresión logarítmica.

Derechos por incumplimiento en contaminantes básicos



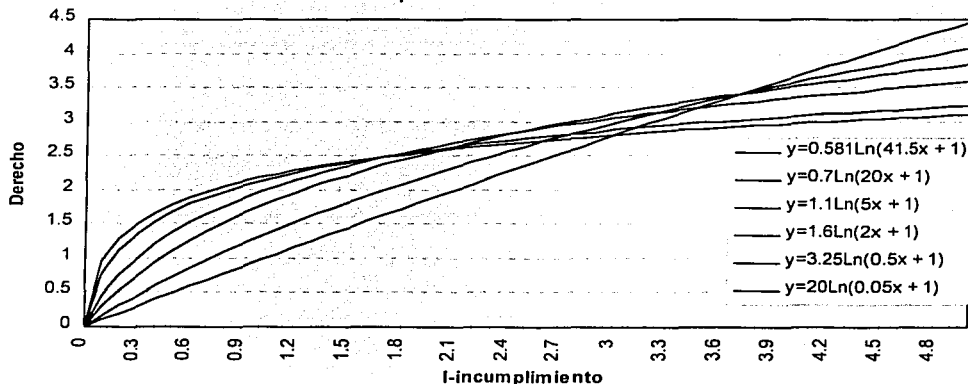
Derechos por incumplimiento en metales pesados

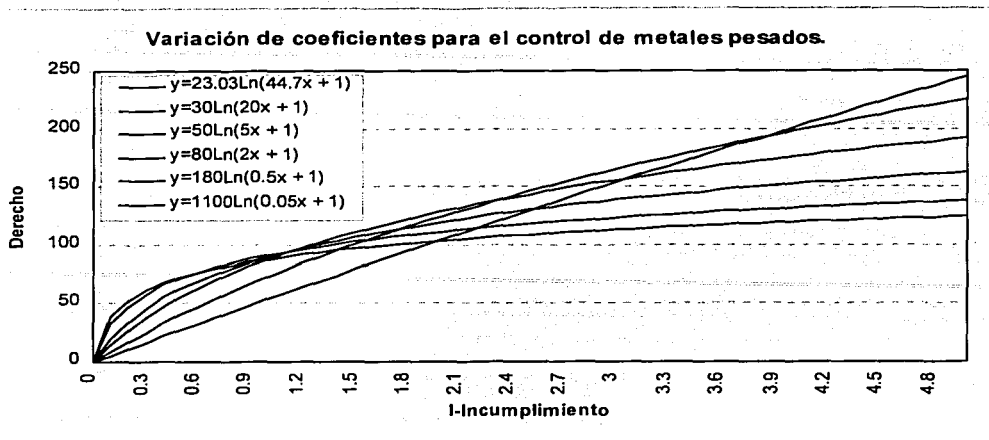


Las figuras muestran lo que ocurre, por un lado, el parecido respecto de los valores de los derechos cuando los índices de incumplimiento son "razonables", por otro, lo que sucedería en una situación en la cual, se determine que la inequidad debe eliminarse y que el contribuyente está obligado a pagar en forma proporcional a los contaminantes que emite. La parte derecha de las figuras muestra una penalización elevada, pero concordante con los niveles de incumplimiento (sin suavización). Cabe señalar que la penalización presentada en la ecuación lineal se determinó utilizando una relación equivalente a la expresión logarítmica. Para esto, se determinó la pendiente de la curva de los valores consignados en la LFD y se inició la curva con la aportación base (ordenada al origen).

La otra opción a considerar es la modificación gradual de la estructura tarifaria, de modo que se obtenga la proporcionalidad de la penalización, pero sin que la modificación tome por sorpresa a los usuarios, que probablemente no tendrían la posibilidad inmediata de modificar sus sistemas de tratamiento. Podría hacerse una modificación anual de los valores consignados en la tabla correspondiente

Variación de coeficientes para el control de contaminantes básicos





En el segundo caso, una modificación de la ecuación generadora de los valores que se linealizan, viene acompañada de una reducción substancial de los pequeños incumplimientos, por lo que pudieran aparecer incumplimientos bajos en muchos casos. La medida conveniente es introducir gradualmente, la obligación de realizar pagos de derechos por todos los contaminantes que rebasen los LMP, por ejemplo, uno por año, según la rapidez con la que se linealice la expresión logarítmica.

Ambas opciones presentadas aquí tienen ventajas y desventajas. La primera puede adoptarse parcialmente, dejando los valores generados por la expresión logarítmica (actuales) en la tabla correspondiente y haciendo la referencia a una ecuación lineal de línea recta, para incumplimientos mayores a 5.

Es importante entender que los infractores no son significativos en número, sino en cuanto a su capacidad para deteriorar aceleradamente un cuerpo receptor o un acuífero. Una reforma del esquema tarifario, no será muy perceptible a quien mantiene adecuadamente su infraestructura de tratamiento y por el contrario, será contundente para quien no.

En otro orden de cosas, es importante entender el origen de la "suavización" de la penalización. Las curvas para la determinación de cuotas de derechos se introdujeron con anterioridad al Programa de Acciones para Mejorar la Calidad de las Descargas de Aguas Residuales (PAMCAR), por lo que en la fecha en que la legislación fue aprobada, no existía ninguna posibilidad de manejar los incumplimientos inmoderados. Actualmente, una empresa infractora puede adherirse al correspondiente Decreto, presentando ante CNA un programa de acciones, quedando exento del pago correspondiente.

7.2.3. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

En esta ley se establece que las empresas deben contar con un estudio de impacto ambiental que será analizado por la dependencia responsable, sin que se defina en ámbito de competencia de los distintos niveles de gobierno que se harán cargo del análisis del estudio. Una vez autorizada la instalación de la infraestructura industrial, no se ejerce ningún control sobre la continuidad del giro productivo de la empresa, ni sobre las modificaciones a la

estructura de las sociedades mercantiles, o sobre el ramo de las empresas. Esto da lugar a grandes vacíos y lagunas legales en cuanto a que, por ejemplo, las instalaciones industriales dejen de operarse y los residuos peligrosos queden desatendidos o bien, que se modifiquen los procesos industriales o los insumos y a consecuencia de ello, cambie la naturaleza de los residuos.

La propuesta en este sentido es realizar modificaciones a la ley o el reglamento en cuanto a hacer referencias específicas a las normas oficiales mexicanas vigentes que establecen las características específicas de procesos de manufactura "conocidos" y la emisión de normas que permitan contar con criterios de evaluación para los estudios de impacto ambiental.

7.2.4. Ley de Sociedades Mercantiles.

En esta ley se definen las características de las "sociedades mercantiles", los lineamientos para su constitución, operación, derechos y obligaciones como "entidades legales" y su disolución.

La problemática consiste en que existe demasiada libertad en la disolución y reconfiguración de la estructura de las sociedades mercantiles, que se utiliza para eludir las responsabilidades fiscales y las relacionadas con la administración adecuada de los residuos industriales. Es común que muchas industrias hagan modificaciones periódicas de sus razones sociales y enajenen sus instalaciones en precios ridículos para evitar responder por los deterioros ocasionados al medio ambiente que las circunda.

La modificación en esta ley sería en limitar la posibilidad de la disolución de entidades legales hasta en tanto se verifique que no se han ocasionado deterioros ambientales graves imputables a la sociedad mercantil que está por desaparecer o reconfigurarse

7.2.5. Ley de Aguas Nacionales.

Existe una problemática relativa a las fuentes de contaminación no puntuales que principalmente se relaciona con la falta de control de las descargas agrícolas, que normalmente terminan por verterse a los cuerpos de agua, que son las fuentes de abastecimiento de usuarios aguas abajo.

Las modificaciones que permitirían solventar esta problemática serían en el sentido de prohibir la descarga directa de flujos de riego agrícola, sin que exista un "tiempo de retención", que permita la digestión de las materias orgánicas y la bioabsorción de substancias como fertilizantes y plaguicidas, en lugares distintos a los cuerpos de agua (lagunas de sedimentación y estabilización).

7.3. Medidas Económicas.

7.3.1. Revisión del esquema de subsidios al uso agrícola

Independientemente de todos los aspectos sociales y políticos que afectan la situación del campo en México, el agua no se aprovecha racionalmente. Los sistemas de riego no son los adecuados, tanto en oportunidad como en eficiencia. El agua es un recurso que no es

fácilmente renovable y en el riego agrícola se desperdician cantidades importantes, casi equiparables al consumo de las ciudades circundantes a los puntos de cultivo. Por otro lado, la distribución del recurso en el sector agropecuario es inequitativa también lo son los recursos con los que cuentan los productores, tanto en áreas de cultivo, como en los recursos disponibles para la explotación de las mismas.

Adicionalmente, e independientemente del valor del recurso, no se ejerce ninguna supervisión respecto de los volúmenes de agua utilizados, salvo la correspondiente a establecer en la concesión, la dotación anual del recurso. y requerir que el usuario cuente con sistemas de medición (situación que no se respeta).

Por estas razones sería conveniente considerar la aplicación de un esquema de diferenciación de la capacidad económica de los productores, de modo tal que se pueda ejercer una política de control directo o de compensación económica. Aunque teóricamente, sería mejor eliminar el subsidio al uso agrícola para que el bien adquiera su valor de mercado; la realidad socioeconómica del campo no lo permite. Sería necesario que existieran mecanismos alternos de restitución de los recursos económicos erogados por el consumo de agua.

Debe considerarse la eliminación del subsidio al uso agrícola como una situación ideal, que en la realidad no será practicable, y para la cual, deben eliminarse todas aquellas inadecuaciones del marco legal vigente que hacen que la medida sea impracticable. Por ejemplo, proporcionar los elementos económicos al productor como para que pudiera hacer rentables sus actividades considerando que deberá erogar cantidades importantes de recursos si paga derechos de agua.

7.3.2. Modificación del Sistema de Cuentas Nacionales del INEGI.

A lo largo de la historia la configuración geopolítica del mundo se ha definido por la capacidad de los pueblos para apropiarse de los territorios y de explotar los recursos que en ellos se encuentran, incluso a los habitantes nativos. No es extraño que nuestro concepto de explotar los recursos naturales esté tan fuertemente arraigado en nuestra forma de concebir a la nación y a los sistemas que esta utiliza para contabilizar sus riquezas. Sin embargo en un mundo en el que ya no hay territorios por conquistar ni riquezas por descubrir, esta forma de concebir a la tierra como algo a lo que hay que arrancarle las riquezas ya no funciona. El planeta es para propósitos prácticos, un sistema cerrado compuesto por sistemas interconectados e interdependientes. Las fronteras territoriales no existen. Los recursos de una nación no son renovables porque al acelerado grado de explotación que permite la infraestructura industrial moderna, la naturaleza no puede reparar los estragos causados por las actividades humanas. Desde el punto de vista del estado nación, no existe ya la posibilidad de adquirir activos por medio de la conquista, y las actividades de sus ciudadanos paulatinamente degradan sus inventarios de recursos. Eventualmente, los recursos terminarán por agotarse, por lo que desde el punto de vista de la nación, si no quiere desaparecer, debe recibir alguna compensación por el usufructo de sus recursos.

En años recientes y consientes del acelerado deterioro y degradación de los recursos, el INEGI ha iniciado los trabajos tendientes a revalorizar los recursos naturales. Sin embargo, no se han incorporado a la clasificación de actividades "productivas" las que contribuyen a la reparación de los deterioros ecológicos, tales como el tratamiento de las aguas residuales. Aunque pueden existir empresas que se dediquen a la descontaminación, sus actividades no

se consideran como "productivas" porque no generan valor agregado desde el punto de vista de la macroeconomía.

La propuesta sería la de incorporar "actividades productivas" de descontaminación y reposición de recursos naturales, tales como la bioremediación. Lo anterior, sobre la base de que, si bien estas no generan valor agregado como resultado de la transformación, lo recuperan como resultado de un proceso industrial, generan empleos, tienen clientes —el estado o las empresas contaminadoras—, y generan riqueza para la nación como resultado de la recuperación de la que los inventarios nacionales han perdido.

Desde la perspectiva fiscal, la lógica sería exactamente la misma, las contribuciones fiscales en la forma de derechos se fundamentan en la necesidad que tiene la nación de obtener beneficios económicos por la concesión de sus recursos independientemente de que en la práctica, los recursos se utilicen para fines distintos de los de la reposición de los recursos perdidos.

La propuesta consiste en permitir a las industrias y entidades que tienen infraestructura de tratamiento sobrada, el operar esta a su plena capacidad para el tratamiento de aguas residuales, a cambio de exenciones fiscales de contribuciones causadas en otros rubros.

8. Conclusiones.

En promedio, la calidad de las descargas de aguas residuales de la industria manufacturera de Querétaro no es mejor que los límites máximos permisibles establecidos por la normalización vigente.

Independientemente de que existan plantas de tratamiento de tipo primario y/o secundario, éstas no siempre son adecuadas para los influentes a tratar, por lo que los límites se exceden, con valores de dos o tres órdenes de magnitud, por encima de lo permitido.

El hecho de que las descargas de algunas empresas grandes se realicen a los sistemas de drenaje municipal no implica que éstas no traten con buena calidad sus descargas, e inversamente, conectarse a la red de drenaje municipal no exenta a las empresas micro y pequeñas de su responsabilidad de contar con una planta de tratamiento para su descarga.

El perfil de contaminantes descargados a las redes de drenaje municipal concuerda con lo esperado, respecto a lo indicado en la literatura para los sectores industriales involucrados. Se presentan descargas del sector de alimentos y bebidas y de la industria metalmeccánica. Esto es, las descargas se asemejan al perfil de contaminantes que pueden tratar las plantas municipales.

Las descargas pecuarias representan una importante fuente de contaminantes básicos vertida a los cuerpos receptores, sobre la que el mecanismo económico –de tributación– vigente no ejerce ningún control.

Aunque para realizar este análisis se utilice información de los promedios de los distintos sectores de la industria manufacturera, estos valores no son representativos de la gran mayoría de los casos de industrias que si cuentan con muy buenos niveles de calidad en sus descargas. Muchas de ellas están en posibilidad de obtener el Certificado, o bien, cuentan con sistemas de tratamiento adecuados en relación al tipo de actividades que realizan.

Los valores promedio de calidad de las descargas, más bien reflejan el asimétrico grado de desarrollo de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

El análisis muestra que en el sector de Alimentos y bebidas se generan valores para DBO, SST y grasas y aceites, muy por encima de los límites máximos permisibles en vigor. Esto sugiere que los tratamientos empleados son inadecuados, puesto que la remoción de este tipo de contaminantes tiene lugar en los tratamientos primario y secundario o que la infraestructura de tratamiento no se ha desarrollado a la par con sus procesos productivos.

Los valores promedio también muestran que existe una tendencia respecto a que, si se exceden los LMP, entonces se exceden por mucho, esto es, el índice de incumplimiento alcanza valores de 50, 100 o hasta 200 veces lo debido, cuando la Ley Federal de Derechos sólo contempla un exceso de 5. Esto significa que el contribuyente es libre de exceder los LMP, siempre y cuando cumpla con las contribuciones para índices de incumplimiento menores o iguales a 5.

La legislación vigente establece que el contribuyente puede pagar los derechos correspondientes al contaminante mayor de todos sus contaminantes. Esto trae como consecuencia que una empresa puede tener índices de incumplimiento de 200 veces en un contaminante, de 150 en otro de 100 en otro más, etc., y sólo pagar derechos por un factor de 5 para el contaminante con el índice de incumplimiento de mayor valor.

Por otro lado, existen industrias con políticas ambientales responsables, cuyos tratamientos están muy por encima de LMP, incluso son superiores a los necesarios para el CCA, mismas que no aprovechan los beneficios de la exención.

El análisis de las descargas de aguas residuales industriales y municipales de Querétaro no proporciona información contundente respecto de la viabilidad del CCA, pero sí revela que alcanzar los límites establecidos y operar procesos industriales "sustentables", no sólo es posible, sino conveniente. El resultado del análisis es que el CCA es técnicamente factible y viable, si se utilizan altos volúmenes y se cuenta con la infraestructura, el único impedimento parece ser el alto costo del control más riguroso de los procesos de tratamiento (en términos de costos de medición y/o análisis y por la supervisión mucho más estricta por parte de CNA).

Existe una clara asociación de los "buenos valores" de parámetros contaminantes, consumos, descargas, "renombramiento", con la buena salud de las empresas. Las empresas industriales con una política de calidad, lo reflejan en el producto, en el servicio, en la productividad, en la interacción con su entorno socioeconómico, así también en la consideración de su manejo del agua, como parte de su proceso industrial. En cambio, las empresas con malas políticas y mala salud, lo reflejan en los mismos aspectos; son improductivas, tienen mala fama, dan mal servicio, tienen una conducta consistente de defraudación al fisco, sobornan a los inspectores, ocultan la información sobre su manejo del agua, y peor aún, reciben o han gozado de algún apoyo o estímulo del gobierno.

Se buscó establecer una relación entre los volúmenes de extracción Vs. descargas de aguas residuales que permitiera emitir una recomendación respecto de la viabilidad de que los costos de tratamiento de las aguas residuales sean menores a los de la extracción. Desde este punto de vista, son atractivos los procesos de lavado de productos de papel y cartón y de lavado de fibras de la industria textil, si operan dentro de los márgenes de las especificaciones del CCA. Sin embargo, esto no significa que estas industrias operen con calidad en el manejo del agua, es decir, que utilicen buenas prácticas de administración del agua.

Aun cuando pudiera existir un proceso industrial que no produce sobre el agua ninguna alteración en sus características físicas y químicas, se está generando un desequilibrio en el medio ambiente, al migrar el agua de un acuífero a un cuerpo de agua superficial. Esta no constituye una práctica buena o racional, en términos de la sobreexplotación de los mantos acuíferos. Sin embargo, este fenómeno ocurre de todos modos, con o sin Certificado de Calidad, la diferencia consiste en que el Estado Mexicano reciba un pago por la afectación de sus recursos naturales. El deterioro ecológico es mucho mayor si se permite la utilización de aguas de primer uso para actividades agropecuarias, sin que éstas causen derecho alguno.

El análisis de las cifras proporcionadas por los sistemas de información y monitoreo de los usuarios, es el medio más apropiado para detectar la problemática existente "de primera mano". Con fundamento en la información se detectan las prácticas actuales y las tendencias que, pueden o no, ser el reflejo de los requerimientos técnicos que, teóricamente deben determinar la evolución de la legislación vigente. Los siguientes comportamientos:

Esto es, para la elaboración de las leyes deben de considerarse las posibilidades técnicas y éstas deben determinarse con fundamento en un esfuerzo de normalización, producto de una consulta con los sectores industriales. Las normas no tienen el carácter de leyes, por eso, al incluir los textos de éstas en las leyes, se incurre en un vicio de exceso de rigor en la ley y falta de especificidad en la normalización. La LFD tiene un carácter de ley fiscal y su proceso de aprobación es de esta naturaleza. Por ello, no es un proceso de análisis técnico-científico fundamentado en criterios de factibilidad, sino en la voluntad "democratizadora" de los legisladores de oposición o en las tendencias progresistas o del impulso al libre mercado, aún a expensas del medio ambiente como consecuencia de la falta de esquemas sustentables de generación de riqueza.

Los estudios disponibles realizados en los principales ríos de Querétaro reflejan un grado de deterioro tal, que éstos ni siquiera son aptos para el uso en riego agrícola, por el alto grado de contaminación de las descargas, urbanas, industriales y agrícolas. Muchos de los afluentes de los principales ríos ahora se han convertido en basureros secos, que constituyen un riesgo para la salud y seguridad de la población y son un ejemplo del desastre ecológico y socioeconómico que viviremos en algunos años.

En la LFD, los cuerpos receptores de Querétaro están considerados como "tipo A", lo que significa que no se les considera de alta prioridad o vulnerables (es comprensible, si ya son basureros secos, para qué considerarlos vulnerables). Sin embargo, la infraestructura hidráulica disponible se ve seriamente afectada cuando son malas las condiciones meteorológicas, porque la basura y contaminantes de los cuerpos receptores se moviliza a las fuentes de abastecimiento o aprovechamiento de otras localidades.

La comparación de los límites permisibles de contaminantes establecidos en la legislación, para cada una de los tipos de cuerpo receptor y del CCA, muestra que los órdenes de magnitud para los metales pesados son muy dispares. Esto sugiere que no se toma en cuenta la factibilidad técnica de la remoción de contaminantes y sólo se utiliza el criterio de "vulnerabilidad".

Sería conveniente contar con una norma en la que se establecieran parámetros esperados (de entrada y de salida) para cada tipo de proceso de tratamiento. Esto permitiría una selección más adecuada de los procesos por autoridades municipales y Estatales, que no necesariamente están familiarizadas con las nuevas tecnologías y que son susceptibles a manipulaciones por argumentos técnicos incorrectos. La oficialización de los criterios de selección no afecta el desarrollo de las actividades comerciales en este sector, sólo establece los parámetros de calidad con los que las autoridades habrán de seleccionar los tratamientos municipales.

8.1. Confrontación de objetivos.

Este trabajo presenta el análisis de la viabilidad del Certificado de Calidad del Agua, como un mecanismo legal para implantar un esquema de aprovechamiento sustentable del agua. La viabilidad existe si es conveniente, por alguna razón técnica o económica, tratar las aguas residuales –en particular, las industriales- de manera tal que éstas sean útiles para el “uso inmediato siguiente”, a cambio de la exención fiscal del pago de derechos por el aprovechamiento de agua de primer uso.

El análisis se divide en dos vertientes principales: una es el examen de la situación de los sectores económicos de Querétaro, respecto de su capacidad real de tratar las aguas residuales y la otra es evaluar si lo que se paga como derechos por el uso del recurso corresponde a su valor real.

En el estudio, la primera vertiente, es decir, la viabilidad de tratar las aguas residuales, se cubre mediante el examen de los sistemas de tratamiento, los contaminantes y la operación de instalaciones de tratamiento, así como el comportamiento real de los sectores económicos, en términos de sus descargas de aguas residuales.

La segunda vertiente –la del valor del recurso- se examina analizando la situación de la entidad y sus perspectivas de desarrollo, revisando si éstas encuadran en el marco legal y respecto de las estrategias que tiene la CNA para enfrentar el problema de la disponibilidad decreciente del recurso.

En las secciones de metodología y desarrollo, se exponen los distintos enfoques utilizados para la resolución del problema y el tratamiento de las hipótesis. Sin embargo, el objetivo de demostrar la viabilidad del CCA, no es válido porque los recursos naturales –el agua- no tienen un valor intrínseco

Los resultados y las propuestas planteadas son el producto del análisis de los sistemas de información y no satisfacen objetivos planteados, más bien buscan resolver problemáticas institucionales.

8.2. Tesis.

8.2.1. Al segundo semestre de 2002 y en tanto no se realicen modificaciones a la estructura tarifaria vigente:

El Certificado de Calidad del Agua no es viable por las siguientes razones:

El valor del agua es bajo, porque las condiciones económicas no son tales que permitan el intercambio del recurso conforme a los mecanismos de mercado y el Estado mexicano no ha desarrollado los mecanismos para valorar el deterioro y la degradación de sus recursos naturales.

La penalización por descargar aguas residuales con contaminantes sólo se ejerce para el mayor de los parámetros descargados y re rige por una función logarítmica que "suaviza" el monto de las sanciones, sin que exista justificación técnica, económica o legal alguna.

8.2.2. Perspectivas 2025.

El Certificado de Calidad del Agua es el único mecanismo legal viable para promover y garantizar que el "segundo uso" del agua sea factible y los volúmenes de primer uso destinados a la agricultura, que actualmente se subsidian, puedan ser transferidos a los usos gravados (público urbano e industrial).

Si el que suscribe, tuviera la responsabilidad legal de recomendar la estrategia de saneamiento en un proyecto de inversión, esta sería:

Hacer caso omiso de la estructura legislativa actual porque es deficiente y tomar la disponibilidad real del recurso en la cuenca hidrográfica como referencia para la toma de decisiones sobre proyectos de inversión.

Implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales cuyo objetivo sea la reutilización, cuya estructura sea modular e incremental y que cuenten con sistemas de control y medición en las distintas etapas, con el fin de contar con el recurso en situaciones de escasez y adaptabilidad para enfrentar cambios en la estructura del proceso derivados de alteraciones del comportamiento del mercado. El beneficio legal de la exención fiscal será tan sólo un valor agregado, siendo que el bien "agua residual tratada de Calidad Certificada puede valorarse de manera equiparable al agua de "primer uso", en función de los factores geográficos y la estructura de las concesiones.

8.2.3. 2010 Año Clave.

Conforme a los plazos establecidos en la NOM-ECOL-001-1996, respecto del cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles, a las estrategias de la CNA de limitar en lo posible las concesiones para el uso agrícola y al propio desbalance de los mantos acuíferos, la industria, los organismos operadores y los usuarios agropecuarios estarán obligados a modificar sus estrategias de aprovechamiento y disposición del recurso agua. Esto, sin menoscabo de las modificaciones legales que tengan lugar en este plazo para promover el reuso del recurso y de los cambios en su valor propiciados por el rediseño del Sistema de Cuentas Nacionales, con el fin de incluir parámetros medioambientales.

9. Referencias.

En el desarrollo de este trabajo, se utilizaron dos tipos de referencias; la información bibliográfica y la disponible en los medios electrónicos, utilizados por instituciones educativas y empresas comercializadoras de sistemas de tratamiento, organismos internacionales, públicos, etc.

Se obtuvo además información publicada por la propia CNA y de los sistemas de información sobre usuarios de la Gerencia Estatal Querétaro.

Es importante mencionar que en cuanto al tema de la administración del agua, la información bibliográfica o la publicada comercialmente, difiere de aquella que está disponible en los medios electrónicos en cuanto a su enfoque y actualidad. En la información bibliográfica se obtienen conocimientos técnicos y "buenas prácticas" desde la perspectiva formal. Sin embargo, en la literatura se tiene la tendencia a abordar los temas de forma profunda y extensa, o bien, de forma integral, en el marco de algún campo profesional, como podría ser, el diseño de plantas de tratamiento en el marco de las habilidades necesarias para un ingeniero proyectista.

La información disponible en Internet, en contraste, tiende a ser más sucinta y posee la ventaja de contar con una estructura de recuperación implícita que facilita la búsqueda de un tema específico.

Lo anterior, se presenta con el objeto de que el lector tenga presente que obtendrá distintas cosas de ambos conjuntos. La literatura no es muy variada y sólo existen dos o tres "grandes manuales" del agua, que son en realidad compendios de muchos especialistas en disciplinas distintas. Muchos de los criterios de ingeniería no han variado substancialmente en las tres o cuatro últimas décadas.

Por otra parte, la información disponible en medios electrónicos es muy dinámica, por lo que algunas referencias electrónicas pueden ya no estar disponibles.

A continuación se presentan los listados de fuentes de información utilizadas y la temática consultada.

Bibliografía.

Ingeniería sanitaria y de aguas residuales, 1988. Gordon M. Fair, John Ch. Geyer, Limusa, México.

Industrial Water Pollution Control, 1989. 2nd Edition. USA. (Control de la contaminación industrial del agua Eckenfelder W.W. Jr. 2a. Edition Mc Graw-Hill International Editions. E.U.A.).

Manual de Agua para Usos Industriales, 1988. Sheppard T. Powell. Ediciones Ciencia y Técnica, S.A. 1a. edición. Volúmenes 1 al 4. México.

Manual de Agua, 1989. Frank N. Kemmer, John McCallion Ed. Mc Graw-Hill. Volúmenes 1 al 3. México.

U.S.E.P.A. Development Document for Effluent Limitation Guidelines And New Source Performance Standard For The 1974 (Documento de Desarrollo de La U.S.E.P.A. para guías de límites de efluentes y estándares de evaluación de nuevas fuentes para 1974).

Code of Federal Regulations. Title 40. Parts 100 to 149; 400 to 424; and 425 to 629. Protection of Environment 1992 . USA. (Código de Normas Federales. Título 40. Partes 100 a 149; 400 a 424; y 425 a 629. Protección al Ambiente 1993. E.U.A.).

Water Treatment Chemicals. An Industrial Guide, 1991. (Tratamiento químico del agua. Una guía industrial) Flick, Ernest W. Noyes Publications. E.U.A.

Water Treatment Handbook, 1991. (Manual de tratamiento de agua. Degremont 6a. Edition Vol. I y II. E.U.A.).

Wastewater Engineering Treatment. Disposal, Reuse, 1991. 3a. Edition. USA. (Ingeniería en el tratamiento de aguas residuales. Disposición y reuso. Metcalf And Eddy. Mc Graw-Hill International Editions. 3a. Edición. E.U.A.).

XI Censo General de Población y Vivienda. INEGI/CONAPO 1990.

Catálogo Oficial de Plaguicidas Control Intersectorial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas. SARH, SEDESOL, SSA y SECOFI. México, D.F. 1994.

Indicadores Socioeconómicos e Índice de Marginación Municipal 1990. CONAPO/CNA.

Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno de Querétaro. Anuarios Económicos de Querétaro 1994-1999.

Gerencia Estatal Querétaro CNA, - Programa Hidráulico de Gran Visión 2000-2025 del Estado de Querétaro.

INEGI

Anuarios Estadísticos 1991 1992, 1993, 194, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000.

Perspectiva Estadística de Querétaro 2001

Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México 1993-1998, Ed. 2001.

INEGI, Gobierno de Querétaro. Cuadernos Estadísticos Municipales Querétaro, San Juan, El Marqués.

Pineda López Raúl Hernández Sandoval Luis, Microcuenca de Santa Catarina, Estudio para su Conservación y Manejo. Universidad Autónoma de Querétaro, 2001

Bases de datos de la Comisión Nacional del Agua, utilizadas en la Gerencia Estatal Querétaro.

REPDA- Registro Público de Derechos de Agua de Querétaro.

REDAGUA.- Sistema de información que contiene el control de la Recaudación por concepto de derechos

SACDAR. – Sistema de Administración de Descargas de Aguas Residuales.

Sitios en Internet.

Se presentan sólo páginas principales, debido a que los archivos específicos se actualizan constantemente.

North Carolina State University (NCSU)

Water Quality and Land Treatment Informational Component

Http://h2osparc.wq.ncsu.edu/info/index.html

Excelente descripción de la problemática de la administración de las aguas residuales y de métodos de tratamiento convencionales y alternativos.

Environmental Protection Agency.

Browse EPA Topics

Http://www.epa.gov/owm/

Buenas prácticas de administración de empresas desde la perspectiva ambiental, normalización americana, residuos sólidos, aguas residuales etc.

Congreso de la Unión.

Legislación Federal Vigente

http://www.cddhcu.gob.mx/leyinfo/

INEGI

Http://www.inegi.gob.mx

Comisión Nacional del Agua.

Http://www.cna.gob.mx

Secretaría de Economía – Normas

Http://cronos.cta.com.mx/cgi-bin/normas.sh/cgis/despliega2.p?convar=PROY-NOM-027-SCFI-1994

Http://www.economia.gob.mx/?P=40

Sitio donde se pueden realizar búsquedas de normas oficiales mexicanas, sus proyectos y el proceso de revisión de los comités consultivos.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Www.imta.gob.mx

REMCO EngOineering

Http://www.remco.com

Valoración de tratamientos terciarios

| Referencia | Documento | Actualización. |
|------------|--|----------------|
| 1. | Leyes | |
| 1.1 | Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. | |
| 1.2 | Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. | |
| 1.3 | Ley de Aguas Nacionales | |
| 1.4 | Ley de Ingresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal de 1998. | |
| 1.5 | Ley Federal de Derechos (1998) | |

| | | |
|------|--|----------------------------|
| 1.6 | Ley Federal de Procedimiento Administrativo | D.O.F. 24 DIC 1996 |
| 1.7 | Ley de Contribución de Mejoras por Obras Públicas Federales de Infraestructura Hidráulica. | |
| 1.8 | Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. | D.O.F. 13 DIC 1996 |
| 1.9 | Ley General de Bienes Nacionales. | |
| 1.10 | Ley Federal de Metrología y Normalización. | D.O.F. 24 DIC 1996 |
| | | |
| 2 | CODIGOS | |
| 2.1 | Código Fiscal de la Federación | D.O.F. 30 DIC 1996 |
| 3. | REGLAMENTOS | |
| 3.1 | Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. | |
| 3.2 | Reglamento Interior de la SEMARNAP | D.O.F. 8 JUL 1996 |
| 3.3. | Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento y Desechos y Otras Materias.. | |
| 3.4. | Reglamento del Código Fiscal de la Federación. | |
| | | |
| 4. | JURISPRUDENCIA. | |
| 4.1 | Fundamento y Motivación de un Acto de Autoridad Administrativa. | |
| 4.2. | Visitas Domiciliarias | |
| 4.3. | Jurisprudencia, Precedentes y Tesis de la Suprema Corte de Justicia de la Nación : Aguas Nacionales. | |
| 4.4. | Principales Disposiciones Jurídicas Relacionadas con el Agua. | |
| | | |
| 5. | TESIS IMPORTANTES. | |
| 5.1. | Visitas Domiciliarias. | |
| 5.2. | Competencia. | |
| | | |
| 6. | RESOLUCIONES | |
| 6.1 | Resolución para 1995 : Reglas Generales Aplicables a los Impuestos y Derechos Federales. | D.O.F. 29 MARZO 1996 |
| 7 | DECRETOS | |
| 7.1 | Decreto por el que se crea la Comisión Nacional del Agua | D.O.F. 16 ENERO 1989 |
| 7.2 | Decreto que Condona y Otorga Diversas Facilidades Administrativas en Materia de COntribuciones Federales | D.O.F. 15 JULIO 1994 |
| 7.3 | Decreto que Otorga Facilidades Administrativas y Condona Contribuciones a Usuarios de Aguas Nacionales y Bienes Públicos Inherentes, con Actividades de Carácter Agrícola, Silvícola, Pecuario y Acuícola. | D.O.F. 11 octubre 1995 |
| 7.4 | Decreto que Otorga Facilidades Administrativas y Condona Contribuciones a Usuarios de Aguas Nacionales y sus Bienes Públicos Inherentes, que se dediquen a Actividades Industriales, | D.O.F. 11 octubre 1995 |

| | | |
|------|--|---------------------------|
| | Comerciales y de Servicios. | |
| 7.5 | Decreto mediante el cual se otorgan facilidades administrativas y condonan contribuciones al Distrito Federal, Estados y Municipios, usuarios de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes | D.O.F. 11 octubre 1995 |
| 7.6 | Decreto que reforma el Diverso, publicado el 11 de octubre de 1995, mediante el cual se otorgan facilidades administrativas y se condonan contribuciones a los usuarios de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, que realicen actividades agrícola, silvícola, pecuario y acuícola | D.O.F. 11 OCT 1996 |
| 7.7 | Decreto que reforma el Diverso publicado el 11 de octubre de 1995 ; mediante el cual se otorgan facilidades administrativas y se condonan contribuciones a los usuarios de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, que realicen actividades industriales, comerciales y de servicios. | D.O.F. 11 OCT 1996 |
| 7.8 | Decreto que reforma el Diverso publicado el 11 de octubre de 1995 ; mediante el cual se otorgan facilidades administrativas y se condonan contribuciones al Distrito Federal, Estados y Municipios, usuarios de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes. | D.O.F. 11 OCT 1996 |
| 7.9 | Decreto por el que se reforman los Diversos publicados el 11 de octubre de 1995 ; mediante los cuales se otorgan facilidades administrativas y se condonan contribuciones a los usuarios de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, que realicen actividades de carácter agrícola, silvícola, pecuario y acuícola y al Distrito Federal, Estados y Municipios, usuarios de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes. | D.O.F. 11 OCT 1996 |
| 7.10 | Decreto que reforma el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales | D.O.F. 10 de Dic. 1997 |
| 7.11 | Decreto por el que se presenta el catálogo de Zona de Veda | D.O.F. |
| 8 | ACUERDOS | |
| 8.1 | Acuerdo por el que se delegan funciones y atribuciones en las unidades administrativas regionales y estatales de la Comisión Nacional del Agua | D.O.F. 10 - DIC-1998 |
| 8.2. | Acuerdo por el que se amplía el plazo para que se inscriban los permisos y autorizaciones cuyos aprovechamientos tengan una antigüedad mayor a cinco años anteriores a la entrada en vigor de la ley de aguas nacionales | D.O.F. 24-MAR-1995 |
| 8.3 | Acuerdo por el que se substituye el permiso de descargas de aguas residuales por un simple aviso | D.O.F. 30 -JUN 1995 |
| 8.4. | Acuerdo por el que se delegan facultades a los titulares de las gerencias adscritas a la Subdirección General de Administración del Agua, de la Comisión Nacional del Agua | D.O.F. 15-FEB-1996 |
| 8.5 | Acuerdos de coordinación, convenios de concertación y anexos de ejecución | |
| 8.6 | Acuerdo por el que se autoriza en todas la zonas de veda reglamentada, la transmisión de los derechos de agua en la propiedad de la tierra. | |
| 9 | Plantes y Programas. | |
| 9.1 | Programa de Modernización de la Administración Pública 1995- | D.O.F. |

| | | |
|------|--|------------------------------|
| | 2000. | 28 MAYO 1996 |
| 10 | NORMAS OFICIALES MEXICANAS. | |
| 10.1 | Norma Oficial Mexicana, NOM- 012-SCFI-1993.-Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos.- Medidores para agua potable fría.- Especificaciones - | D.O.F. 14 OCTUBRE 1993 |
| 10.2 | Norma Oficial Mexicana - NOM - 014 - SSA1- 1993- Procedimientos Sanitarios para el muestreo para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento público y privados. - | D.O.F. 12 AGOSTO 1994 |
| 10.3 | Norma Oficial Mexicana NOM 006-ENER-1995. - Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación - Límites y métodos de prueba. | D.O.F. 8 NOV 1995 |
| 10.4 | Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994.- Salud ambiental.- Agua para uso y consumo humano.- Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. | D.O.F. 18-ENE- 1996 |
| 10.5 | Norma Oficial Mexicana NOM-001-CNA-1995.- Sistema de alcantarillado sanitario.- Especificaciones de hermeticidad. | D.O.F. 11-OCT-1996 |
| 10.6 | Norma Oficial Mexicana NOM-002-CNA-1995.- Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable.- Especificaciones y métodos de prueba. | D.O.F. 14-OCT-1995 |
| 10.7 | Norma Oficial Mexicana 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. 6-ENE-1997 |
| 10.8 | Norma Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996.- Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos. | D.O.F. 3-FEB-1997 |
| 10.9 | Norma Oficial Mexicana NOM-008-CNA-1997.- Metrología para la evaluación de la metodología de aguas nacionales. | |